

Horváth József

Biofilia:

**Gondolatok a fenntarthatóságról
és a fennmaradásról**

Horváth József

Biofilia:

**Gondolatok a fenntarthatóságról
és a fennmaradásról**



AGROINFORM
Budapest, 2017

A könyv kiadását támogatta



Magyar Tudományos Akadémia (Budapest)

Dow AgroSciences (Budapest)

DuPont Magyarország Kft. (Budaörs)

Georgikon Alapítvány (Keszthely)

Árpád-Agrár Zrt. (Szentés)

© **Horváth József**

A könyv lektora:

Popp József

egyetemi tanár
az MTA Doktora

Felelős kiadó:

Agroinform Kiadó

Bolyki István

ügyvezető igazgató

Tördelés:

Sándor Anna

Agroinform Stúdió

ISBN 978-615-5666-05-6



AGROINFORM Kiadó és Nyomda Kft.

Felelős vezető: Stekler Mária

1149 Budapest, Angol u. 34.

www.agroinform.hu

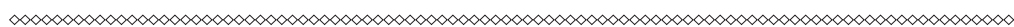
2017/1

Szüleim, családom és unokáim emlékére

*„Az emberi lét és a természet üzenete közti harmónia
szükségessége minden nagy kultúra közös felismerése
és ugyanígy közösek a nagy erkölcsi parancsolatok is.”*

Giovanni Martinetti (2011)

Tartalom



Előszó	11
Bevezetés	13
I. Szellemi forradalom	17
1. A műtrágyázás forradalma	17
2. A peszticidek forradalma	20
3. Az új ipari forradalom	24
II. Növénynevelés	27
1. Az örökléstan megalapítója	27
2. A magyar növénynevelés kezdete	28
3. Klasszikus növénynevelés	28
4. Géntechnológia és növénynevelés	29
5. A búza nevelése	30
6. A kukorica nevelése	33
7. „A jövő vetése”	34
8. Biológiai sokféleség, génmegőrzés, génbankok	35
III. Bio-, integrált-, fenntartható- és precíziós gazdálkodás	39
1. Biogazdálkodás (ökológiai gazdálkodás)	39
1.1. Biogazdálkodás a világban és az Európai Unióban (EU)	42
1.2. Biogazdálkodás Magyarországon	43
1.3. A „Családi Gazdálkodások Nemzetközi Éve”	45
1.4. Organikus gazdálkodás és a genetikailag módosított (GM) növények ..	45
2. Biológiai növényvédelem	46
3. Integrált növényvédelem, integrált növénytermesztés	48
4. Fenntartható gazdálkodás	51
5. Precíziós gazdálkodás	53
IV. Genetikailag módosított (GM) növények	57
1. Rövid történeti áttekintés	57
2. Kétségek és viták	59
3. A hazai jogi háttér	63
4. A GM-növények termesztésével és fogyasztásával kapcsolatos érvek, ellenérvek	67
5. Előnyök, hátrányok és nézőpontok	69
6. A biotechnológia oktatása és kutatása	74

V. Élelmiszer (élelmiszerlánc)-biztonság és takarmány (takarmánylánc)-biztonság	75
1. Globális problémák	75
2. Veszélyek és kilátások	80
3. Stratégia	83
4. Élelmiszer Kódex (Codex Alimentarius, CA).....	86
4.1. Kockázatok, kockázatelemzés, biztonság	87
4.2. Kémiai kockázatok	88
4.2.1. Növényvédő szerek (peszticidok)	88
4.2.2. Étrend-kiegészítők	88
4.2.3. Takarmányadalék- anyagok és -kiegészítők	89
4.3. Egyéb kémiai kockázatok	90
4.4. Allergének	90
4.5. Toxikus anyagok	91
4.6. Mikrobiológiai kockázatok	91
4.6.1. Vírusok, prionok, baktériumok	91
4.6.2. Mikotoxinok	92
4.6.3. Mikoplazmák, rickettsiák, humánparaziták, férgek	94
4.7. Zoonózisok	94
4.8. A kockázatok felderítése	95
4.9. A GM-növények az élelmiszer- és takarmánybiztonságban	95
4.10. A GM-vetőmag az élelmiszer- és takarmánybiztonságban	104
4.11. A GM-növények és a Transzatlanti Kereskedelmi és Befektetési Partnerség: előnyök, hátrányok	105
4.12. Kilátások	110
VI. Energia	113
1. Fosszilis energiahordozók	113
2. Megújuló energiaforrások	115
2.1. Napenergia	119
2.2. Szélenergia	120
2.3. Vízenergia	122
2.4. Geotermikus energia	125
3. Nukleáris energia	126
4. Energiaváltás, a „harmadik ipari forradalom”	129
VII. A magyar agrár-felsőoktatás és -kutatás alapjai a 18. és a 19. században ...	135
1. Az alapok	135
2. A „Nagy Tanári Kar” és az utódok	137
2.1. A magyar agrár-, kertészeti és erdészeti oktatás és tudomány 20. században született és a 21. század elején élt kiválóságai	138
3. A Klebelsberg-i életmű a 20. században: Művelődés, tudományos szervezés és iskola	148
4. Az üzenet	152

VIII. Felsőoktatás, kutatás, középiskola	153
1. Egyetemek és a szellemi felemelkedés	153
2. A II. világháború utáni tudósképzés	154
3. A Bologna-i képzési rendszer	156
4. A felsőoktatási (egyetemi) képzés néhány problémája	158
5. Egyetemi világranglisták	161
6. Versenyképes oktatáspolitiká	165
7. Az egyetemek és a Magyar Tudományos Akadémia	168
8. Felsőoktatási Reform (FR)	170
9. Tehetség gondozás	174
10. Nemzetközi „Tanulói Teljesítménymérés” (PISA-vizsgálat)	177
11. Agyelszívás (brain drain), agyviasszaszívás (brain gain) és a Lendület- program	180
12. Kutatási-oktatási támogatások: külföldi és hazai ösztöndíjak	182
13. Elvándorlás	186
14. Agrárokztatás és -kutatás: Kitekintés	187
IX. A 20. és a 21. század gazdasági világválságai	189
1. Rövid történeti áttekintés	189
2. Európa válságai	194
3. Egyenlőtlenségek	195
4. Ellátási problémák	196
4.1. A városok és a nagyvárosok rohamos terjeszkedése	196
4.2. Válság és élelmiszer	198
4.3. Válság és ivóvíz	199
4.4. Válság és egészség	200
5. Válság, migránsok, menekültek	202
6. A brexit	206
X. Föld Csúcsok	209
1. Út a nemzetközi konferenciákhoz	209
2. A Római Klub	210
3. A Rio-i Föld Csúcs	212
4. A Budapest Klub	213
5. Millenniumi Ökoszisztéma Program	214
6. A Johannesburg-i Fenntartható Fejlődés Világkonferencia	214
7. A „Túllövés Napja”	215
8. A New York-i Klíma Csúcstalálkozó	216
9. A Peru-i Klímacsúcs	217
10. Az ENSZ Éghajlat-változási Konferencia	217
11. Az ENSZ Fenntartható Fejlődési Célok Csúcstalálkozó	219
12. A Párizs-i Nemzetközi Klímakonferencia (COP21)	221
13. A Tudomány Világkonferenciája	222
14. A Tudomány Világfóruma – A „Tudomány Davosa”	223

15. A Magyar Tudomány Ünnepe	225
16. A globális klímaváltozás magyarországi hatásai (VAHAVA-projekt)	226
17. Visszatekintés	227
18. „A Vágy jövője és a Sors jövője”	228
XI. Talaj, víz, növény: Paradigmaváltás	231
1. Talajbaktérium, Ti-plazmid	231
2. Talaj-mikroorganizmusok, teixobactin, antibiotikum	232
3. Talaj-mikroorganizmusok, integráns elemek	232
4. Talajvédelem, baktériumtrágyák, biostimulátorok	233
5. Alkalmazkodó talajművelés	236
6. A „Talajok Nemzetközi Éve”	236
7. A „Föld Napja”	238
8. A víz és a „Víz Világnapja”	239
8.1. Vízgazdálkodás, vízstratégia	242
8.2. Fókuszban az öntözés	247
8.3. Víz Világforum	247
XII. Történelmi fordulópont: A fenntartható vs. fenntarthatatlan fejlődés	249
1. A fenntartható fejlődés gondolata és „utóélete”	249
2. A fenntarthatóság	250
3. A fenntarthatatlanság	252
4. A Föld Charta (The Earth Charta)	253
5. A Túlélés Szellemi Kör	254
6. A világ helyzete: „Van még esély a fenntarthatóságra?”	256
7. A fenntarthatóság vagy a fenntarthatatlanság felé haladunk?	259
8. Az oktatás és a tudás fenntarthatóságának hazai „gyökerei” és példaképei	260
XIII. Epilógus: Záró gondolatok	265
1. Vissza- és előretekintés: Pesszimizmus és optimizmus	265
2. A globális felmelegedés elmélete, ténye és hatása	268
3. Légszennyezés és savas esők	270
4. „Alig történt valami új a nap alatt”	272
5. Új Föld-szemlélet	274
6. Éghajlatváltozás, klímaparadoxonok, új társadalmi és gazdasági paradigmák	274
7. Környezetvédelem, globalizáció, fenntarthatóság, erkölcs	277
8. Önkorlátozó etika, „utolsó remény”	279
Köszönetnyilvánítás	283
Forrásmunkák	285
Névregiszter	319

Előszó

Az 1960-as években az amerikai Science c. közismert kiváló folyóirat folytatásos cikkekben megszólaltatott néhány világszerte elismert kutatót arról, hogy vajon a következő évtizedekben milyen természettudományi témákon fognak dolgozni a tudományos kutatók. A témák között nem szerepelt sem a biotechnológia, sem a környezetvédelem. Az 1980-as években mindkét tudományterület az érdeklődés középpontjába került. Kiderült, hogy az intenzív gazdasági termelés, azaz a gazdasági növekedés igen gyakran járhat a környezet vagy az emberi egészség károsításával. Felismerték, hogy olyan gazdasági eljárásokra van szükség, amelyek biztosítják a sikeres termelést, de nem károsítják a környezetet, illetve az emberi egészséget. Ezt a paradigmát, vagyis az új közmeggyőződést az ENSZ Bruntland-jelentésében úgy fejezte ki, hogy a gazdasági, illetve egyéb fejlődést olyan eljárások biztosíthatják fenntartható módon, amelyek kielégítik a jelen szükségleteit, de nem csökkentik a későbbi generációk lehetőségeit, hogy az akkori kívánalmak szerint sikeresen termeljenek. A fenntartható fejlődés új paradigmáját L.R. Brown munkája tette közismertté (Brown, 1981). Érdekes módon a hazai erdészeti tudomány már jóval előbb ismerte a „tartamos” erdőművelési gyakorlat fogalmát és kifejezést, amely valójában egyenértékű a fenntarthatóság fogalmával.

A mezőgazdasági gyakorlatban a XIX. és XX. században óriási jelentőségű változások következtek be. Liebig nyomán általánossá vált a kémiai elemek és vegyületek felhasználása a termelés fokozására, a növényi hormon-kutatások következménye a gyakorlati vegyszeres gyomirtásban nyilvánult meg, a kis töménységű peszticideket pedig sikeresen és általánosan használták fel a növényi kártevők és kórokozók hatásalanítására. A növényi és később a haszonállati genetikában a beltenyésztés utáni hibrid vigor kihasználását nem lehet túlbecsülni a termésfokozásokban. Legújabbban a génátvitteles (GM) szervezet-módosítás és a legújabb gén- vagy genomszerkesztés technikája forradalmat jelenthet a növény- és állatnemesítésben. A sikeres termésfokozások ellenére észre kellett venni, hogy a modern mezőgazdasági termelés károsíthatja a környezetet és veszélyt jelenthet az emberi egészségre. Ma már általános az az emberi meggyőződés, hogy a gazdasági növekedésnek és a sikeres termelésnek fenntarthatónak kell lennie. Mindez indokolja Horváth József akadémikus könyvének időszerűségét és a téma részletes interpretálását.

Király Zoltán
az MTA r. tagja

Bevezetés

„Few scientist think of agriculture as the chief or the model science. Many, indeed, do not consider it a science at all. Yet it was the first science, the mother of sciences; it remains the science that makes human life possible; and it may well be that, before the century is over, the success or failure of science as a whole will be judged by the success or failure of agriculture.”¹

A Mi Atyánk imádsága „Mindennapi kenyereinket add meg nekünk ma” évszázadokon át a legnagyobb könyörgése, kívánsága volt az embernek. Prentice (1939) *Hunger and History. Harper Brothers, New York and London* (Éhség és történelem) című könyvében a következőket írta: „Az éhínség és a nélkülözés az ember mindennapos kísérője volt Európa egész történelmében, és ha fel tudnánk lebbenteni a fátylat a távoli múlt-ról, bizonyára azt látnánk, hogy ugyanígy végig kísérte egész történelme folyamán.” Európában 300 nagy éhínséget jegyeztek fel (Walford, 1879); legismertebb az 1846-1847. évi írországi éhínség volt, amelyet a burgonya fitoftóra-gomba (*Phytophthora infestans*) által előidézett betegség következtében elpusztult burgonyatermés idézett elő, és amely 275 000 ember éhhalálát jelentette és több mint egy millió ember pedig az elégtelen táplálkozás és betegség együttes hatásának esett áldozatul. Jonathan Swift (1667-1745) az angol elbeszélő próza, a szociális elégtelenség legkeserűbb és legelmésebb kifejezője, az írországi nyomorral és a szegény parasztok gyermekeinek problémáival foglalkozó szatírája, a *Gulliver's Travels* (1726) című művében írtak ma is figyelemre méltóak: „...aki egy cső kukorica, egy szál fű helyett kettőt tud termesztetni, több elismerést érdemel az emberiségtől, és nagyobb szolgálatot tesz hazájának, mint az összes politikus együttvéve.” Swift műve – amely Karinthy Frigyes „Gulliver utazásai” című szép fordításában látott napvilágot, szellemi forradalmat idézett elő. Swift könyvének eredeti kiadását követően 72 év múlva, 1798-ban jelent meg Thomas Robert Malthus (1766-1834) angol közgazdász, filozófus, anglikán lelkész elmélete a malthuzianizmus és „*An Essay on the Principles of Population*” (London, 1798) című híres könyve, amely „Tanulmány a népesedés törvényéről” címmel 1902-ben magyarul is megjelent. Malthus ebben a könyvében rámutatott arra, hogy az élelmiszerkészlet nem tud lépést tartani a népesség gyarapodásával, mert a Föld termőképessége véges. Az erőforrásokon túlnövő népszaporulatot gyakran hívják „Malthus-féle folyamatnak”. A túlnépesedés nemcsak az élelmiszer-ellátásban okoz problémát, hanem közvetlen kapcsolatban van az erőszakos földszerezésekkel és a tömegmészárlásokkal is, mint például az 1994. évi

¹ Csak kevés tudós gondolja, hogy az agrártudomány a tudományok csúcsa vagy annak mintaképe. Valójában sokan egyáltalán nem is tekintik tudománynak. Pedig ez volt az első tudomány, a tudományok anyja, és ez marad az a tudomány, amely lehetővé teszi az emberi életet, és az is marad, mielőtt e század véget ér, és az összes tudomány eredményessége vagy kudarca azon fog múlni, hogy az agrártudományok sikeresek vagy sikertelenek lesznek-e. *André and Jean Mayer (1974): Daedalus 103:83-95.*

vérengzés Ruandában (vö.: Diamond, 2007). Paul Ehrlich „Népességrobbanás” (*The Population Bomb. A Sierra Club, Ballantine Book*) című 1968-ban megjelent könyvében a Borlaugh-féle törpebúzák előállításánál bekövetkezett „búzaforradalom” ellenére azt jósolta, hogy India soha nem lesz önellátó. Továbbá azt állította, hogy „Az emberiség élelmezéséért vívott harc befejeződött. Az 1970-es években sok százmillió ember fog éhen halni, bármilyen rohamunkába kezdünk is most.”

A 19. századi éhínség réme sokáig ébren tartotta a malthuzianizmust, annak ellenére, hogy a század technikai fejlődése, az ipari forradalom (acélgyártás, vasművek, vaskohók, gőzgépgyártás, belső égésű motorok, vasút, hajózás stb.) óriási eredményeket ért el. A technikai fejlődés során lehetővé vált az igás állatok (ló, szarvasmarha) gépekkel történő helyettesítése, amely jelentős, a haszonállatok táplálására szolgáló földterületet tett szabaddá és állított az ember szolgálatába. Az ipari forradalom azonban önmagában nem tudott volna kialakulni. Ehhez szükség volt a mezőgazdasági forradalomra is, amely lehetővé tette, hogy az ember szükségletei fölött termeljen és ellássa az egyre növekvő városi lakosságot is étellel. A mezőgazdaság és az ipar közötti függőségi viszony olyan paradigmaváltást eredményezett, amelynek alapja a szükségleten felüli termelés és a felvevő piacot megteremtő ipari fejlődés volt (Salmon és Hanson, 1964).

A helyzet Európában megváltozott, de ha arra gondolunk, hogy az ENSZ Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete (*Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO*), „Kenyeret mindenkinek” jelszava ellenére az éhező embertársaink száma a világban az elmúlt hat évtizedben megduplázódott és a jelenleg 0,8 milliárd éhező ember mellett 10 gyermek hal meg percenként alultápláltság miatt, akkor az éhínség réme még mindig nem szűnt meg. Az ember és a természeti környezet kapcsolatára, a biofiliára, a biodiverzitás minőségére ható legfontosabb elemeket (termőföld, növény, állat, napfény, levegő, klíma, víz stb.) terhelő földi és légköri szennyező folyamatok mellett az étel az emberi szükségletek hierarchiájában döntő fontosságú (Andrásfalvy, 2013).

Az emberiség ételkészlet-ellátásában azonban nem az a legnagyobb probléma, hogy a Föld lakosságának száma megnövekedett [a Német Világnépésedési Alapítvány (*Deutsche Stiftung der Weltbevölkerung, DSW*) jelentése szerint 2013-ban 80 millióval növekedett és a 2014. év végére már elérte a 7,2 milliárd főt], és az előrejelzések szerint 2050-re meghaladja a 9,1 milliárd főt, amelynek 98%-a a fejlődő országokban születik, hanem az, hogy egyes országok, térségek (India, Kína, Kelet-Délkelet Ázsia) mintegy 3 milliárd fős lakosságának jövedelme jelentősen megnövekedett. Érdemes megemlíteni hogy a szupermilliomosok az amerikaiak után főleg a kínaiak és az indiaiak köréből kerülnek ki. Az előrejelzések szerint a kínai és az indiai milliommosok száma 2025-re 75-105%-os emelkedést mutat, miközben a növekedés az Amerikai Egyesült Államokban 30%-os, Európában pedig 27%-os lesz. A *Knight Frank* nemzetközi tanácsadó cég 2016. évi adatai szerint a nettó 30 millió dollárnál nagyobb vagyonnal rendelkezők száma New Yorkban 5600, Londonban 4900, Hongkongban 3900, Moszkvában 3500, Los Angelesben 2800, Szingapúrban 2400, San Franciscóban 2200, Pekingben és Tajpejben 2100, Tokióban 2000 fő. A szupergazdagok vagyona Észak-Amerikában 6 928 milliárd dollárt, Ázsiában 4313 milliárd dollárt és Afrikában csupán 301 milliárd

dollárt tesz ki. Az oxfordi *Oxfam* intézet adatai szerint a világ leggazdagabb 1%-a több vagyont halmozott fel, mint amennyit a Föld rajtuk kívüli teljes lakossága birtokol. A jövedelmek növekedése nagy mértékben lehetővé tette és megnövelte az élelmiszerek iránti fokozott szükségletet, keresletet. Ha csupán Kína, India, Délkelet-Ázsia 2,4-3,0 milliárd jelenlegi (és növekvő) lakosságát vesszük figyelembe, ahol Kínában 50, illetve Indiában 10 kg az évi húsfogyasztás és ez a fogyasztás csak 1 kg-mal (hús fő/év) növekedne, akkor kb. 10-12 millió tonna többlettakarmány előállítására lenne szükség, amely az állandóan csökkenő termőföld és vízkészlet miatt számos egyéb problémát idézne elő (Horn, 2008a,b). Becslések szerint a 7 milliárd ember éves ivóvízigénye 7 km³, a világ állattenyésztésének vízigénye pedig 2800-3840 km³ (Horn, 2012). Mint ismert 1 kg szemestakarmányon nevelt marhahús előállításához 190 m² termőföldre és 9000 liter vízre van szükség (László, 2008). Az élelmiszer-problémához az is hozzátartozik, hogy a *FAO* nemrég megjelent indexe (amely hat alapvető mezőgazdasági termék árát tartalmazza) magasabb, mint a 2008-as válság kezdetén volt. Ez az árnövekedés a legszegényebb országokban társadalmi feszültségekhez vezetett. Elrettentő példaként említendő meg, hogy az 1950-ben 1 fő rendelkezésére álló 17 000 m³ vízkészlet az előrejelzések szerint 2025-re 4800 m³-re csökken, és akkor a világ népességének kétharmada már vízhiánytól fog szenvedni.

A 19. század tudományos felfedezései, különös tekintettel a kémiai ismeretekre, felfedezésekre és azok gyakorlati alkalmazására, megváltoztatta az emberiség maltnizmusáról alkotott véleményét.

I. Szellemi forradalom

„A tudomány nemcsak hosszabbá,
de sokkal könnyebbé is tette az ember életét.”

N. Macrae és John von Neumann²

1. A műtrágyázás forradalma

A 18. és 19. század nagy kémiai felfedezéseinek sorában igen nagy jelentőségű volt, hogy a 213 éve Darmstadt-ban született és 1858-ban a Magyar Tudományos Akadémia (MTA) tiszteletbeli tagjává választott univerzális német tudós, Justus von Liebig (1803-1873) a növények táplálásának tanulmányozásával, az agrokémia megteremtésével és az úgynevezett Liebig „minimum törvény” (A talaj termékenységét az a tápanyag határolja be, amely a növény szükségleteihez képest a talajban minimális mennyiségben található. Ennek az elemnek a mennyiségét növelve nő a termés hozam mindaddig, amíg egy másik elem nem kerül relatív minimumba, s válik minimumfaktorrá, és akadályozza a termés hozam további növekedését) megalkotásával új alapokra helyezte a mezőgazdaság szellemi szféráját, gyakorlatát és megalapozta az ésszerű műtrágyázást, a növények termőképesség-fokozásának kémiai alapokon nyugvó lehetőségét. Ennek hatására a német műtrágyaipar óriási fejlődésnek indult, ugyanis a nem oldódó összetevők helyett sikerült a tápanyagokat oldható formájúvá alakítani. Továbbá említést érdemel a Liebig nevéhez fűződő kémiai kutatás és oktatás megszervezése és ő volt az első, aki mezőgazdasági kémia kutatásával biológiai és élettani eredményeket ért el. Jelentős befolyást gyakorolt számos tudomány fejlődésére (például kémia, agrokémia, élelmiszerkémia, gyógyszerstan stb.) is. Figyelemre méltó, hogy az 1800-as évek közepén alapított oktatási intézmények (például a Harvard Egyetemhez tartozó *Lawrence Scientific School, USA*, és a londoni *Royal College of Chemistry*) Liebig szerint dolgozták ki képzési rendszerüket (Macardle, 2008). Salmon és Hanson (1964) „A mezőgazdasági kutatás elméleti és gyakorlati problémái” (eredeti kiadás: *The Principles and Practice of Agricultural Research (London, 1964)* című könyvükben azt írták, hogy Liebig munkássága olyan vízváltó a mezőgazdaságban, mint a keresztény világban a Krisztus előtti vagy utáni időszámítás. Justus von Liebig 1840-ben azt írta, hogy „Nincs olyan szakma, mely jelentőségében a mezőgazdasághoz hasonló, mert a mezőgazdaság állítja elő az ember és az állat táplálékát; a mezőgazdaságtól függ az egész emberi faj jóléte és fejlődése, az államok gazdagsága és az egész kereskedelem.”

² The Scientific Genius Who Pioneered the Modern Computer, Game Theory, Nuclear Deterrence, and Much More. Corneile and Michael BessieBooks, New York 1992.

A Liebig utáni korszakban elkezdődött a műtrágyák kifejlesztése, erre igen nagy hatással volt a Dél-Amerika és Dél-Afrika partjainál lévő száraz, madarakban gazdag szigetek jelentős nitrogén- és foszfor felhalmozódásának felfedezése, amely kezdetben (a lelőhelyek kimerüléséig) a guanó nitrogénjével fokozta a mezőgazdaság termelékenységét. A lehetőségek gyors kimerülését követően az Andok-hegység salétrom lelőhelyei – amelyről később ismertté vált, hogy ősi guanótelepek, amelyek Afrika nyugatra húzódása idején emelkedtek ki – is csupán átmenetileg tudták biztosítani az egyre fokozódó nitrogénigényt. A döntő változás akkor következett be, amikor Fritz Haber (1868-1934) német kutató 1909 júliusában bemutatta a *Badische Anilin und Soda Fabrik (BASF)* társulásnak az ammóniaszintézis folyamatát, amelyért 10 év múlva, 1918-ban Nobel-díjat kapott. Carl Bosch (1874-1940) német mérnök pedig megoldotta a szintézis bonyolult energetikai problémáit, az olcsó katalizátorokat és a nagy nyomást előállító reaktort, a műtrágyagyártás ipari megoldását. A Haber-Bosch-féle ammóniaszintézis lehetővé tette az ammónium-nitrát (NH_4NO_3) előállítását.

Liebig munkásságát folytatva E. A. Mitscherlich (1874-1956) német agrobotanikus rámutatott arra, hogy a növekvő mennyiségű tápanyag adagolása csökkenő mértékben növeli a termés hozamot. Jelentős tápanyaghiány esetén az első tápanyag-egység adagolása csak kismértékű, majd a következő tápanyag-adagolás jelentősebb hozamnövekedést eredményez mindaddig, amíg eléri az úgynevezett inflexiós pontot. A maximum elérése után további tápanyag-adagolás a termés hozamot már nem növeli. Az ésszerű, környezetbarát tápanyagellátás (műtrágyázás) fontos alaptétel, annak ellenére jelentős felismerés, hogy csak akkor érvényes, ha a termés hozamot meghatározó tényezők állandóak és függetlenek egymástól, ami igen ritkán fordul elő.

Magyarországon és a világszerte folyó kutatások egyértelműen igazolták, hogy a talajok termékenységében – számos tényező mellett – a megfelelő szintű tápanyagellátottság (utánpótlás) fontos szerepet játszik. Hazai szabadföldi kísérletek is egyértelműen igazolják, hogy a trágyázás, illetve műtrágyázás a termékek emelkedésében pozitív korrelációt mutat (Kádár, 1992). Az 1930-as évektől a századfordulóig feljegyzett hazai szerves- és műtrágyák (N, P_2O_5 , K_2O hatóanyagok) fokozódó felhasználása a szerves trágyák csökkenését eredményezte (vagy a szerves trágyák csökkenése idézte elő a fokozódó műtrágya-felhasználást), ami sajnálatos módon összefüggésben volt az állatlétszám igen erőteljes csökkenésével. Magyarországon az 1960-as évektől – amikor a magasabb termékek elérése állami feladat volt – szükségessé vált a talajok negatív foszfor- és káliumellátottságának javítása. Ebben az időben az agrokémiai szaktanácsadás fontos szerepet töltött be a kiegyensúlyozott tápanyagellátás biztosításában (Németh et al., 2010). Kiemelést érdemel, hogy a műtrágya-felhasználás az 1970-es évek közepére egy hektárra vetítve, az 1960-as évekhez viszonyítva több mint háromszorosára emelkedett (1971-1975 között 217 kg/ha/év; 1976-1980 között 250 kg/ha/év) és 1981-1985 között elérte a 278 kg/ha/év felhasználást (Loch és Nosticzius, 2004). A hektáronként (kg/évek) felhasznált műtrágyahatóanyag-mennyiség ezekben az években pozitív tápelem-mérleget mutatott, amely meghaladta a művelés alatt álló területekről a terményekkel elszállított tápelem mennyiségét. Az 1991-es évektől kezdve kisebb-nagyobb ingadozásokkal a műtrágya felhasználás 43-56 kg/ha/év volt és visszaesett az 1960-as évek szintjére; ennek következtében a

tápanyagmérleg negatívvá vált, amely a terméscsökkenésben (például búza, kukorica) is megnyilvánult. Az éves műtrágya hatóanyag felhasználása 1991-ben 196 ezer tonna volt, amely 1996-ra 270 ezer tonnára emelkedett, a szerves trágya esetében a felhasználás 8 millió tonnáról 4 millióra csökkent ugyanezen időszakban. A jelentős ingadozásban a szakszerű tápanyag-gazdálkodást figyelmen kívül hagyó tényezők (például tulajdoni kérdések, tőke- és pénzhiány, az állami szerepvállalás túlzott mértéke az 1980-as években, vagy hiánya és kiszámíthatatlansága az 1990-es években) játszottak szerepet (Németh, 1999).

Az alacsony tápanyag-ellátottság csökkenti a talajok termékenységét és a velejáró terméscsökkenés veszélyezteti a termesztés gazdaságosságát, a túlzott tápanyag-ellátottság pedig számos növényvédelmi [a nagy mennyiségű nitrogénműtrágya, például növeli a gabonafélék fertőzésfogékonyságát a biotróf gombákkal (példul. búzarozsda-, lisztharmat-gombák) szemben (Király, 1968; Goodman et al., 1991) és környezeti problémán kívül gazdaságtalan is] problémát okoz. A tápelem-hiányok és tápelem-többletek egyaránt megnehezítik a növényi és állati károsítók által előidézett tünetek objektív felismerését (Füleky, 2013). A talajok tápanyagellátásával kapcsolatos évtizedes kutatások nyilvánvalóvá tették, hogy a fenntartható mezőgazdasági fejlődést biztosító tápanyagellátásban a mechanikus, ötleyszerű, tudományosan nem igazolt gyakorlatról át kellett térni egy olyan tudományosan igazolt termésmennyiségre, a -minőségre kedvező, és a környezetre veszélytelen egyaránt dinamikus trágyázási gyakorlatra, amely figyelembe veszi a természetű növény tápanyagigényét, az elővetemény hatását, a rendelkezésre álló tápelem-források optimális kihasználhatóságát, a növények tápelem-felvételi dinamikájához kapcsolódó tápelem-körforgalmat, a tartamhatást a kedvezőtlen mellékhatások kiküszöbölését, az esetlegesen okozott stresszhatásokat és a talajtermékenység fenntartását és javítását (Németh, 1995, 1996, 1999; Pálmai és Horváth, 1998; Pepo, 1999; Birkás, 2012). Hangsúlyozni szükséges azt is, hogy a tápanyag-gazdálkodás nem azonos a trágyázással, hanem a talaj termékenységének fenntartása mellett meg kell felelni a környezetvédelmi és gazdaságossági céloknak is, a jó mezőgazdasági gyakorlat (*good agricultural praxis, GAP*) elveinek és a mezőgazdasági terményekben megnyilvánuló jó minőségnek, figyelembe véve a hatékonyságot és a gazdaságosságot (Németh et al., 2010).

Az 1970-es évek második felétől kezdve – az intenzív növénytermesztés miatt – szükségessé vált a tápanyag-utánpótlási kérdések egységes kezelése. Rendelet írta elő a 6 hektárnál (majd az 1980-as évek közepétől az 5 hektárnál) nagyobb összefüggő területek kötelező *talajvizsgálatát*. Ennek eredményeképpen létrejött adatbázis alapján a Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium (MÉM) Növényvédelmi és Agrokémiai Központ (NAK) szaktanácsadói által a termesztett növényekre kidolgozott fajlagos tápanyag-igény megállapításával a tényleges nitrogén-hatóanyag szükséglet megállapítható volt. Az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete a KSZE Agrárfejlesztő és Kereskedelmi Rt.-vel az 1980-as évek közepétől közös szaktanácsadási rendszert dolgozott ki és elvégezték ennek számítógépes programozását is (vö.: Sarkadi és Várallyay, 1989; Németh, 1996).

Az utóbbi években az agrárgazdaság területén az informatikának és az automatizálásnak köszönhetően olyan precíziós növénytermesztés jött létre, amely egy újabb

gazdálkodási formát, az úgynevezett precíziós gazdálkodás (*precision farming*) eredményezett (vö.: III. fejezet), amely integrálni képes a hazai, körülbelül 5 millió hektáros területen a biológiai, műszaki és ökonómiai tényezőket. Ez a 21. századi agrárstratégiai fejlesztés magában foglalja a termőhelyhez alkalmazkodó termesztést, a táblákon belüli, illetve a táblák közötti változó technológiát, az integrált növényvédelmet, a kártevők, a gyomok és a betegségek táblán belüli eloszlását, a távérzékelést, a talaj-, illetve terméstérképeket, a termésmodellezést. Ennek a módszernek természetes része a szaktanácsadáson keresztül működő precíziós tápanyag-gazdálkodás is, amely a magyar növénytermesztés régi időkre visszatekintő igényét fejezi ki (vö.: Németh et al., 2010).

A hazai Talajvédelmi Információs és Monitoring (TIM) rendszert –, amely a talaj állapotának részletes és objektív felmérését szolgálja – a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) működteti, a mintavételeket a megyei kormányhivatalok növény- és talajvédelmi igazgatóságainak szakemberei, a laboratóriumi vizsgálatokat pedig a NÉBIH három regionális talajvédelmi laboratóriuma és a talajbiológiai laboratóriuma végzi.

2. A peszticidek forradalma

A növények károsítóival szembeni védekezés – amely kezdetben a növények által termelt természetes hatóanyagokra terjedt ki – a szerves kémia és a vegyipar 19-20. századi óriási fejlődésével lehetővé tette a kémiai anyagok, új kémiai hatócsoporthat felfedezését és szintetizálását, valamint azt a fejlődést, amely megalapozta a növényvédőszer-gyártást és lehetővé tette a növényvédelmi célú károsítók elleni peszticidek felhasználását. A kémiai anyagok előállításának szükségességét gazdasági (a kultúrnövények károsodásának mérséklése, a termények minőségének megőrzése, a munkaerő csökkentése) és egészségügyi okok (rovarok által terjesztett emberi betegségek visszaszorítása és a háziállatok élősködői elleni védekezés) tették szükségessé. Mindemellett tény az is, hogy a peszticidek a környezet elszennyezésében, ökotoxikológiai problémák előidézésében és a rezisztencia kialakulásában is szerepet játszanak (Darvas, 1999).

Az 1848-ban J. Stenhouse (1809-1880) skót kémikus által felfedezett klórpikrin (Cl_3CNO_2), majd a rodanid (újabb nevén tiocianát, SCN) és az 1883-ban A. Bernthsen (1855-1931) által felfedezett fenotiazin [$\text{S}(\text{C}_8\text{H}_4)_2\text{NH}$] rovarölő szerek szintetizálása az 1900-as évek első felében igen jelentős előrelépés volt a rovarok elleni kémiai védekezésben. Az 1800-as években előállított foszforsavészter hatóanyagok növényvédelmi felhasználása a 20. század első évtizedeiben kezdődött el. A rovarölő hatású klórozott szénhidrogének közül az Othmar Zeidler (1859-1911), a Strasbourg-i Egyetem fiatal kémikus doktorandusza által 1873-ban előállított diklórdifenil-triklórétán (DDT) – amelynek rovarellenes hatását Paul Hermann Müller (1899-1965) svájci vegyész ismerte fel, és aki ezért a felfedezésért 1948-ban orvoselettani Nobel-díjat kapott – igazi kipróbálására 1944 januárjában, Nápolyban került sor, amikor a trópusi hadszíntereken a tífuszjárványt (malária) terjesztő rovaroktól sok millió embert mentettek meg. A rovarok periférikus idegrendszerén hatást

kifejtő, kiváló rovarölő (toxikus) tulajdonsággal rendelkező, kémiailag stabil, széles hatásspektrumú, kontakt, perzisztens, klórozott szénhidrogén, a DDT bevezetése a mezőgazdasági gyakorlatban forradalmi változást idézett elő a károsítók elleni védekezésben. Az 1950-es évektől kezdve a kémiai növényvédelem kutatása igen jelentős kihívás volt. A multinacionális cégek jelentős mezőgazdasági kémiai ipart fejlesztettek ki (Király, 2001). A DDT az 1950-es évek második felétől a hazai monokultúras mezőgazdaságban, ahol a károsítók okozta növényvédelmi problémák megnövekedtek, igen hatásosnak bizonyult és felülmúlta a korábban alkalmazott alternatív növényvédelmi módszereket. A Hungária Vegyiművekben gyártott DDT (*Matador*) mennyisége a fokozódó igényeknek megfelelően egyre növekedett. Az 1950-es évek végén évi 1000 tonnát, 1965-ben már 2000 tonnát állítottak elő. A klórozott szénhidrogének másik csoportja, a kellemetlen szagú hexaklór-ciklohexán (*HCH*) is fontos szerepet játszott a DDT mellett. A Hungária Vegyiművek termelése az 1950-es évek második felében elérte az évi 800 tonnát. A DDT-t stabilitása, széles hatásspektruma (nemcsak a mezőgazdaságban, hanem a közegészségügyben és a háztartásokban is), lassú lebomló képessége, mellékhatásainak nem kellő ismerete miatt „csodaszernek” tekintették. A DDT-hez óriási reményeket fűztek az 1947 júniusában Magyarországon megtelepedő igen veszélyes kártevő, a burgonyabogár (*Leptinotarsa decemlineata*) és az amerikai fehér szövőlepke (*Hyphantria cunea*) elleni védekezésben. A hazai kémiai növényvédelem fejlődésére a burgonyabogár megjelenése nagy kihívást jelentett. A DDT igen nagy mennyiségben (és megfelelő védekezési rendszabályok betartása nélküli) történő felhasználását ugyan kísérték mellékhatásaira utaló figyelmeztetések, azonban ezek eltörpültek a „csodaszer” árnyékában. Az Amerikai Egyesült Államok Hal- és Vadvédelmi Szolgálatja ugyan számos korlátozó ajánlást fogalmazott meg a DDT használatával kapcsolatban, de ezeket is figyelmen kívül hagyták. Igazi áttörést jelentett Rachel Carson (1907-1964) amerikai ismeretterjesztő író 1962-ben megjelent „*Silent Spring*” című könyve, amely Makovecz Benjámint fordításában, 1994-ben Néma tavasz (Katalizátor Iroda, Budapest) címmel magyarul is megjelent. Rachel Carson életének és munkásságának rövid összefoglalása megtalálható M. Macardle: „*Scientists*”. *Basement Press, (London 2008)* című könyvében, illetve „Tudósok” címmel magyar nyelven a Hajja és Fiai Könyvkiadó (Debrecen, 2011) gondozásában. A könyv ragyogó, olvasmányos stílusban, szakavatottan rámutatott a növényvédő szerek felhasználásának veszélyeire az élelmiszerláncban és a környezetben. A vegyipar, inkluzíve növényvédőszer-gyártás hatalmas növekedése (és használata), a növényvédő szerek használatával együtt járó terméshozam növekedések időszakában Carson figyelmeztetése egyesek számára peszticid-ellenes könyvnek számított. Carson oly korban élt, amikor az amerikaiak azt hitték, hogy a tudomány kizárólag a fejlődés letéteményese lehet, ezért állítása – mi szerint a tudományos haladás károsítja a környezetet – sokkhatásként érte a közvéleményt. Rachel Carson könyve nemcsak „közönségsikert” aratott, hanem J. F. Kennedy (1917-1963) az Amerikai Egyesült Államok elnöke által összehívott kormányzati bizottság vizsgálatai is megerősítették a növényvédő szerekkel kapcsolatos problémákat, amelyek Carson megállapításaival összhangban voltak. Arnold „Al” Gore Jr. – Bill Clinton elnöksége idején az Amerikai Egyesült Államok alelnöke

volt (1993-2001), későbbi ismert környezetvédő, aki 2007-ben az Éghajlatváltozási Kormányközi Testülettel megosztva Nobel-békedíjat kapott – Rachel Carson könyvét „korszakos jelentőségű”-nek nevezte. A CBS-televízió 1963-ban interjút közölt Rachel Carsonnal a Néma tavasz című könyv megjelenése után, aki a következőket mondta: „Szilárd meggyőződésem, hogy generációnknak egyezsége kell jutni a természettel. Úgy vélem, az emberiség számára ezeddig ismeretlen kihívással kell szembenéznünk: bizonyítanunk kell érettségünket és uralmunkat, de nem a természet, hanem önmagunk fölött.” Carson (1962) felszólította a tudósokat, hogy fordítsanak háttal a kémiai úton előállított növényvédő szereknek és keressék a „biológiai megoldást”. Ez – mint ismert – Carson halála után két évtizeddel meg is történt.

A magyar növényvédelmi szervezet kezdetektől fogva felkészült volt a növényvédő szerek veszélyeivel és használatával kapcsolatban. A növényvédelem alapjainak lerakását megteremtő Bodnár János (1889-1953), a debreceni Orvostudományi Egyetem tanára által 1922-től vezetett Mezőgazdasági Növénybiokémiai Állomás és az 1932-ben a Növényegészségügyi Intézetben (majd a Növényvédelmi Kutató Intézetben) létrehozott és Terényi Sándor (1897-1987) által vezetett Kémiai Osztály a II. világháború utáni években, főleg az 1960-as évektől kezdve Josepovits Gyula (1922-2005) által vezetett Kémiai (1961), majd Biokémiai Osztályon, és Matolcsy György (1920-1993) által vezetett Szerveskémiai Osztályon olyan nemzetközi színvonalú kutatásokat végeztek, amelyek a szerves hatóanyagú növényvédő szerek kutatásával, fungicidek hatásmechanizmusával, analitikájával, minősítésével, a membrán transzporttal, emulziók fizikai tulajdonságainak sajátosságaival, a rezisztencia alapkérdéseivel foglalkoztak (Josepovits, 1980; Matolcsy, 1980). Fontos szerepet játszott ebben az időszakban a hazai vegyipar (például Hungária Vegyiművek stb.), amely a kutatási eredmények befogadásával biztosította az ipari hátteret. A növényvédelmi kémia fejlődésével és a növénybetegségek kórokozóinak megismerésével vált lehetővé, hogy a kórokozók ellen a korábban [vö.: Julius Kühn (1825-1910) és P. M. Millardet (1838-1902)] alkalmazott réztartalmú (csávázó-, permetező és porozó szerek) és kéntartalmú (permetező és porozó szerek) szereket [például rézgálicos csávázás a gabonaüszög és meszes rézgálic (bordeauxi-bordói lé) a szőlő peronoszpóra ellen] felváltsák azok a szerves hatóanyagú fungicidek, amelyek kutatásában és előállításában a budapesti Növényvédelmi Kutató Intézet Biokémiai- és Analitikai Osztálya, valamint Szerveskémiai Osztálya a Chinoin, a Nitrokémia és a budapesti Vegyiművekkel együttműködött. A szisztémikus fungicidek hatásmechanizmusával és a fungicid-rezisztencia biokémiai okainak felderítésével a világ élvonalában lévő kutatások tisztázták például a csávázószer hatóanyagok gomba spórákba történő felvételét, transzlokációját (például etazol, triadimefon stb.), vagy a benzimidazol-típusú szisztémikus fungicidek hatásmechanizmusának kutatása során megállapították, hogy a benzimidazol-származék enzimatikusan hogyan kapcsolódik a szerinnel és képez gyűrűs aminosav-származékot, amely reakció a növényi szövetekben és a gombák micéliumaiban is bekövetkezik (Josepovits, 1980). Fontos alapkutatási eredmények születtek új fungicid vegyületek tervezésével, az izomeria viszonyok és a biológiai aktivitás megállapításával, vagy a fungicideknek a mikroorganizmusok antagonizmusára kifejtett mellékhatások tanulmányozása során. Nem utolsó sorban kiemelendők azok a hazai kutatási eredmények,

amelyek a MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központtal létrejött együttműködés során születtek: módszertan, növényvédőszer-minősítés, peszticid maradványok, fizikai jellemzők (szemcseméret, olajemulziók stabilitása, lebegő képesség, nedvesítő képesség), növényvédő szer hulladék veszélytelenítés stb.

A gyomirtásban a legrégebben alkalmazott szeretlen vegyületek (20-25%-os vasgalic, 5-8%-os kénsav, olajozatlan mésznitrogén stb.) használatát követően a modern szerves kémiai kutatások az 1940-es években korszerű hatóanyagok, a szintetikus növekedés-szabályzók, az úgynevezett fitohormonok (2,4 D, MCPA) felfedezéséhez vezettek (Templeman, 1939; Templeman és Marmoy, 1940), amelyek megnyitották az utat a ma is állandóan fejlődő gyomirtás (gyomszabályozás) immáron hét évtizedes történetében. A triazinok (1952-ben); az Atrazin 1958-ban volt regisztrálva, a difenil-éter (például nitrofen: 1963), az antidotált herbicidek (*Eradicane G-E*, 1974), a szulfonilurea (klórszulfuron: 1980) és számos új hatóanyag felfedezése hozzájárult a különböző növényi kultúrák gyomszabályozásához (vö.: Kazinczi, 2004; Garwood, 2013 és mások). A vegyszeres gyomirtási kutatások az 1940/50-es években a budapesti Növényvédelmi Kutató Intézetben a Szerveskémiai Osztályon kezdődtek el az auxin-típusú herbicidek izotóp nyomjelzéssel növényekbe történő felvételével és transzlokációjával kapcsolatban (Matolcsy, 1980). A kutatási eredményeknek és a Nehézvegyipari Kutató Intézettel való együttműködésnek köszönhető a triazin herbicidek hazai gyártása és a kukorica szelektív gyomirtására alkalmas herbicid [*szimtriazin (Simazin)*] új előállítás technológiájának kidolgozása. A túlzott kémiai stabilitású triazinok (*Aktinit DT*) használatával együtt járó kultúrnövény károsodás miatt szükségessé vált kevésbé perzisztens triazin-származékok előállítása [például 2-klór-4-alkil-amino-6- (1',1'-dimetil-3-oxo-butil) – amino-szim-triazin-sorozat]. Ugyancsak kiemelkedő kutatási eredmény volt a különböző növények (például kukorica, szőlő és gyümölcsültetvények) vegyszeres gyomirtására alkalmas alkil-amino-klór-triazin származékok gyártástechnológiájának kidolgozása. 1962-1979 közötti kutatások eredményeképpen négy fontos gyomirtó-szer (*Simazin, Atrazin, Prometrin, Propachlor*) hazai gyártása valósult meg, amely az új előállítási technológia alapján 4 milliárd forint termelési értéket és 200 millió USA dollár megtakarítást eredményezett.

A Növényvédelmi Kutató Intézet Biokémiai Osztályának, Szerveskémiai Osztályának és Kórélettani és Rezisztenciabiológiai Osztályának az ezt követő években megszűnésükig végzett, nemzetközileg elismert elméleti és gyakorlati kutatómunkája az intézet sikertörténetéhez tartozik, mint a később önállóvá vált, majd megszűnt Gyomnövénykutatási- és Vegyszeres Gyomirtási Osztály tevékenysége is (Josepovits, 1980; Király és Klement, 1980; Matolcsy, 1980). A hazai növénybiológiai, herbológiai kutatásokban Ujvárosi Miklós (1913-1981), Ubrizsy Gábor (1919-1973), Rainiss Lajos (1916-1974), Szatala Ödön (1924-2010), Gimesi Antal, Hunyadi Károly (1945-1998) és sokan mások, akik gyomcönológiái kutatásokkal és gyomirtási tevékenységükkel, vagy mint Győrffy Béla (1928-2002) a kukorica vegyszeres gyomirtási technológia folyamatos korszerűsítésével, elévülhetetlen érdemeket szereztek.

1954-ben igen jelentős változás következett be a hazai növényvédelmi szervezet életében. A kormányhatározat alapján létrejött megyei növényvédő állomások főleg állami finanszírozással és ellenőrzéssel végezték munkájukat, elsősorban a rovarkártevők

(például burgonyabogár, amerikai fehér szövőlepke) és 1955-től a gyomnövények ellen (Eke, 2004). A MÉM Növényvédelmi Szolgálat (MÉM-NSZ) – mint a világ által leginkább elismert növényvédelmi szervezet – kitűnő érdemei közé tartozik, hogy korán felismerte a klórozott szénhidrogének (*DDT*, hexaklór-ciklohexán (*HCH*)) káros mellékhatásait (szermaradvány képződés, perzisztencia, karcinogén hatás stb.) és a világon elsőként 1967. december 31-dikével betiltotta ezeknek a szereknek, majd 1972-ben a klóramino-triazinok („*Atrazin-rendelet*”) használatát. Az 1970-es évek elején minden megyében kialakultak a növényvédő szer maradékok vizsgálatára alkalmas analitikai laboratóriumok (Humántoxikológiai Laboratórium, Vadtoxikológiai Laboratórium, Vízélettani Laboratórium) és ezzel új fejezet kezdődött a magyarországi növényvédelem történetében, amely napjainkra kialakította a károsítók korlátozásának integrált rendszerét, amely a környezet és a károsító fajok populáció dinamikájának összefüggéseit figyelembe véve a legösszehangoltabban alkalmazza az összes hatékony módszert és eljárást, és ezzel a károsítók populációit a gazdasági kártétel szintje alatt tartja.

Újabb az integrált növényvédelem helyett az integrált növénytermesztés helytállóbb kifejezés, tekintettel arra, hogy nem a növényállomány károsító-mentesen tartása a fontos elvárás, hanem a növényállomány egészségesen tartása és a gazdasági mértékű kártétel megakadályozása. A Vidékfejlesztési Minisztérium (VM) és a Közigazgatási és Igazságügyi Minisztérium (KIM) stratégiájára, koordinációjára és a végrehajtásra épülő Magyar Növényvédelmi Szervezet (MNSZ) Nemzeti Cselekvési Terve (NCST) (vö.: Gábrriel és Tóthné Lippai, 2012) azt a célt szolgálja, hogy a növényvédő szerek emberi egészségre és a környezetre jelentő kockázatait és kifejtett hatásait csökkentse, valamint az integrált növényvédelem és az alternatív megközelítések vagy technológiák kifejlesztését és bevezetését ösztönözze annak érdekében, hogy csökkenjen a növényvédő szer használat mezőgazdasági eredetű kockázata.

E helyen emlékeztetni szeretnék arra, hogy csaknem négy évtizeddel ezelőtt Szepessy (1977), a magyar egyetemi növényvédelmi oktatás kiemelkedő személyisége a „Növénybetegségek” című egyetemi tankönyvben a következőket írta: „Valószínű, hogy a nem is távoli utókor a jelenlegi, szinte egyoldalú kémiai növényvédelmet el fogja ítélni.” A csaknem négy évtizedre visszatekintő – ma már részben elfogadott vélemény – ellenére hangsúlyozni kell azt is, hogy a kémiai növényvédelemnek nincs alternatívája, tekintettel arra, hogy az intenzív agrárgazdálkodási rendszerben a növényvédő szerek ésszerű használatát nem lehet nélkülözni, de ehhez jobban képzett, szakegyetemet végzett, kitűnően felkészített és felkészült szakemberekre van szükség, amely felételezi egyetemi oktatásunk jelenlegi súlyos problémáinak megoldását is.

3. Az új ipari forradalom

Az új ipari forradalom – amelyet negyedik ipari forradalomnak (*industrialization 4.0*) is neveznek – stratégiáját a magasabb technikai színvonal határozza meg, amelyben az intelligens robotok, online szervizelés és az informatikailag összehangolt eszközök rendszere játssza a legfontosabb szerepet. Az új technológiák a tömegtermelés mellett lehetővé teszik a termékek egyéni igényekre szabott gyártását. Ennek feltétele az új

technológiák alkalmazása, az energia- és anyaghatékonyság növelése, a munkahelyteremtés ösztönzése, a tudásalapú, versenyképes feldolgozóipar, amelyben az oktatás és a szakképzés kiemelkedő jelentősége vitathatatlan.

Az Irinyi-terv célja tk., hogy az ipar aránya a mai 23,5%-ról 2020-ra a GDP 30%-ára emelkedjen – amihez évi 7%-os ipari termelési növekedésre van szükség – és az, hogy Magyarország az Európai Unió legiparosodottabb államai közé tartozzon. Az új ipari forradalom nem a régi ipar újraélesztését, hanem magasabb technikai szintre emelését jelenti. Az irányelvek megvalósításával modernebbé válik az ipari termelés szerkezete, amelyben kiemelt jelentősége van a magasabb hozzáadott értékű termelésnek, az innováció vezérelt gazdaságnak, a hazai vállalatok verseny- és exportképesség javulásának. A kiemelten fejlesztendő területek közé tartozik a specializált gép- és járműgyártás, a turizmus, az egészségipar, az élelmiszeripar és az infokommunikáció (Kiss, 2016).

II. Növénynevelés

„Olyan nagyobb termőképességű növényekre van szükség, amelyek jobban kihasználják a korlátozott földterület adta lehetőségeket, miközben termelésük a legcsekélyebb környezeti terhelést okozza.”³

1. Az örökléstan megalapítója

Történeti szempontból az osztrák származású Johann Mendel (1822-1884) az örökléstan megalapítója. 1843-ban belépett a brünni (ma Brno) Ágoston-rendi kolostorba, ahol felvette a Gregor nevet. Brünn és a kolostor az akkori időkben a mezőgazdasági kutatás és oktatás központja volt. Gregor Johann Mendel részt vett a kolostorhoz tartozó földeken a növénykísérletekben, majd a bécsi egyetemen (1851-1853) folytatott tanulmányai után visszatért a kolostorba, ahol a zöldborsóval nagy horderejű kísérleteket végzett (Macardle, 2008). Mintegy 30 000 növénnyel folytatott keresztezéses kísérleti eredményeiről egy 1865. február 8-án megtartott előadása után 1866-ban megjelent „Kísérletek növény hibridekkel” (In: *Verhandlungen des Naturforschenden Vereins in Brünn für das Jahr, Brünn, 1866*) című munkájában bebizonyította, hogy a különböző virágszínű borsófajták keresztezése következtében az utódnövények virágszínében bizonyos szabályszerűség mutatkozott meg, amely később az öröklődés tanulmányozásához, megértéséhez és a Mendel-törvényekhez vezetett.

Nem szabad figyelmen kívül hagyni azt a tényt sem, hogy Festetics Imre (1764-1847) – a keszthelyi Georgikont alapító Festetics György (1755-1819) testvére – már 1819-ben a brünni *Oekonomische Neuigkeiten und Verhandlungen* (Gazdasági Újdonságok és Közlemények) című folyóiratban – fél évszázaddal megelőzve Mendel munkáját – megjelent dolgozatában a „természet genetikai törvényeiről” vallott nézetei között olyan kérdések szerepeltek, mint a természetes és mesterséges szelekció, a hibrid nemzedékek egyöntetűségére és a későbbi hibrid nemzedékek szegregációjára vonatkozó utalás és egy genetikai újdonságnak, a mutációnak a megsejtése is. Nem állnak rendelkezésre adatok arra vonatkozóan, hogy Festetics végzett-e örökléstan kísérleteket, de az köztudott, hogy a Festetics-birtokon igényes, nemesítői (juh, szarvasmarha, sertés), állatkísérleti munka volt (a növényekkel kapcsolatban csak a véletlenszerű beporzásra és a környezetnek a szelekcióra kifejtett hatásaira van utalás). Anélkül, hogy vitatnánk Mendel érdemeit (elsőbbiségét) rá kell mutatni arra, hogy Mendel tudományos eredményeiről sem vett tudomást a világ 44 évig, Festeticsről pedig teljesen elfeledkezett. Ebben talán szerepet játszott az a tény is, hogy az 1848-as

³ *Planting the future*: Európai Akadémiák Tudományos Tanácsadó Testülete (*European Academies Science Advisory Council, EASAC*). In: Balázs Ervin (2014): A jövő vetése. *Zöld Biotechnológia* 10: 11-12.

szabadságharc után Magyarország elveszítette tudományos nagyhatalmi helyzetét, az 1867-es kiegyezés éveiben a politika és a birodalom országai közötti ellentétek – nem pedig a tudomány – játszották a fő szerepet. Az első világháború borzalmai, a második világháború utáni liszenkóizmus, majd a „klerikális reakció” jelképévé vált mendeli hagyományok hosszú ideig szellemi izolációhoz vezettek (Szabó és Pozsik, 1990; Fári és Kralovánszky, 2006; Lönhárd, 2006, 2008a,b; Müller, 2011; Horváth, 2012b).

2. A magyar növénynemesítés kezdete

A magyar növénynemesítéssel kapcsolatos intézményes tevékenység Cserhádi Sándor (1852-1909) nevéhez fűződik, aki a magyaróvári Mezőgazdasági Akadémia tanszék-vezetője (1884-1904) és a növénynemesítés tantárgy oktatója volt. Nevéhez fűződik a magyar fajtakísérletezés megkezdése is. A növénynemesítés hazai fejlődésére nagy hatással volt az 1909-ben megalakult Országos Magyar Királyi Növénynemesítő Intézet, amelynek első igazgatója Grábner Emil (1878-1955) volt. A „Gazdasági növények nemesítése” című 1908-ban kiadott (majd 1922-ben is megjelent) könyve úttörő jelentőségű volt, mert évtizedeken át (a II. világháború után is) alapműként szolgálta a mezőgazdasági kutatóintézetekben (Iregszemcse, Karcag, Kecskemét, Keszthely, Kiszvárd, Kompolt, Nyíregyháza, Szarvas, Szeged) dolgozó növénynemesítők munkáját és az agráregyetemen (Debrecen, Gödöllő, Keszthely, Mosonmagyaróvár) tanuló egyetemi hallgatókat.

3. Klasszikus növénynemesítés

A klasszikus növénynemesítés alapjainak lerakásában a tapasztalatokon (megfigyelésen) nyugvó kiválogatásnak (szelekciónak) és a jobb tulajdonságokat (például nagyobb termés, károsítókkal szemben ellenálló növények stb.) felmutató növényegyedek továbbszaporításának volt a legnagyobb jelentősége.

A kló szelekció során egyetlen növényegyed (a klón) vegetatív úton szaporított utódai (például burgonya) genetikailag a szülők tulajdonságait megismétlik, ezért a nemesítés során előnyt jelent, hogy függetlenül az előállított klón genetikai heterogenitásától, a klón-utódok homogén populációt alkotnak.

A tömegkiválogatás – mint klasszikus növénynemesítési módszer – során nemesített fajtából, tájfajtából, hibridből kiemelt legjobb egyedek egyenkénti termését összekeverve együtt szaporítják tovább, majd pozitív vagy negatív szelekciós munkával a legmegfelelőbb egyedeket a nem megfelelőektől eltávolítják és továbbszaporítják. Legfőbb hiányossága, hogy a kiválogatás során alkalmasnak vélt növények utódai a későbbi kedvezőtlenebb körülmények között alkalmatlannak bizonyulhatnak, de akkor már elkülönítésük nem lehetséges.

A növénynemesítésben előrehaladást jelentett a legkiválóbb természetes tulajdonságokkal rendelkező növényegyedek keresztezése és a keresztezések következtében új variációk megjelenése. Ezek azonban nem minden esetben vezettek a kívánatos

eredményekhez (a kitűzött nemesítési cél eléréséhez) tekintettel arra, hogy a keresztezéskor a gének véletlenszerűen keverednek, így nemcsak a kívánt gén kerül át az utódokba, hanem agronómiai szempontból kedvezőtlen tulajdonságokat hordozó gén is, ami a későbbi generációkban nagy idővesztéssel jelenhet meg és ezáltal a kívánt eredmény kockázata is növekszik. Ezen a tényen az sem tudott sokat változtatni, hogy ismertté vált a növényi szövetek tápoldatban történő tenyésztése, a gyors és a tömeges sejt- és szövettenyésztés, majd a mikroszaporítás, amely lehetővé tette egyetlen növényből több milliós nagyságrendű szaporítóanyag előállítását.

A mezőgazdaság tudományos alapjainak lerakásától mind a mai napig az egyik legfontosabb feladat a termelés biológiai hátterének biztosítása és annak javítása. A biológiai alapok esetében az egyik legfontosabb elvárás az olyan növényfajták előállítása (nemesítése), amelyek termőképessége, alkalmazkodóképessége, szárazság- és fagyűrűse, valamint károsítókkal szembeni ellenállósága (rezisztenciája) megfelel a mindennapi követelményeknek. A növények biotikus és abiotikus stresszel szembeni ellenállósága elérésének egyik módszere a klasszikus növénynemesítés, amely környezetvédelmi szempontból – a kémiai növényvédelem társadalmilag is kikényszerített, szükségszerű csökkentése miatt is – megfelel. A hagyományos (klasszikus) növénynemesítésnek azonban korlátai is vannak: (1) Az értékes gének áthelyezése egyik fajból a másikba korlátozott; (2) A tulajdonságok nemesítéssel történő bevitelére egy növényfajból hosszú ideig tart; (3) Az ivaros keresztezés nehézségekbe ütközik, vagy lehetetlen; (4) Nemcsak a kívánt, hanem a nem kívánatos gének is átkerülhetnek a kiválasztott partnernövénybe.

4. Géntechnológia és növénynemesítés

Az élő szervezetek biológiai teljesítőképességét jelentősen meghatározza a DNS-molekulák nukleotid sorrendjében rögzített genetikai információ. Ma már a genom programoknak köszönhetően csaknem minden fontos termesztett növény, és tenyésztett állat teljes genetikai kódját ismerjük. Lehetőség van agronómiai gének azonosítására, a gének izolálására és visszaépítésére (transzgén) a nemesítendő szervezetekbe. A rekombináns DNS- módszerek egyik legfontosabb eszközei a restrikciós endonukleázok. Ezek felfedezéséért Werner Arber, Hamilton O. Smith és Daniel Nathans 1978-ban Nobel-díjat kapott. Ezekkel az enzimekkel specifikusan vágható, vagy összeépíthető a DNS-molekula szakaszok. Így a kívánt szerkezetű DNS olyan fehérjéket kódol, amelyek az agronómiai tulajdonságok javítását szolgálják.

Ismert, hogy a mutációs események előfordulása, vagy a transzgének beépülésének helye véletlenszerű. Ezért a precízitás növelés érdekében igen nagy jelentősége van az irányított mutagenézisnek, amit a különböző genomszerkesztési módszerek tesznek lehetővé. A kukorica genomja pl. több mint két milliárd nukleotidot tartalmaz, ezért nehéz megtalálni a célgén kicserélendő nukleotidját. Ezt a funkciót szerkesztett fehérjék, vagy megtervezett vezető RNS-molekulák azonban biztosítani tudják. Ilyenek a „Cink-ujj nukleázok” (*Zinc Finger Proteins, ZnFN*), vagy a „Génátírást aktiváló fehérjékhez hasonló nukleázok” (*Transcription*

Activator-like Effector Nucleases, TALEN). Ezek mellett a leggyakrabban alkalmazott, hatékony és megfizethető az ún. „Csoportosan és szabályszerűen ismétlődő szekvenciák” (*Clustered Regularly Interspersed Palindromic Repeats, CRISPR/Cas9*) módszer (vö.: Belhaj et al., 2013; Cong et al., 2013), amelynek során az RNS- molekula viszi a DNS-t hasító nukleáz enzimet a cél szekvenciához. A DNS hasítást felismerik a sejt hibajavító mechanizmusai, és működésük során történik meg a kívánt nukleotid csere. A genomszerkesztési módszerek rohamosan terjednek, így állítottak elő gyomirtó vegyületeknek ellenálló növényeket, a szelektív gyomirtáshoz. Az új genomszerkesztési eljárásokról (nemesítési módszerekről) részletesebb információ található a Balázs Ervin és Dudits Dénes által szerkesztett „Precíziós nemesítés, kulcs az agrárinnovációhoz” (Agroinform Kiadó, Budapest 2017) c. tanulmánykötetben. Míg Európában nyitott kérdés, hogy a genomszerkesztéssel előállított termékek mentesülnek-e a GMO státusztól, addig az USA-ban már forgalmaznak ilyen termékeket különleges engedélyezési eljárás nélkül. Mivel az EU definíciója az indukált mutánsokat nem tekinti GM szervezeteknek, az lenne a logikus, hogy az irányított mutagenézisből származó szervezetek is hasonló elbírálásban részesüljenek.

5. A búza nemesítése

A „világ történelmét megváltoztató” 50 növény (vö.: Laws, 2010) közé tartozik a búza és a kukorica, amelyek területe a világban az USA Mezőgazdasági Minisztériuma, az USDA (*United States Department of Agriculture*) 2016. évi adatai szerint 220 millió hektár, illetve 180 millió hektár körül alakult (vö.: Berzsényi Z., 2013; Anonymus 2016b). Hazánkban a legnagyobb területen termesztett létfontosságú növények, ezért a magyarországi növénynemesítés történetében a búza és a kukorica nemesítése történelmi és stratégiai jelentőségű.

A magyarországi növénynemesítés másfél évszázados sikertörténete – amelyet Mokry Sámuel (1832-1920) 1864-ben megkezdett búzanemesítő eredményes munkásságától és Szilvai Lajos által először 1874-ben alkalmazott keresztezéses nemesítési módszer bevezetésétől számít a hazai agrártudomány – az 1863. évi nagy aszály és az 1876. évi gabonaroszda-járvány által előidézett óriási termésveszteségek hatására indult el (vö.: Lelley, 1982; Kapás, 1997; Dudits, 2007 és mások). A 19. században a búza termesztése az egész mérsékelt égövben elterjedt és az ipari forradalommal az élelmiszer-forradalom is elkezdődött, amely Amerikát és Európa nyugati államait a világ leggazdagabb országaivá tette.

A 20. század első évtizedeiben virágkorát élte a magyar búzanemesítés, amely első sorban Baross László (1865-1938), Székács Elemér (1870-1938) és Fleischmann Rudolf (1879-1950) által nemesített gabonaroszda-ellenálló Bánkúti 1201-es, Bánkúti 1205-ös és a szárazságtűrő F481-es fajták nemesítésével világhírnevet szerzett.

A magyarországi búzanemesítés a II. világháború után a Martonvásáron 1949-ben létesített Agrobiológiai Intézetben (1953 óta a Magyar Tudományos Akadémiához tartozó Mezőgazdasági Kutató Intézetben, majd az MTA Kutatóhálózat átszervezését követően 2012-től az MTA Agrártudományi Kutatóközpontban) kezdődött, illetve

folytatódott „a növénynemesítés egységes irányítására és a nemesített vetőmag-ellátás biztosítására” című kormányrendelettel (Bedő, 2009). A kutatóintézet hírnevét a búza- és a kukoricánemesítés eredményei alapozták meg. A búzanemesítés alapvetően a Baross László által nemesített, 1931-ben állami elismerést kapott és 1933-ban a Kanadai Búza Világkiállításon (Regina) első díjat nyert, a korábbi fajtákkal szemben korai érésű, jó szárszilárdságú, jó tápanyag-hasznosítású és rozsdagomba-fertőzéssel szemben ellenálló, valamint a Fleischmann Rudolf által nemesített F481-es búza fenntartására és felújítására támaszkodott, de kísérletek történtek újabb fajták előállítására (például Kompolti 169) is, amelyben kiemelkedő szerepet játszott Lelley János (1909-2003).

Lelley kimagasló érdemei közé tartozik, hogy terjedelmes búza fajtagyűjteményt gyűjtött össze és a töbttényezős tulajdonságok helyett „egyes szelekciós” módszert fejlesztett ki, kézi mikroparcellás vetőgépet szerkesztett, kidolgozott egy tömeges, megbízható mesterséges rozsdafertőzési módszert, amelyben olyan kiváló munkatársra talált, mint Bócsa Iván (1926-2007) klasszikus növénynemesítő és populáció genetikus, később az MTA rendes tagja, aki a levél- és szárrozsdá rasszok meghatározásában és a provokációs kísérletekben nélkülözhetetlen segítséget nyújtott (vö.: Kapás, 1997; Lelley, 1999). Az 1950-es években a martonvásári Mezőgazdasági Kutató Intézetben Rajki Sándor (1921-2007) kezdeményezésére megkezdődtek a külföldi (olasz, francia, szovjet) búzafajták keresztezési célokra történő felhasználása, amelyek azonban főleg a gyenge télállóság miatt nem váltották be a hozzájuk fűzött reményeket. Áttörést jelentett a Bezosztaja1 szovjet búzafajta, amelynek szárszilárdsága, lisztminősége, termőképessége, télállósága is jónak bizonyult, de lisztharmattal szemben fogékony volt. Ezért szükségessé vált az 1957-ben Beke Ferenc (1914-1986) által nemesített, állami minősítést kapott Bánkuti 1201-es és Kawvale keresztezésével előállított, levélrozsdával (*Puccinia graminis*) szemben ellenálló és jó termőképességű búzafajta (Fertődi 293) természetbe vétele.

A búzanemesítésben igazi áttörést jelentett a Martonvásáron 1972-ben felépített fitotron, amely Európában a francia Gifsur Yvette-i fitotron mellett a második legkorosabb volt (Kőszegi et al., 2009). Ma már nélkülözhetetlen szerepet játszik a gabonafélék abiotikus (hőmérséklet, szárazság stb.) stressz adaptációjában szerepet játszó élettani, biokémiai folyamatok feltárásában, az adaptációt meghatározó gének funkcionális vizsgálatában és nem utolsósorban a globális klímaváltozás várható hatásainak kutatásában. A búzanemesítés eredményességét genetikai és keresztezési kutatások jelentették, amelyek új, jó minőségű, jó termőképességű és hideg (fagy), valamint szárazság tűrő martonvásári búzafajtákat (1, 2, 4, 8, 16, 17, Alföld stb.) eredményeztek. A martonvásári búzanemesítés kiemelkedő sikertörténetéhez tartozik, hogy több mint 76 olyan őszi búzafajta (ebből 1999-2009 között több mint 33) előállítására került sor, amelyek jó minőséggel és jó stressztűrő képességgel rendelkeznek (Bedő, 2009).

Nem hagyható figyelmen kívül az 1924-ben létesített Alföldi Mezőgazdasági Intézet (Szeged), amelyet az elmúlt években számtalanszor átszerveztek, 2009 óta pedig Gabonakutató Non-profit Közhasznú Kft. néven szolgálja a magyar mezőgazdasági tudományt és gyakorlatot. Az elmúlt 10 évben 64 államilag elismert fajtája (15 őszi búza) és hibridje kapott állami elismerést (Matuz, 2009, 2014). Az intézmény kiemelkedő eredményeket ért el a búzanemesítésben. A Bánkuti Nemesítő Telepen 1955

után folytatódott a már korábban elismert búzafajták (például Bánkúti 1201; Bánkúti 1205) fajtafenntartó nemesítése, majd 1962-től a Kiszombori Telepen Lelley János irányításával végzett búzanemesítés, amely intenzív búzafajtákra jellemző tulajdonságokkal (szárzilárdság, jó termőképesség stb.) rendelkező fajtákban (GK Tiszatáj, GK Szeged) nyilvánult meg. A szegedi búzanemesítők korai nemzedékének tagjai [Beke Ferenc (1914-1988), Barabás Zoltán (1926-1993), Erdei Péter (1928-2001)] és mások a hímsterilitás és heterózishatás vizsgálatával, indukált mutációval, nemzedékváltás gyorsítással, betegségekkel szembeni rezisztenciafejlesztéssel számos búzafajtát állítottak elő (például GK Öthalom, GK Garaboly, GK Zombor, GK Kincső).

A búzanemesítés 20. századi sikertörténetéhez tartozik – amely az 1943. évi bengáliai éhínség és az 1960-as évek indiai aszályos évei után az éhhaláltól mentette meg India sok millió lakosát – a 102 éve született Norman Ernest Borlaug (1914-2009), az 1970-ben Nobel-békedíjjal és számos egyéb díjjal kitüntetett amerikai növénypatológus, genetikus, növénynemesítő, az Amerikai Nemzeti Tudományos Akadémia (1970), az Iowa Tudományos Akadémia tagja (1975) és a Magyar Tudományos Akadémia tiszteleti tagja (1980), munkássága, aki japán törpebúza és féltörpe búza (Norin 10, Norin 10/Brevor) keresztezésével olyan trópusi és szubtrópusi klímára alkalmas, búzarozsdaival szemben ellenálló búzafajtát állított elő Mexikóban, amelynek szárzilárdsága, megdőlés mentessége, termésmennyisége lényegesen jobb, illetve nagyobb volt a korábbi fajtáknál és ennek következtében az ország búzatermése hatszorosára növekedett.

A Mexikóból Indiába és Pakisztánba – számos akadály ellenére – 1968-ban érkezett nagy mennyiségű „Borlaug-búza” bő terméssel ajándékozta meg mindkét országot és India 1974-ben már nettó búzaimportőr lett. A Borlaug törpebúza variánsai megszüntették az indiai kontinensen évek óta meglévő éhínséget, amely az 1970-es években megteremtette az ázsiai kontinens mezőgazdaságának átalakulását az úgynevezett zöld forradalmat (*green revolution*). Borlaug és Dowswell (2003) egy olaszországi konferencián elhangzott előadásban hangsúlyozták, hogy a zöld forradalom előtti agrárium feltámasztására nincs lehetőség, mivel a hagyományos módszerekkel a Föld jelenlegi népességét csak háromszor nagyobb földterület mezőgazdasági termelésbe vonásával lehetne élelemmel ellátni. A 20. század klasszikus növénynemesítése sikertörténet volt⁴ és méltán választotta néhány évvel ezelőtt a Shimla-i (India) burgonya világtalálkozó a „*Breeding is future*” mottót.

A 2014. évben Mexikóban megrendezett Borlaug-csúcstalálkozó született nemzetközi összefogás (*International Wheat Yield Partnership, IWYP*) értelmében a 2030-as évekre a búza termésmennyiségét 50%-kal kell emelni (a Világbank szerint 60%-kal).

⁴ A 20. századi növénynemesítés sikertörténetéhez tartozik a Borlaug professzorral együttműködésben kutató Monkomba Swaminathan indiai genetikus, növénynemesítő, az Indiai Tudományos Akadémia tagjának, Ázsia legbefolyásosabb emberének tudományos tevékenysége. Az indiai Központi Burgonyakutató Intézetben (*Central Institute for Potato, CIP, Shimla*) szervezett, szubkontinensre kiterjedő burgonyakutatói hálózata által előállított új, rezisztens burgonyafajtákkal többszörösére emelte a burgonya termésátlagokat és az egykor importra szoruló országból burgonya exportáló ország lett. Az indiai „örökzöld forradalom” (*ever green revolution*) a fenntartható fejlődést, a környezetileg fenntartható élelmiszer-biztonságot és a biodiverzitás megőrzését szolgálta, amely India gyors ipari fejlődése mellett gazdasági életének alapja a vidéki földművelés lett, ahol a foglalkoztatottak 60%-a a mezőgazdaságban dolgozik.

Erre egyrészt azért van szükség mert a világ népessége a század közepére – az előrejelzések szerint – meghaladja a 9 milliárd főt és az emberiség 20%-os kalória igényének biztosításában a búza stratégiai jelentőségű. Tekintettel arra, hogy a terméseredmények emelkedése a termőterület növelésével, a monokultúras termesztés fokozásával nem valósítható meg, ezért új termesztéstechnológiai módszerek kifejlesztésére és a környezeti feltételekhez jobban alkalmazkodó fajták előállítására van szükség.

A kelet-európai (beleértve a magyar nemesítést is) 21. századi búzanemesítés leginkább komplex feladata a szárazság- és hőtűrés javítása és az új búzafajtákban nagyobb potenciális termőképesség elérése. Figyelembe kell venni azt is, hogy a fehérjetartalom növelése helyett a fehérjekomponensek összetételének változtatása is igen fontos kutatási feladat. A növénynemesítési módszerek átalakulása (adatbankok létrehozása, a genetikai állomány számítógépes nyilvántartása, statisztikai elemzések, biotechnológiai módszerek, *doubled* haploid nemesítés, *in vitro* szomaklónális szelekció, molekuláris markerszelekció stb.) új paradigmaváltás a búzanemesítésben (Bedő et al., 2014; Mesterházy et al., 2014). Világszerte folyik az agronómiailag hasznos gének izolálása és felhasználása, transzgenikus és ciszgenikus növények nemesítése. De a jelenlegi helyzetben a közvélemény ellenállása miatt a kontinentális búzanemesítésben nem várható a géntechnológia ilyen célból történő alkalmazása a közeli jövőben (Bedő et al., 2014).

6. A kukorica nemesítése

Az 1920-as években az Amerikai Egyesült Államokban elkezdett beltenyésztéses kukorica előállítása után hazánkban az 1930-as években indult el a kukoricanevelés. Jánossy Andor (1908-1975) a tápiószelei Országos Agrobotanikai Intézet vezetőjének érdeme, hogy számos hazai és külföldi nemesítésű kukoricafajtát összegyűjtött és gondoskodott megőrzéséről a tápiószelei fajtagyűjteményben. Ez a genetikai anyag óriási jelentőségű volt a hazai nemesítés számára. Ennek köszönhető, hogy Fleischmann Rudolf (1879-1950) és Pap Endre (1896-1991) már az 1930-as évek végén beltenyésztett kukoricavonalakkal rendelkezett. Európa első beltenyésztéses hibridkukoricáját (Martonvásári 5 = Mv5) Pap Endre állította elő 1953-ban (Hornýák, 1999; Marton et al., 2013; Marton és Spitkó, 2013). A beltenyésztéses kukorica hibridek megjelenését követően 1964-től Magyarországon már 100%-ban hibrid vetőmag állt rendelkezésre. A hibridkukorica előállítása a mezőgazdasági növények genetikai javítása terén minden idők egyik legnagyobb sikere. A beltenyésztéses hibridizáció – néhány éves kényszerszünet után – főleg a Martonvásári Biológiai Intézetben (ma MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet) és később a keszthelyi Agrártudományi Egyetemen (ma Pannon Egyetem, Georgikon Kar) és a Szegedi Gabonatermesztési Kutató Intézetben (ma Gabonakutató Non-profit Kft.) is folytatódott. Mindhárom intézet munkatársainak [például Berzsényi-Janosits László (1903-1982), Gyulavári Oszkár, Kovács István (1922-2015), Csetneki András (1929-1994), Kovács Károly (1926-2012), Szundi Tamás, Németh János (1931-2013) és másoknak] és a jó nemzetközi együttműködésnek köszönhető, hogy a magyarországi kukoricatermesztés „aranykor”-ként vált ismertté (Marton és Spitkó, 2013). A martonvásári kukoricanevelés

sikertörténetére jellemző, hogy az elmúlt hat évtizedben több mint 100 saját kukorica hibrid és mintegy 50 kooperációs hibrid előállítására került sor (Bedő, 2009). A kukorica kutatást nemzetközileg is kimagasló eredmények kísérték⁵.

A magyarországi növénynevelés legújabb kori martonvásári és szegedi kutatónemzedékének kutatási eredményei (géntérképezés, gén-azonosítás, sejtszövettenyésztések, molekuláris genetikai és géntechnológia módszerek alkalmazása, szárazságtűrés javítása, vízhiány okozta stressz-válaszok molekuláris hátterének kutatása, fagyállósági gének vizsgálata stb.) a funkcionális genomikától a vetőmag-előállításig terjedő tevékenysége a magyar nevelés korábbi sok éves sikereinek méltó folytatását jelenti a nemzetközi versenyben, amely a genetikai haladással megteremtheti az újabb hibridek, fajták betegség-ellenállóságát, szárazság- és fagyállóságát, adaptációs képességét és a termésbiztonságot (Selley, 1996; Veisz et al., 1996; Veisz, 2009; Mesterházy, 2003; Nagy, 2005, 2007; Széll et al., 2005; Dudits, 2006; Vida et al., 2009; Bedő et al., 2014; Mesterházy et al., 2014; Heszky, 2014 és mások).

Ma már elmondható, hogy a szegedi intézetalapító akarata „Isten nevében, a haza üdvére és a mezőgazdaság felvirágozására” és a martonvásári intézetalapító akarata „Olyan növénykutató intézetet akarunk, amelynek tevékenységében majd megvalósul az elmélet és a gyakorlat egysége” beteljesült (vö.: Matuz, 2009; Bedő, 2009).

7. „A jövő vetése”

Az Európai Akadémiák Tudományos Tanácsának (*European Academies Science Advisory Council, EASAC*) tagszervezetei, az *Accademia Europaea*, *Accademia Nazionale dei Lincei* (Olaszország), *All European Academies (ALLEA)*, Athéni Akadémia, Belga Királyi Tudományos és Művészeti Akadémia, Bolgár Tudományos Akadémia, Cseh Tudományos Akadémia, Dán Királyi Tudományos és Bölcsészettudományi Akadémia, Észt Tudományos Akadémia, Finn Akadémiák Tanácsa, Francia Tudományos Akadémia, Holland Királyi Tudományos és Művészeti Akadémia, Ír Királyi Tudományos Akadémia, Lengyel Tudományos Akadémia, Leopoldina Német Nemzeti Tudományos Akadémia, Lett Tudományos Akadémia, Lisszaboni Tudományos Akadémia, Litván Tudományos Akadémia, Magyar Tudományos Akadémia, Norvég Tudományos és Bölcsészettudományi Akadémia, Osztrák Tudományos Akadémia, Román

⁵ A kukorica citogenetikájának kutatása során óriási érdemeket szerzett Barbara McClintock (1902-1992), az Amerikai Nemzeti Tudományos Akadémia tagja (1944). Kifejlesztett egy vizsgálati módszert a kromoszómák láthatóvá tételére és alapvető genetikai összefüggésekre mutatott rá (például a kromoszómák információ cseréje). Elkészítette a kukorica első géntérképét és igazolta a kromoszóma régiók szerepét a genetikai információ tárolásában. 1948-ban felfedezte a gének áthelyeződését (transzpozíció) és ennek elismeréséért 81 éves korában, 1983-ban fiziológiai és orvostudományi Nobel-díjat kapott. A transzpozonok ki tudják kapcsolni a körülöttük elhelyezkedő géneket és ezáltal megismerhető az egyes génszakaszok funkciója. Mivel a transzpozonok hatással vannak a gének működésére, ezáltal különböző betegségeket idézhetnek elő, vagy a betegség-hajlalmot segítik (Macardle, 2008). Munkássága másokkal együtt főleg az 1970-es évek után óriási lendületet adott a genetikai, a molekuláris biológiai és funkcionális genomikai kutatásoknak, amelyről könnyen megjósolható, hogy a kromoszómaszerkezet és a -működés, valamint a sejtmag-működésnek másfél évszázados „titka” hamarosan csak egy-egy tényszerű fejezet lesz a genetika 21. századi forradalmának történetében (Hadlaczkzy, 2000).

Tudományos Akadémia, Royal Society (Egyesült Királyság), Spanyol Királyi Tudományos Akadémia, Svájci Tudományos és Művészeti Akadémia, Svéd Királyi Tudományos Akadémia, Szlovák Tudományos Akadémia, Szlovén Tudományos és Művészeti Akadémia és megfigyelő státusszal az Európai Orvostudományi Akadémiák Szövetsége (FEAM) elősegítik a megalapozott tudományos szempontok érvényesülését az Európai Unió döntéshozatali folyamataiban.

A Tudományos Tanács 2013-ban „A jövő vetése” (*Planting the future*) címmel egy olyan tanulmányt (dokumentum) állított össze, amelynek elkészítésében 16 ország tudósai (Magyarországot Balázs Ervin akadémikus képviselte) vettek részt. A dokumentum egyes fejezeteit az érintett országok (Belgium, Cseh Köztársaság, Dánia, Egyesült Királyság, Finnország, Franciaország, Hollandia, Írország, Lengyelország, Magyarország, Németország, Norvégia, Olaszország, Svájc, Svédország, Szlovénia) akadémikusai véleményezték és az afrikai kontinens országait érintő fejezeteket megvitatták egy közösen tartott értekezleten az Afrikai Nemzeti Tudományos Akadémiákkal (*Network of African Science Academies, NASAC*). Az Európai Akadémiák Tudományos Tanácsadó Testülete és a Magyar Tudományos Akadémia budapesti csúcstalálkozóján (Budapest, 2014. március 20-21) elhangzott, hogy „Olyan nagyobb termőképességű növényekre van szükség, amelyek jobban kihasználják a korlátozott földterület adta lehetőségeket, miközben termelésük a legcsekélyebb környezeti terhelést okozza.” A dokumentum egyes pontjai hangsúlyozzák a növénynemesítés szempontjából fontos kérdéseket is, mint például a biológiai sokféleség megőrzését, az élelmiszer-ellátás biztonságát, az innovatív biotechnológiai módszerek szélesebb körű alkalmazását, a biotechnológia versenyképességének növelését és azt, hogy a növénynemesítés szabályozásánál nem szabad akadályozni a tudományos eredmények hasznosítását, vagy gátolni az innovációt és elnyomni a vállalkozói kedvet a kis- és középvállalkozások és az állami szféra körében (Balázs, 2014).

8. Biológiai sokféleség, génmegőrzés, génbankok

Növénynemesítési szempontból is fontos kérdés a biológiai sokféleség megőrzése. Az ENSZ Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete, a FAO legutóbbi becslése szerint a mezőgazdaságban, kertészetben (az agráriumban) az elmúlt 100 évben használt kultúrnövényfajták 75%-a elveszett és a fennmaradó 25% pedig veszélyeztetett. A világfajták iránti kereslet megnövekedett és a néhány világfajtára alapozó termesztés a biotikus és abiotikus stressz (különösképpen a klímaváltozás és az invazív károsítók miatt) következtében az agrártermesztési rendszereket sebezhetővé tette. Az agrárium történetében számos példát találni arra, hogy a szűk genetikai bázis élelmezési válságokat idézett elő. Ennek a problémának a felismerésére jöttek létre – mindenütt a világban – olyan génbanki intézmények, amelyek nemcsak a helyi fajták és tájfajták megőrzésével, hanem a széleskörű genetikai anyagok begyűjtésével, tárolásával és fenntartásával foglalkoznak.

Magyarországon legjelentősebb a tápiószelei Növényi Diverzitás Központ (NÖDIK), amelynek eredete, legrégebbi története 1885-re nyúlik vissza, amikor

Szelényi Lajos (1794-1888) tápiószelei birtokait az Országos Magyar Gazdasági Egyesületnek (OMGE) adományozta és Mintagazdasági Tanintézményi Alapítvány létesítésével a kísérleti munkák során szerzett tapasztalatok gyakorlatba történő alkalmazását tekintette legfontosabb feladatának. Az intézmény történetében jelentős változásra több mint hat évtizeddel ezelőtt 1954-ben került sor, amikor Jánossy Andor (1908-1975) növénynemesítő, az MTA Agrártudományok Osztályának későbbi akadémikus tagja (1970) létrehozta Tápiószelelén az Országos Növényfajtakísérleti Intézetet (Fajtagyűjteményes Osztály), ahol elkezdődött a különböző növényfajok, -fajták, tájfajták és helyi változatok begyűjtése (Heszky, 1999).

Az intézmény 1959-től Országos Agrobotanikai Intézet néven tovább folytatta tevékenységét és növényi fajtagyűjteményét kiegészítette a martonvásári Mezőgazdasági Kutató Intézet és a szentesi Mezőgazdasági Technikum faj- és fajtagyűjteményével. A hazai és külföldi társintézetekkel alapanyagcsere kapcsolatokat létesített és az évente kiadásra kerülő „*Index Seminum*” jelentősen hozzájárult a gyűjtemény bővítéséhez. 1973-ban felépült az intézet hűtött magtárolója, amely lehetővé tette a nemzetközi elvárásoknak megfelelő génbank kialakítását. Jánossy Andor halálát (1975) követően az intézetet többször átszervezték, ennek ellenére a génforrás-gyűjtemény fennmaradása biztosított volt. Az intézmény 2010. november 1-jén Növényi Diverzitás Központ (NÖDIK) néven alakult újjá és tevékenysége kiterjed a kultúr- és vadnövény génforrás védelmére és a hazai intézményekben folytatott génmegőrzési tevékenység koordinációjára is. A NÖDIK mintegy 150 ezer génbanki tételével az Európai Unió egyik legjelentősebb intézménye.

Heszky et al. (2002a) adatai szerint a magyar génkészletek egyharmada tekinthető hazai, kétharmada külföldi eredetűnek. A 2002. évi adatok szerint a 41 magyar búzafajta mindegyikét hazai és külföldi genetikai anyagból egyszeres vagy többszörös keresztezéssel állították elő és a nyárfa kivételével alig van olyan növényfaj, amelyik csak külföldi eredetű genetikai alapanyagot tartalmazna (Heszky et al., 2002b). Ezek a vizsgálatok a magyar növényi génkészlet kiváló genetikai értékét igazolják, amely a búza nemesítésében nemzetközileg is kiemelkedő (Heszky et al., 2002c).

A 2010. évi Biológiai Sokféleség Egyezmény tartalmazza a haszonnövények, valamint a kultúrnövény rokonfajok meglévő genetikai sokféleségének fenntartását és a genetikai erózió csökkentésére, valamint a genetikai sokféleség megőrzésére kidolgozandó stratégiát és annak alkalmazását. E feladatok ellátásában a tápiószelei NÖDIK és a gödöllői Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ (NAIK) játssza a fő szerepet. A NAIK szervezeti egységei a következők: 1. Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóintézet (Gödöllő); 2. Gyümölcsstermesztési Kutatóintézet (Budapest) öt kutató állomással, illetve kísérleti teleppel (Budatétény, Cegléd, Érd, Fertőd, Újfehértó); 3. Halászati Kutatóintézet (Szarvas); 4. Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet (Budapest); 5. Agrár-környezettudományi Kutatóintézet (Budapest); 6. Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet két kutató állomással (Badacsony, Kecskemét); 7. Mezőgazdasági Gépesítési Intézet (Gödöllő); 8. Erdészeti Tudományos Intézet (Sárvár) három kísérleti állomással (Sopron, Mátrafüred, Budapest), két arborétummal (Sárvár, Kámon) és egy ökoturisztikai központtal (Szombathely); 9. Zöldségtermesztési Önálló Kutató Osztály (Kecskemét) három kutató állomással (Kecskemét, Kalocsa, Szeged); 10. Öntözési

és Vízgazdálkodási Önálló Kutatási Osztály (Szarvas); 11. Állattenyésztési, Takarmányozási és Húsipari Kutatóintézet (Herceghalom); 12. Növénytermesztési Önálló Kutatási Osztály (Szeged).

A Vidékfejlesztési Minisztérium 2013-ban egységes irányítási rendszerbe integrálta az agrárkutatóintézeti hálózatot és 2014. január 1-jével gödöllői székhellyel létrehozta a Nemzeti Agrárkutató és Innovációs Központot (NAIK). Ennek az intézménynek kiemelt feladata: (1) A hazai mezőgazdaság genetikai sokféleségének megőrzése; (2) A mezőgazdasági termelés genetikai erőforrásainak szélesítése, folyamatos fejlesztése és új felhasználási lehetőségeinek kutatása; (3) A genetikai potenciált hatékonyan kihasználó termelési eljárások kidolgozása; (4) Az éghajlatváltozás hatásainak előrejelzésére és a kedvezőtlen körülmények mérséklésére irányuló kutatások végrehajtása (vö.: Feldman, 2014).

A Magyar Tudományos Akadémia (MTA) kutatóintézetekből és kutatócsoportokból álló hálózata valamennyi tudományterületre kiterjed. A kutatóhálózat feladata a felfedező, azaz alap kutatások végzése, amely tíz kutatóközpontban [1. Agrártudományi (Martonvásár, Budapest); 2. Bölcsészettudományi (Budapest); 3. Csillagászati és Földtudományi (Budapest, Sopron); 4. Energiatudományi (Budapest); 5. Kísérleti Orvostudományi (Budapest); 6. Közgazdaság- és Regionális Tudományi (Pécs, Budapest); 7. Ökológiai (Budapest, Tihany, Vácrátót); 8. Szegedi Biológiai (Szeged); 9. Társadalomtudományi (Budapest); 10. Természettudományi (Budapest), 39 intézetben, 5 önálló jogállású kutatóintézetben, 89 MTA-támogatású kutatócsoportban], valamint 104 fiatal kutatókat tömörítő Lendület-kutatócsoportban történik.

Magyarországon kevésbé ismert, hogy 1960 és 1978 között a budapesti Növényvédelmi Kutató Intézet Növénykórtani Osztálya Virologiai Laboratóriumában, majd 1978-tól a keszthelyi Pannon Egyetem Virologiai Laboratóriumában, a világ mintegy 25 génmegőrzési intézetével történt kapcsolatfelvétel eredményeképpen több száz *Beta*-, *Capsicum*-, *Cucumis*-, *Cucurbita*-, *Phaseolus*- és *Solanum*-faj és származék és mintegy 58 családba tartozó 647 növényfaj fenntartása lehetővé tette a génmegőrzési, rezisztencia-, illetve virológiai vizsgálatokat (Horváth, 1976, 1977a,b)⁶. A növényi génbank fenntartása mellett több száz vírus, illetve vírustörzs génbanki elhelyezésére is sor került. Ez tette lehetővé a mintegy fél évszázadon át folytatott vírusrezisztencia és biológiai alapú vírusgazda-növénykör kutatás és vírusdifferenciálási eredményeket, amelyek közvetlen, vagy közvetett módon hozzájárultak új vírusrezisztens fajták előállításához és új vírusindikátorok és vírusdifferenciáló növények megismeréséhez (vö.: Horváth, 1968a,b, 1986a,b,c,d,e, 1993a, b, c, 1999, 2006).

A növénynevelés eredményeit, különösen búza és kukorica, de más tradicionális magyar növények esetében is (például paprika, paradicsom, burgonya, napraforgó, cukorrépa) olyan nemzeti értéknek kell tekinteni, amelyek fajtafenntartását és nemzetközi versenyképességét a Magyar Tudományos Akadémiának és a Földművelésügyi Minisztériumnak együttesen biztosítani kell.

⁶ A gyűjtemény 2016. augusztus 2-óta Komló Város Önkormányzat, József Attila Városi Könyvtár és Múzeális Gyűjtemény (Komló, Városház tér 1) természettudományos anyagát gazdagítja.

A mezőgazdaság stratégiai jelentőségének hangsúlyozására érdemes kiemelni a külföldi példák közül az 1947-ben függetlenné, és 1950-ben köztársasággá vált akkori 350 millió lakosú (ma 1,21 milliárd) India első miniszterelnökének, az 52 éve elhunyt Jawaharlal (Dzsaváharlál) Nehru (1889-1964) gazdaságpolitikai célkitűzését: „Minden várható, de nem a mezőgazdaság” (*Everything else can wait but not agriculture*). Magyarország számára ez követendő példa lehet.

III. Bio-, integrált-, fenntartható- és precíziós gazdálkodás

*„A biogazdálkodás akkor működik jól,
ha a genetika eredményeit felhasználja
és a genetikailag módosított (GM)
növényeket integrálja a termesztésbe.”⁷*

1. Biogazdálkodás (ökológiai gazdálkodás)

A biogazdálkodás – amely csaknem 100 éves múlttra tekint vissza – kezdete az iparosítás és a kemizáció ellen megnyilvánuló mozgalomként először Európában jelent meg. Seléndy (1997) történeti visszatekintésében hivatkozik a sziléziai R. Steiner filozófusra, a biodinamikus gazdálkodási mód bevezetőjére, az angol A. Howard „Indore-módszerére” (speciális komposztálási eljárás), a Howard-Balfour módszerre (szerves anyagok komposzt formájában történő újrahasznosítása), a svájci Müller és a német Rusch szervesbiológiai módszerére és a J. Boucher és R. Lemaire módszerére Franciaországban (korall-alga termékek trágyakénti felhasználása). Ezeket a módszereket az utóbbi évtizedekben számos, különböző néven ismertté vált módszer követte (például biogazdálkodás, ökológiai gazdálkodás, organikus gazdálkodás, termelés-szervező, -ellenőrző, -minősítő és kereskedelem-szervező Demeter-féle gazdálkodás, biodinamikus gazdálkodás, biotechnikai gazdálkodás, természetközeli gazdálkodás, alternatív gazdálkodás, szervesbiológiai gazdálkodás stb.).

A biogazdálkodásra vagy az ökológiai gazdálkodásra vonatkozó számos definíció közül legelterjedtebb az 1972-ben alakult, ma már 105 ország több mint 700 szervezetét magába foglaló Ökológiai Gazdálkodási Mozgalmak Szövetségének (*International Federation of Organic Agricultural Movements, IFOAM*) tágabb értelmű meghatározása: „Az ökológiai mezőgazdaság magában foglalja az összes olyan mezőgazdasági rendszert, amely környezeti, szociális, gazdasági szempontból egyaránt fenntartható és egészséges termékek, élelmiszerek előállítását biztosítja. Óvja a talaj termékenységét, mint a sikeres gazdálkodás kulcsát. Előtérbe helyezve a növények, állatok és a talaj természetes egyensúlyát, célul tűzi ki a mezőgazdaság és a környezet minőségének javítását. Jelentősen lecsökkenti a külső erőforrások bevitelét, tartózkodva a szintetikus trágyák és növényvédő szerek használatától. Helyettük a termés hozam és ellenálló képesség növelése érdekében a természet folyamatait engedi érvényesülni.” Ezt a definíciót négy alapelv jellemzi: (1) A környezet megóvása; (2) A méltányosság; (3) A gondosság; (4) Az egészség. Szűkebb értelmű meghatározás szerint „A biogazdálkodás

⁷ Ronald, P.C. and R. W. Adamchak (2008): *Tomorrow's Table. Organic Farming, Genetics and the Future.* Oxford University Press, New York 2008.

olyan környezetvédelmi alternatív mezőgazdasági termelés, amely a megelőzésre (prevenció) helyezi a hangsúlyt, természetes anyagokat és erőforrásokat használ fel, és amely az ember és a környezet közötti harmonikus kapcsolatokat helyezi előtérbe.” Sárközy és Seléndy (1993, 1994), valamint Seléndy (1997) szerint a szervesbiológiai gazdálkodás elsősorban a talajélet figyelembevételére irányul, amelynek alapja a talajflóra biztonsága és a humusz gyarapítása. Alapvető szempont a talaj kíméletes művelése, a vetésforgó betartása és a szintetikus, valamint hormonhatású szerek használatának tilalma. A biológiai gazdálkodásban legfontosabb szempont a növényeket és a környezetet károsító szintetikus anyagok használatának tilalma. A nem szintetikus terméknövelő anyagok korlátozott alkalmazása, szintetikus műtrágyáktól, növényvédő szerektől és hormonkészítményektől, valamint ezek maradványaitól mentes bioélelmiszer előállítás, amely genetikailag módosított organizmusoktól (GMO) mentes, makro-, mikroelem- és vitamintartalma nagyobb, egészségvédő anyagokban gazdagabb, ízletesebb, mikrobiális toxin-szintje alacsonyabb (Roszik, 2009; Bardócz és Pusztai, 2013). Előtérbe helyezi a talaj kíméletes művelését, a környezet védelmét és a hasznos élő szervezetek védelmét, továbbá a monokultúra (amely kedvez a károsítók elszaporodásának, egyoldalúan veszi igénybe a talaj tápanyagkészletét, segíti az eróziót stb.) helyett a változatos módszereket és termelést helyezi előtérbe.

Radics és Divéky-Ertsey (2010) foglalta össze legújabbban az intenzív mezőgazdaság, az integrált mezőgazdaság és az ökológiai gazdálkodás – mint három termelési mód – alapvető jellemzőit. Ebben a munkában a legjellemzőbb különbség a termelési módban van. Az intenzív mezőgazdaság esetében a termelésben a gazdaságosság határáig a gazdaságon kívüli anyagok felhasználása, az integrált mezőgazdaságban a nitrogénműtrágya és a kémiai növényvédő anyagok használatának korlátozása, az ökológiai gazdálkodásban pedig a szintetikus tápanyag-utánpótlás és a növényvédő anyagok használatának tilalma a jellemző. A biológiai gazdálkodásban (ökológiai gazdálkodásban) használható hagyományos anyagok [például rézvegyületek, etilén, kálszappan, mézskénlé, paraffinolaj, kvarchomok, kén, állati vagy növényi eredetű szagiasztók (birkafaggyú), kaolin, kalcium-hidroxid, laminarin (a növények önvédelmi mechanizmusát aktiváló szer), kálium-bikarbonát (gombaölő és rovarölő szer)] jegyzékét – amely minden évben frissítésre kerül – a Biokontroll Hungária Kht. aktuális jegyzéke tartalmazza (vö.: Bokán, 2016).

A biogazdálkodással kapcsolatban hangsúlyozni kell azt is, hogy az organikus kifejezés egyik anomáliája az, hogy nem az élelmiszer összetételére, minőségére utal, hanem számos olyan gyakorlati módszert és eljárást alkalmaz, amelyet a gazdálkodó fontosnak tart (Miller, 2013). Ismert az is, hogy az organikus módszer kevésbé termelékeny és az egységnyi földterületre számítva 20-50%-kal alacsonyabb terméshozamot tesz lehetővé (Seléndy, 2007), amely veszélyezteti az emberiség egyre fokozódó élelmiszerrel történő ellátását (Ronald és Adamchak, 2008). Az „ENSZ Élelmiszer- és Mezőgazdasági Fejlesztési Program” felmérése szerint 87 országban a népesség ellátáshoz elegendő élelmiszert nem tudják megtermelni és a hiányzó mennyiség importjához szükséges pénz sem áll rendelkezésre. Az egyre súlyosbodó problémákat fokozza az, hogy a Föld népessége évente 92 millióval növekszik, és a növekedés 95%-a a fejlődő országokra esik (Dudás, 2013). Az emberiség számára súlyos problémát jelent az a

tény, hogy a Földön jelenleg közel 1 milliárd ember él abszolút létminimum alatt, ami naponta egy dollár/fő jövedelmet jelent. 1980-2000 között tovább nőtt a szegénységben élők száma. A legsúlyosabb helyzetben az afrikaiak vannak. Collier (2007) adatai szerint az „alsó milliárdból” vagy a „leszakadt” 1 milliárdból 600 millióan Afrikában élnek, amelyet tovább nehezít az, hogy a népesség-növekedés lassulása nem állapítható meg.

Ismert tény továbbá, hogy a világ fejlett és fejlődő országaiban a termőföld-készlet mennyiségi és minőségi értelemben is rohamosan csökken. Évi 6 millió hektár termőföld válik sivataggá és az erózió, valamint a talajpusztulás évente 26 milliárd tonnával lépi túl a talajképződést. Évente kb. 17 millió hektárra tehető az erdőirtás, amely önmagában is a Föld klímájának változását és a biológiai sokféleség veszélyeztetését jelenti. Magyarországon az elmúlt két évtizedben mintegy 500 ezer hektár mezőgazdaságilag és erdőgazdaságilag hasznosítható terület veszett el, amely az egy főre jutó termőterület lényeges csökkenésével jár (Horn, 2008a,b, 2012). Az 1961-es adatokhoz képest 2025-re (a prognózis szerint) az egy főre jutó terület 0,5 hektárról 0,16 hektárra csökken globális szinten (Horn, 2008a,b, 2012, Heszky, 2010a, és mások). Ha ez a folyamat a világban tovább folytatódik, akkor a 2050-es évekig körülbelül 300 millió hektár termőföld elvesztésével kell számolni és 27 milliárd hektár marad a 9 milliárd ember ellátására. Ez átlagosan 0,3 hektárt jelent személyenként, a létminimumnak megfelelő élelmiszertermelést a világ össznépessége számára (László, 2008). Különösen súlyos helyzet állt elő Malajziában, Afrikában és Brazíliában, ahol egész erdőket vágtak ki azért, mert az embereknek több szántóföldre (élelemre) van szükségük.

Figyelemre méltó, hogy a termesztett növények területe (globális földterület) 1,1 milliárd hektár, a Föld szárazföldi területének csupán 7,7%-a és kisebb mint a két-szikú erdő (8,96%), vegyes erdő (13,78%), bokros, cserjés területek (20,92%), gyepterület (21,08%) és a növény nélküli (sivatag, sziklás vidék, jéggel borított) terület (23,28%) (Hansen et al., 2000). A globális földterület megőrzése, védelme és az agroökoszisztéma-szabályozás a fenntartható fejlődés alappillére. Berzsenyi (1999, 2013) szerint a fenntartható növénytermesztés legfontosabb stratégiái a következők: (1) Olyan agroökológia szükséges, amely nemcsak a produkciót, hanem a természeti rendszer fenntarthatóságát is hangsúlyozza; (2) A biológiai folyamatok biológiai/genetikai szabályozására van szükség, ellentétben a kémiai szabályozással; (3) A talaj- és klimatikus feltételekhez adaptálódott növényfajták alkalmazása; (4) A maximális produkció helyett az optimális produkció elérése; (5) Az egyoldalú természeti tényezők helyett a pozitív kölcsönhatásban lévő alkalmazása; (6) A tradicionális kutatás áthelyezése a komplex interakciók vizsgálatán alapuló multidiszciplináris kutatásra; (7) A szabadföldi kísérletek mellett szükség van a szimulációs modellek (növény-, talaj- és klimatikus modellek) használatára; (8) A terméshozadék forrásai újabb információkat tesznek szükségessé; (9) Az innováció széles körű alkalmazása és szinergista interakciója biztosítja a termés folyamatos növekedését; (10) A természeti erőforrásokkal, a környezet minőségével, az élelmiszer-termeléssel és az emberiség egészségi állapotával kapcsolatban társadalmi aggodalmak merülhetnek fel.

Ridley „*The Rational Optimist. How Prosperity Evolves*” (Fourth Estate, London) című 2011-ben megjelent könyvében, amely az Akadémiai Kiadónál (Budapest) 2012-ben

„A józan optimista. A jólét evolúciója” címmel magyarul is megjelent, azt írja, hogy a biogazdálkodás téveszme és így folytatja: „Ha a világ úgy dönt, hogy biogazdálkodásra tér át – vagyis nitrogént nem a levegővel és fosszilis üzemanyagokkal dolgozó gyárak révén, hanem növényekből és halakból nyeri –, akkor a 9 milliárd ember nagy részére éhezés vár, miközben az őserdőket egy szálig ki kell vágni.”

Arra is vannak adatok, hogy a biogazdálkodás terméseredményei nem sokkal kisebbek (kb. 90%), mint amit a hagyományos gazdálkodással el lehet érni és mindent fele annyi trágyázási és gyomirtási költség terheli (Stanhill, 1990). Hangsúlyozni kell azt is, hogy vannak a biogazdálkodásnak további előnyei is és több olyan termesztési módszer (például köztes növények termesztése) van, amely termelési szempontból is hatékony (Seléndy, 2007). Az organikus gazdálkodók által termelt termékekért többet kell fizetni, de nem azért, mert azok egészségesebbek, hanem azért, mert ugyanannyi élelmiszert nagyobb földterületen és több munkával tudnak megtermeszteni.

1.1. Biogazdálkodás a világban és az Európai Unióban (EU)

Ma a világon több mint 37 millió hektáron van biogazdálkodás, amely szigorúbb előírásokkal megfelel a mintegy 500 emberi generáción (az átlagos 1 generációs idő 20-25 év) át folytatott hagyományos gazdálkodásnak. Számos országban a bioterület aránya meghaladja a mezőgazdasági terület több mint 10%-át. A biogazdálkodást legnagyobb területen folytató országok: Ausztrália (12 millió ha), Argentína (4,4 millió ha), Amerikai Egyesült Államok (1,9 millió ha), Spanyolország (1,3 millió ha), Olaszország (1,1 millió ha) és Németország (0,95 millió ha). A Falkland szigeteken 35,7%, Liechtensteinben 27%, Ausztriában 19%, Svédországban 13%, Svájcban és Észtországban 11% a biogazdálkodás területe (Willer és Kilcher, 2009, 2011; Dudich és Györgyey, 2013; Roszik, 2015a,b). Európában összesen 9,3 millió ha-on folytatnak biogazdálkodást. Gúth és Kovács–Szabó (2016) adatai szerint a „TOP5 európai országok ökológiai művelés aránya” szerint a sorrend a következő: Ausztria 19,3%, Svédország 16,5%, Észtország 16,3%, Csehország 13,5% és Olaszország 11,95%. Összességében ezek az országok adják az ökológiai művelésű területek 57%-át az EU-ban. A biogazdálkodás fontosságára mutat az a tény, hogy a szőlő művelése igényli a legnagyobb növényvédelmet. Franciaországi adatok szerint az ország területének 3%-án van szőlő, de a gombaölő szerek 80%-át a szőlészetben használják fel.

Az EU jelentős szerepet játszik a biotermékek felvevő piacában. Az elmúlt években jelentősen megnövekedett a biotermékek iránti kereslet. 2011-ben például Németországban több mint 6 milliárd euró, Franciaországban pedig mintegy 4 milliárd euró értékben vásároltak biotermékeket. Willer és Kilcher (2009) adatai szerint a bioélelmiszerek világpiaca 1999-ben 15,2 milliárd dollár, 2001-ben 20 milliárd dollár, 2008-ban 50,9 milliárd dollár és 2009-ben 54,9 milliárd dollár volt.

A bioélelmiszerek (reform-, illetve ökoélelmiszerek) iránti kereslet Magyarországon is megnövekedett. A 2014. évi adatok szerint a bio-, gyógy- és reformtermékek magyarországi piaca kb. 30 milliárd forintra tehető. Az igények kielégítésére egy svájci-magyar befektetői csoport által Bió néven 2014 márciusában Budapesten több

ezer m²-en létrehozott áruházzal számos terméket (például bioélelmiszerek, fűszerek, gyógynövények, étrend-kiegészítők stb.) kínál a biotermékeket fogyasztók számára.

A biogazdálkodás egyre fontosabb szerepet játszik az európai vidékfejlesztésben, annál is inkább, mivel a fogyasztók számára a minőség fogalma egyet jelent a biotermékekkel (Kujáni, 2014). Az EU-ban (így hazánkban is) az élelmiszereket és takarmányokat is jogi szabályozás védi, és csak akkor szabad őket forgalomba hozni és ökológiai jelöléssel forgalmazni, ha a rájuk vonatkozó közösségi és házi jogszabályok betartása mellett az állam hatósági kontrollja szerint, annak ellenőrzési rendszerében állították elő és erről tanúsítvánnyal rendelkeznek. A biogazdálkodásban élenjáró országok (például Németország) biogazdaságai jelentik a rövid élelmiszerlánc bázisát képező gazdálkodói réteget.

Mint ismert, az EU által definiált rövid ellátási lánc, olyan élelmiszerlánc, amely szabályozza a gazdasági résztvevők számát, elkötelezett az együttműködések, a helyi gazdaságfejlesztés iránt és meghatározza, lerövidíti a földrajzi és társadalmi értelemben vett termelői és fogyasztói kapcsolatot (Kujáni, 2014). A mediterrán biotermékek (például portugál) előállítására a termelők összefogása a jellemző, ugyanis a termékek magasabb árát – amelyet a portugálok nem tudnak megfizetni – csak a megfelelő minőségű és mennyiségű exportáruban tudják elérni.

1.2. Biogazdálkodás Magyarországon

Magyarországon viszonylag későn, az 1980-as években kezdődött el a biogazdálkodás, amely egyrészt arra vezethető vissza, hogy ennek a gazdálkodási formának az elismerése vonatottan haladt, másrészt pedig az, hogy az állami támogatása is elmaradt. A korábbi években azonban az aktív környezetvédelmi szempontok megerősödése miatt elsősorban saját fogyasztásra sok tízezer házikerben és több ezer hektáron folytattak bio árutermelést, amelyet a Biokultúra Egyesület ellenőrzött és minősített (Seléndy, 1997). Az Ökológiai Szakmapolitikai Csúcs (Magyar Parlament, 2013. október 9) adatai szerint Magyarország a kellő támogatás és szabályozás-politikai ösztönzés, a fizetőképes hazai kereslet és fogyasztói hozzáállás, továbbá export-marketing hiányában eddig nem használta ki az ökológiai gazdálkodásban meglévő lehetőségeket, ezért az ökológiai gazdálkodásba vont terület jelenleg csupán 2,0-2,6%-a mezőgazdasági területeknek (Gábrriel és Tóthné Lippai, 2012; Roszik, 2015a,b). „A Nemzeti Ökológiai Gazdálkodási Akcióterv 2014-2020” szerint 2020-ig 130 ezer ha-ról 350 ezer ha-ra kellene növelni az ökológiai gazdálkodásba bevont területeket.

Roszik (2015a) adatai szerint a növénytermesztésben résztvevő biogazdaságok területe 1995-ben 8532 ha volt és 2013-ban 131 056 ha-ra növekedett. Hasonló növekedést mutatott a biotermelő gazdaságok száma is: 1995-ben 108, 2013-ban pedig 1 464 biogazdaságot regisztráltak.

Hubai Imre a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara alelnöke – aki évek óta ökológiai gazdálkodást folytat Karcagon – egy vele készített interjúban azt mondta, hogy Magyarországon csökkent a biogazdálkodás területe és stagnált a bioélelmiszerek fogyasztása is (vö.: Roszik, 2015a,b). Ennek oka (1) A támogatási rendszerben; (2) A termelők, a feldolgozók és a kereskedő cégek közötti horizontális és vertikális

együttműködés hiányában; (3) A fogyasztói szokásokban és az óriás üzletláncok üzleti kapcsolatokat romboló hatásában van.

Az Országgyűlés 27/2015. (VI. 17) sz. „A 2015-2020 közötti időszakra szóló „Nemzeti Környezetvédelmi Programja” új távlatokat nyitott meg a biogazdálkodás előtt. A dokumentum ösztönzi az ökológiai gazdálkodást segítő tudásbázis fejlesztését és az ökológiai gazdálkodással hasznosított területek kiterjedésének 350 ezer ha-ra történő növelését. A 2016 és 2020 között a biogazdálkodás „terület alapú” támogatására rendelkezésre álló 60 milliárd Ft jelentős összeg az új gazdálkodók megsegítésére.

A Galgahévíz melletti Ökofalu építésének története az 1980-as évekre nyúlik vissza. Az ökológiai művelésű gazdaság, biotermék-kereskedés, népfőiskola, oktatóközpont és vidékfejlesztési alapítvány olyan közhasznú tevékenységet folytat, amely kiterjed a tudományos tevékenységre, a kutatásra, a nevelésre, az oktatásra, az ismeretterjesztésre, a természetvédelemre, a környezetvédelemre, és az euro-atlanti integráció elősegítésére, valamint az Ökofalu területén utak, közterületek építésére, fenntartására, településrendezésre, villamosenergia-rendszer kiépítésére, fenntartására, ivóvízellátásra, vízrendezésre és csapadékvíz elvezetésre. A magyarországi biogazdaságok egyike az 1992-ben alapított galgahévízi *Galgafarm Első Magyar Organikus Hangya Szövetkezet*, amely alapítása óta 300 ha-on vegyszerek teljes kizárásával, európai normák szerint ellenőrzött és minősített élelmiszer-ipari termékeket állít elő.

A somogyvámosi Krisna-völgyi Biofarm és Indiai Kulturális Központ alapját az indiai ősi szentírások, a szellemi-lelki harmónia „egyszerű életmód, emelkedett gondolkodás” képezi. A számos hazai biogazdaság mellett érdemes megemlíteni a Balmazújváros melletti Virágoskút Kertészeti Kft-t., amelynek termelése biodinamikus módszeren alapul és az előállított termékeinek minőségét a cég szlogenje fejezi ki: „Frisset, jót, egészségeset” (vö.: Ilonka, 2008).

A hazai szőlő biogazdálkodásban élenjáró szerepet töltenek be a szekszárdi (Mészáros Pál Pincészet), a szajki (Hárs család) pécsi-villányi, valamint a tokaji Vindependent és Pendits Kft. biodinamikus gazdaságok. De nem hagyhatók figyelmen kívül azokat a bioborokat előállító gazdaságok sem, amelyek a 2014. évi országos versenyen szerepeltek. Csúcsbor címet nyert el a Szászi Endre „Szent György-hegyi Zeus 2012” fehérbora és a Pfneiszl Bio Birtok „Kékfrankos 2009” vörösbora, valamint a Dobosi Pincészet „Bio Kéknyelű 2013” fehérbora (vö.: Biokultúra 2:9, 2014). A hazai szőlészetben és borászatban is „bioforradalom” van. Az ökológiai termelésben úttörő szerepet játszanak a villányi szőlőtermesztők. A régió egyik legrégebbi és egyik legnagyobb ökológiai borászata a pécsi borvidék elnökének nevéhez, Hárs Tibor családjához fűződik. De ismert pl. a Susann Hanauer és Ralf Wassmann és Malatinszky Csaba biogazdasága is (Güth és Kovács-Szabó 2016).

A HIPP márkanéven ismert bébiételeket gyártó biogazdaság (HIPP Kft.) 2015-ben ünnepelte megalakulásának 20. évfordulóját és elnyerte az „Év biogazdasága” címet. Évente mintegy 7000 tonna ökológiai gazdálkodásból származó, főleg magyar nyersanyagot dolgoz fel és 90 millió darabot meghaladó bébiételt gyárt. Ennek 85%-át Nyugat-, Kelet-Európa, Közél- és Távols-Kelet országaiba exportálja (Inczédy, 2015).

A Hubai család karcagi biogazdasága látja el a karcagi Nimród Hotel-t bioalapanyagokkal, akik a biogazdálkodást élethivatásnak tekintik (vö.: Roszik, 2015a),

ui. a biogazdálkodástól még középtávon sem várható el olyan jövedelmezőségi szint, mint a konvencionális vagy intergált termelést folytató gazdaságokban.

Nem utolsó sorban meg kell emlékezni a kishantosi ökológiai gazdaságról (Kishantosi Vidékfejlesztési Központ), amely 1992 óta az államtól bérelt 452 ha földön ökológiai gazdálkodást folytatott. A biokultúra terjesztéséről, ökológiai gazdálkodásáról és népfőiskolájáról ismerté vált gazdaság földbérlet folytatására beadott pályázatát a Nemzeti Földalapkezelő Szervezet (NFSZ) 2013-ban elutasította és ennek következtében az államtól bérelt földjeit is elvesztette. A jelenleg folyó perekben a Fővárosi Törvényszék annak megállapítását kéri az Alkotmánybíróságtól, hogy a Nemzeti Földalapról (NFA) szóló törvény és a törvényt végrehajtó kormányrendelet összhangban van-e (Tóth, 2016; Tanka, 2016).

A magyarországi Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet (Budapest) kutatási-innovációs projektjeivel biztosítani kívánja az ökológiai gazdálkodás hazai továbbfejlődését és versenyképességét. Céljai között olyan feladatok szerepelnek, mint például az ökológiai kutatás fejlesztése, ökopiac szélesítése, az ökológiai gazdálkodók számának növekedése stb.

1.3. A „Családi Gazdálkodások Nemzetközi Éve”

A 2014. március 5-6. között, az ENSZ Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete (FAO) által kezdeményezett „Családi Gazdálkodások Nemzetközi Évében” került megrendezésre Budapesten az a „Világforum és Kiállítás a Családi Gazdálkodásról”, amely mint ismert, olyan mezőgazdasági modell, amely mélyen gyökerezik a hagyományokban és olyan biológiai alapokra helyezi a hangsúlyt, amely elősegíti a biológiai alapok és egyensúly megőrzését. A családi gazdaságok aránya a fejlődő országokban (például Ázsia) 85%, Európában pedig 63%. A néprajzi-antropológiai kutatások eredményei az újabb időkben arra mutatnak, hogy az ökológiai elvekre épülő, természetközeli életmód – amely magában foglalja az önellátást is – iránt érdeklődők száma megnövekedett (Kun, 2012). Clark (1972) és Ridley (2012) viszont rámutatott arra, hogy a szegénység jellemző vonása az önellátáshoz való visszatérés, a specializáció viszont a prosperitáshoz vezet. A családi gazdaságok azonban fontos szerepet töltenek be a természeti erőforrások megőrzésében.

A világforumon a FAO főigazgatója, José Graziano da Silva megnyitó előadásában a következőket mondta: „A családi alapon szerveződő kis- és közepes gazdaságok teremthetik meg a fenntartható, élelmezési problémáktól mentes világot”. Hangsúlyozni kell azonban azt is, hogy a családi gazdaságoknak szembe kell nézni olyan nehézségekkel is, mint például az üzemi rendszerű mezőgazdasági és élelmiszeripari ágazatok diktálta erős verseny, a klímaváltozás kihívásai stb. Ezért a családi gazdaságok sem nélkülözhetik a modern, haladó genetikai módszerek és termelési technológiák alkalmazását. Rakszegi et al. (2013) egyik munkájában ugyan hangsúlyozza, hogy az organikus, vagy más néven a biotermesztés gazdasági jelentősége egyre nagyobb, de a környezet változatossága miatt azonban nehéz megfelelő gabona- és termékminőséget elérni ilyen feltételek mellett.

1.4. Organikus gazdálkodás és a genetikailag módosított (GM) növények

A 2010-ben indult SOLIBAM EU-FP7 (*Strategies for Organic and Low-input Integrated Breeding and Management*) európai kutatási program, amelynek az MTA Agrártudományi Kutatóközpont (Martonvásár) is partnere. A program célja olyan specifikus és újszerű nemesítési szemléletmód kialakítása és integrálása menedzsment gyakorlatokkal, amelyek javítják az organikus és „low-input” rendszerekhez (például csökkentett növényvédelem) adaptálódott növényi termőképességet, sütőipari és táplálkozás-tani tulajdonságokat és minőséget, fenntarthatóságot. Az így előállított szelektált, speciális fajtajelöltek és fajtapopulációk feltehetően alkalmasak lesznek, hogy megalapozzák az organikus nemesítés megfelelő törvényi szabályozását, amelynek eredményeképpen az organikus előállított fajtapopulációk kereskedelmi forgalomba kerülhetnek.

A SOLIBAM-programban résztvevő országok (például Magyarország, Ausztria, Olaszország, Franciaország, Anglia, Svájc) 2011. évi búzakutatási eredményei szerint az organikus és „low-input” termőhelyek által okozott minőségi különbségek mértéke nem volt meghatározóbb a genotípus hatásánál. Az előzetes magyarországi, ausztriai és franciaországi kísérletek szerint a nagy fajtán belüli diverzitással rendelkező kompozit populációk és fajtakeverékek fizikai tulajdonságaikban nem, de sütőipari minőségükben (sikér index, Zeleny szedimentáció) felülmúlták a konvencionálisan nemesített kontroll fajtákat. A vizsgálatok szerint az új összetett (kompozit) kalászos gabona populációk és fajtakeverékek az ökológiai búzanemesítés kiváló alapanyagai. Kiemelkedő adaptáló képességgel és betegség-ellenállósággal és jó termőképességgel, gyomelnyomó hatással rendelkeznek (Mikó et al., 2016).

Ronald és Adamchak (2008) amerikai farmer és genetikus professzor *„Tomorrow's Table, Organic Farming, Genetics and the Future of Food.” Oxford University Press, New York 2008* (A holnap asztala. Organikus gazdálkodás, genetika és a jövő tápláléka) című könyvben hangsúlyozzák, hogy „a biogazdálkodás akkor működik jól, ha a genetika eredményeit felhasználja és a GM-növényeket integrálja a természetbe”. L. Val Giddings, a könyv egyik referense és ajánlója a következőket írta: *„Tomorrow shows how organic and biotech can coexist and complement one another”* (A holnap megmutatja, hogy az organikus gazdálkodás és a biotechnológia hogyan működik egymás mellett és hogyan egészíti ki egymást). Godw (2016) molekuláris biológus a *Queenslandi Egyetem (University of Queensland, Australia)* professzora rámutatott arra, hogy a GM-növények az organikus gazdálkodóknak is hasznos jelentenek, tekintettel arra, hogy a GM-technológia 37%-kal csökkentette a rovarirtó-szerek használatát, 22%-kal növelte a terméshozamot és 68%-kal emelkedett a nyereség.

2. Biológiai növényvédelem

A biológiai növényvédelmi eljárásokra azt követően került sor, hogy a kémiai növényvédelemmel kapcsolatban számos probléma (például toxikus hatások, perzisztencia, szerrezisztencia, egészségkárosodás) merült fel. A biológiai növényvédelemben

azok az eljárások kerültek előtérbe, amelyekkel a növényi károsítók (vírusok, gombák, baktériumok, rovarok, fonálférgesek, gyomnövények stb.) elleni védekezésben a károsítók természetes ellenségeit használják fel (Vajna, 1987; Polgár, 1999; Fischl, 2000). A biológiai növényvédelemben figyelemre méltóak az állatok által termelt és belőlük kibocsátott olyan váladékanyagok (feromonok), amelyek speciális választ, úgynevezett kémiai kommunikációt váltanak ki az illető faj másik egyedéből. Legjobban ismertek a szexuális viselkedést befolyásoló, nem mérgező anyagok, az úgynevezett szexferomonok, amelyeket leginkább a nőtény rovar bocsát ki és a hím ivarú egyed csak az illatanyag segítségével képes nőivarú fajtársra találni (és akár párosodni is vele). Az MTA Agrártudományi Kutatóközpont Növényvédelmi Intézetében (Budapest) kifejlesztettek egy olyan illatanyag-csalétket, amely mind a hím, mind a nőtény közönséges zöld fátyolkák (*Chrysoperla carnea*) számára is csalogató hatású.

A „fátyolka tojásgyűjtő lap”-on a nőtények lerakják tojásaikat, a kikelő lárvák pedig, amikor elhagyják a „lapot” a közeli növényeken lévő kártevőket zsákmányolhatják. A „tojásgyűjtő lap” előnye, hogy mozgatható, ezáltal mind üvegházban, mind szabadföldön felhasználható (Tóth et al., 2014). Fontos kutatási eredmény a talajban növényeket károsító pattanóbogarakra (*Coleoptera, Elateridae*) hatékony feromonkészítmények hazai kifejlesztése (Tóth, 2013a). Tekintettel arra, hogy az *Agriotes*-fajok mintavételi eljárása igen nehéz és munkaigényes, a talajfertőtlenítő szerek használata pedig környezetvédelmi szempontból nem kívánatos és nagyon költséges, ezért a Nyugat- és Közép-Európában honos fajokra egyaránt kifejlesztett feromon-készítmény olyan alap kutatási eredmény, amely elméleti jelentőségén túl, gyakorlati szempontból is igen fontos, ui. nemcsak pozitív, hanem „negatív előrejelzésre” (ha a területen nincs fogás a csapdában) is használható (Tóth, 2013b). A szexferomonokat elsősorban a növényvédelemben előrejelzési (prognózis) célokra és tömegbefogásra (csapdázásra) lehet felhasználni, amellyel a kártétel nagysága csökkenthető. Nagy előnyük, hogy szintetikusan előállíthatók (De Bach, 1964; Jermy, 1967; Jermy et al., 1978; Budai, 1986; Vajna, 1987; Turóczy, 1998; Polgár, 1999; Fischl, 2000; Tóth et al., 2012).

Figyelemre méltóak azok az újabb eredmények, amelyek az Európában első alkalommal 2002-ben (Magyarországon 2013-ban) megjelent súlyos károkat okozó szelídgesztenye gubacsdarázs (*Dryocosmus kuriphilus*) elleni biológiai védekezéssel kapcsolatosak. A biológiai védekezés a kártevő elterjedési területén (Kínában őshonos és 2002 óta Európában is megtelepedett) előforduló *Torymus sinensis* fémfürkész parazitoid betelepítésével és alkalmazásával kapcsolatos. A gazdaspecifikus *Torymus* sp. a szelídgesztenye gubacsdarázs lárváin élőszködik. Tekintettel arra, hogy gazdaspecifikus, ezért az őshonos faunára káros hatást nem fejt ki. A Magyarországra hivatalos engedélyek birtokában betelepített fémfürkésszel kapcsolatos vizsgálatok szerint a parazitáltság 68,4-90,8%-ot mutatott, amely eredményes biológiai védekezést jelent (Melika et al., 2015).

Magyarország mintegy 200 hektáron, elsősorban melegigényes üvegházi (hajtató felületű) kultúrákban (például paprika, paradicsom, uborka stb.) folytatnak biológiai növényvédelmet. A biológiai védekezésben olyan biológiai készítmények is ismertek, amelyek tripszek ellen hatásosak. Ezeknek a készítményeknek nagy előnye, hogy

alkalmazásuk során munka-egészségügyi és ételmezés-egészségügyi várakozási idővel nem kell számolni. A rovarpatogén gombák appresszóriumaik segítségével jutnak a rovarok szervezetébe, amelyek képesek a célszervezetet elpusztítani. Juhász (2014) vizsgálatai szerint a rovarpatogének egyértelműen alkalmasak a tripszek egyedszámának csökkentésére. Hollandiában a biológiai növényvédelem 100%-os, Spanyolországban 70-80%-os. A biológiai növényvédelem alkalmazását a megnövekedett élelmiszer-biztonsági rendszabályokon kívül többek között az indokolja, hogy az utóbbi években számos kémiai hatóanyagot vontak ki (1989 és 2009 között 60%-kal csökkent a Magyarországon felhasznált növényvédő szerek mennyisége) és helyettük nincs más, továbbá a kémiai szerek használata következtében szerrezisztencia léphet fel.

Ennek ellenére a biológiai védekezés elterjedését több tényező akadályozza (technológiai hiányosságok, a szaktanácsadás nem kielégítő volta, új kártevők megjelenése, a kezelési költségek tervezhetetlensége, az integrált termék védjegy szabályozásának hiánya stb.) (Ledo et al., 2013). Az üvegházi biológiai védekezésben egy újkeletű probléma a hangyák (*Formica* spp.) tömeges elszaporodása. A nektárgyűjtő hangyák, például paprikakultúrákban elpusztítják a virágban lévő ragadozó poloska (*Orius laevigatus*) egyedeket, amelyek a nyugati virágtripszek (*Frankliniella occidentalis*) fő ellenségei. A hangyák elleni védekezés nehézségeire az *Orius*-fajok elleni biológiai úton történő védekezés eredménytelen.

3. Integrált növényvédelem, integrált növénytermesztés

Az integrált növényvédelem és integrált növénytermesztés olyan ökonómiai és ökológiai agrár-rendszer, amely a természeti erőforrások és az azt szabályozó mechanizmusok segítségével a környezetre ható káros anyagokat csökkenti, és elősegíti a fenntartható, fejlődő gazdálkodást.

Magyarország már 1956-ban olyan növényvédelmi törvényt jelentetett meg, amely előírta a termelőüzemek számára növényvédelmi szakember foglalkoztatását. Nemzetközileg is elismert intézkedés volt, amikor 1968-ban Magyarországon elsőként betiltották a klórozott-szénhidrogének (például *DDT*) használatát. A Magyar Növényvédelmi Szervezet – főleg a felső- és középfokú növényvédelmi képzésnek és a Növényvédelmi és Agrokémiai Állomásoknak köszönhetően – világszerte elismert volt. Az utóbbi években az inváziós károsítók megjelenése, valamint az engedélyezett növényvédő-szerek (hatóanyagok) beszűkülése új kihívások elé állította a hazai növényvédelmi képzést és gyakorlatot. Ebben a paradigma-váltásban igen nagy szerepet vállalt az egy évtizede indított növényorvos képzés, amely biztosítja az előrejelzésen és az okszerű növényvédőszer-használaton alapuló integrált növényvédelem megvalósítását. A Növényvédelmi Bizottságok (akadémiai, minisztériumi), a Magyar Növényvédő Mérnöki Kamara, a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, és a nemrég elfogadott Nemzeti Növényvédelmi Cselekvési Terv alapeszmélya a fenntartható, integrált növényvédelem és integrált növénytermesztés megvalósítása (Szalkai és Gyeraj, 2015).

A növényvédő szerek fenntartható használatának elérését célzó közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról szóló 2009/128/EK európai parlamenti és tanácsi

irányelv szabályozta a növényvédő szerek fenntartható módon történő alkalmazását, és 2014-től kötelezően írta elő az integrált növényvédelem alkalmazását az Európai Unió tagországaiban. A növényvédelmi tevékenységről szóló 43/2010. (IV. 23.) Földművelési és Vidékfejlesztési Minisztérium (FVM) rendelete a földhasználóra és a termelőre nézve köteleességeket ír elő a biológiai, biotechnikai, agrotechnikai, mechanikai, fizikai és kémiai védekezési eljárásokra, illetve ezek technológiai rendszereinek alkalmazására, a gyomnövények, kártevők és kórokozók természetes ellenségei és a hasznos, valamint a növénytermelés szempontjából veszélyt nem jelentő, élő szervezetek fokozott védelmére és az ember egészségére, a környezet és a természet védelmére vonatkozó alapelvek és szabályok betartására vonatkozóan.

Az integrált növényvédelem olyan növényvédelmi eljárás (módszer), amely a környezet és a károsító fajok egyedszám-változásával összefüggésben a lehető legversenyképesebb módon használ fel minden megfelelő technikát és módszert, és amely a károsítók egyedszámát a gazdaságilag már elfogadhatatlan szintű kár, illetve veszteség szintje alatt tartja. Az integrált növényvédelem figyelemmel a gondozott területre csak ott és annyi kémiai szert alkalmaz az emberi egészség és a környezet védelme érdekében, amennyi a gazdaságos termeléshez feltétlen szükséges. Az integrált növényvédelemnek nem célja a növényállomány abszolút károsító mentességének elérése, célja viszont a károsítók egyedszámának szabályozásával a gazdasági kártétel megelőzése. Ez a szemlélet és alkalmazás – tekintettel a talaj, az éghajlati, a környezeti és gazdasági viszonyokra – biztosítja a mezőgazdaság fenntartható fejlődését és a fenntartható gazdálkodási formát, az integrált növénytermesztést, amelynek során előnyben kell részesíteni az agrotechnikai, biológiai és biotechnológiai módszereket, továbbá a környezetbarát fizikai és más nem kémiai módszereket, a károsítók természetes ellenségeinek egyedszám-korlátozó szerepét. Az integrált növénytermesztés filozófiájában az agrotechnikai, biológiai, biotechnikai, mechanikai, kémiai, védekezési eljárások és ezek technológiai rendszerei a meghatározók.

Az agrotechnikai módszerek alapvetően a fajta megválasztására, a vetés idejére és technológiájára, a vetésváltásra, a tápanyag-gazdálkodásra, a növényápolásra, a betakarítási és a vele kapcsolatos szállításra, a termés tisztítására és -tárolására terjednek ki. A növényfajta megválasztásában legfontosabb szempont a termőhely ökológiai viszonyainak ismerete és a fajta károsítókkal szembeni magatartása (rezisztenciája). A vetésidő helyes megválasztása hatással van a növényállomány fejlődésére és a károsítókkal szembeni ellenállásra (korrezisztencia). A tápanyag szempontjából a megfelelő mennyiségű és a harmonikus ellátottságot biztosító istállótrágya és műtrágya a legfontosabb. A növényápolás során alapvető szempont a növény (gyökér) és a talaj közötti kapcsolat biztosítása, a jó talajszerkezet kialakítása, a gyommentesítés és a vízzállító berendezések jó műszaki állapota. A betakarításnál fontos szempont a mennyiségi (pergési) veszteségek elkerülése és a minőségi (beltartalmi értékek) paraméterek megőrzése, amelyet a megfelelő időben és megfelelő módszerrel történő betakarítás és szállítás biztosíthat. Az agrotechnika elemei között fontos a tárolóhely fertőtlenítése és tisztasága, a termés tisztítása és helyes, szakszerű tárolása. Mindegyik szempontra tekintettel megelőzhető a termés felmelegedése és a károsítók felszaporodása. Az integrált növényvédelemben, illetve integrált növénytermesztésben

fontos szempont a károsítók előrejelzése (prognózis) és a védekezési időpont megválasztása szempontjából a kártételi küszöbérték (gazdasági küszöbérték), illetve a gazdasági kártételi szint meghatározása.

A gazdasági küszöbérték az a kártevő egyedsűrűség (m^2 /egyed, levél stb.), amely a védekezés elmaradása esetén meghaladja a gazdasági kártételi szintet. A gazdasági kártételi szint a kártevőnek az az egyedsűrűsége, amely már akkora gazdasági kárt okoz, amely megegyezik a kártevő visszaszorítására fordított védekezés költségével (Nádasy, 2004a; Bozsik, 2014). A járványok, gradációk kialakulását a gazda-, illetve tápnövény, a kórokozó, illetve kártevő, valamint az ezekre ható termőhelyi környezet – amely évjáratonként változó – határozza meg. A károsítók egyedszáma, életképessége, a károsítási küszöbérték megállapításának feltétele. E tekintetben fontos szerepe van a csalogató rovarcsapdáknak (fénycsapda, színcsapda, ivari csalogató csapda), amelyek lehetővé teszik a csapdázott egyedek számának megállapításával a védekezési időpont meghatározását (Jermy, 1967; Kuroli, 1999; Nádasy, 2004b; Szócs és Tóth, 2010; Tóth, 2012, 2013a,b; Tóth et al., 2012).

Az integrált növényvédelem, illetve integrált növénytermesztés alapja olyan biológiai és ökológiai ismeretekre támaszkodó környezetvédelmi szemléletmód és szaktudás, amely az agro-ökoszisztéma szabályozása, a biológiai sokféleség, a változatosság (biodiverzitás) megtartása, megőrzése mellett a fenntartható fejlődést, a talaj, a növény, az állat és az ember legteljesebb védelmét és egészségét szolgálja.

A magyar növényvédelmi szabályozás szigorúbb, magasabb szintű követelményeket tartalmaz, mint az Európai Unió és annak tagállamai (Jordán, 2015). Ezért a magyar gyakorlat messzemenően megfelel az integrált növénytermesztés növényvédelmi és agrotechnikai követelményeinek és egyben biztosítékot is jelent a konvencionális és biogazdálkodás közötti átmenet számára abban az esetben, amikor elkerülhetetlen a növényvédő szerekkel történő beavatkozás.

Az integrált növénytermesztés a talajélet fenntartásával és a talaj védelmét szolgáló elméleti alapokon nyugvó, gyakorlati célokat szolgáló módszerekkel, a talajerő fenntartásával a károsítók előrejelzésével és korlátozásának integrált rendszerével (integrált növénytermesztéssel) – amely a környezet és a károsító fajok populációdinamikájának összefüggéseit figyelembe véve a legösszehangoltabban alkalmazza az összes hatékony módszert és eljárást, és ezzel a károsítók populációit a gazdasági kártétel szintje alatt tartja – biztosítja az egészséges, növényvédőszer- és káros anyagoktól mentes élelmiszer, élelmiszer-alapanyagok, takarmányok és takarmány-alapanyagok (kiegészítők) előállítását és a környezet védelmét. 2014. január 1-jétől minden termelő köteles az integrált növényvédelem alapelveit betartani.

Az integrált növénytermesztés lényege nem a növényállomány károsítómentesen tartásával valósítható meg, hanem a növényállomány egészségesen tartásával, a gazdasági mértékű kártétel megelőzésével, amelynek alapját az 1976-ban létrejött MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ (MÉM-NAK) hatáskörébe utalt talajerő-gazdálkodás, a melioráció, a növénytáplálással kapcsolatos növény- és talajkárosítók komplex rendszerének vizsgálata biztosítja. A környezetkímélő növénytermesztésben a talajtani és az agrokémiai alapok (talajdegradáció, talajszennyezés, vízháztartás, tápanyagforgalom stb.) ismerete nélkülözhetetlen (Várallyay és Németh, 1999). A Földművelésügyi

Minisztérium (FM) stratégiájára, koordinációjára és a végrehajtására épülő Magyar Növényvédelmi Szervezet (MNSZ) Növényvédelmi Cselekvési Terve azt a célt szolgálja, hogy a növényvédő szerek emberi és állati egészségre és a környezetre jelentő kockázatait és kifejtett hatásait csökkentse, valamint az integrált növénytermesztés és az alternatív megközelítések, vagy technológiák kifejlesztését és bevezetését ösztönözze annak érdekében, hogy csökkenjen a növényvédőszer-használat élelmiszer-biztonsági és takarmánybiztonsági kockázata. Hangsúlyozni kell azonban azt is, hogy a kémiai növényvédelemnek az integrált növénytermesztésben nincs alternatívája, tekintettel arra, hogy az intenzív agrárgazdálkodási rendszerben a növényvédő szerek ésszerű használatát nem lehet nélkülözni. A hazai egyetemi növényorvos képzés és a nyolcvan órás növényvédelmi alaptanfolyami-képzés biztosíthatja az integrált növényvédelem elsajátítását, és az integrált gazdálkodás megvalósítását. Ehhez azonban egyre jobban képzett, szakegyetemet végzett, kitűnően felkészített és felkészült szakemberekre van szükség, amely feltételezi az egyetemi oktatás és kutatás problémáinak mielőbbi megoldását, összefüggésben az átalakuló felsőoktatási reformmal (Király, 2001; Glatz, 2002a,b,c, 2008; Patkós, 2003, 2007; Markovszky, 2007; Mészáros, 2007; Szabó, 2007; Vizi, 2007, 2014; Horváth, 2007, 2008, 2015a,b,c; Hamza, 2008, 2014; Pálinkás et al., 2011; Bazsa, 2013; Lovász, 2013, 2015; Klinghammer, 2013a,b, 2014; Balázs, 2014a,b,c; Palkovics, 2014; Maruzsa, 2015; Szücs, 2015).

4. Fenntartható gazdálkodás

Lányi András „Morális klímaváltozás” (Magyar Tudomány 7:820-830, 2013) c. tanulmányával egy időben jelent meg Szlávik János közgazdász, a környezet-gazdaságtan egyetemi tanára (Eszerházy Károly Főiskola, Eger) „Fenntartható gazdálkodás” (Wolters Kluwer, CompLex Kiadó, Budapest 2013) c. könyve és a „Lépések a fenntartható gazdálkodás irányába” (Magyar Tudomány 1: 99-108, 2014) c. tanulmánya, amelyben nemcsak a fenntartható fejlődés fogalmával foglalkozott, hanem elemezte a természeti, a társadalmi és gazdasági kérdéseket is. Szlávik (2013) véleménye szerint „A fenntarthatóság ugyanis nagyon leegyszerűsítve mindössze arról szól, hogy minden élő emberi generáció felelős az utódaiért. Úgy is, hogy úgy éljen, hogy szülessenek utódok és úgy is, hogy a megszületendő utódok elől ne élje fel a jövőt. Mit lehet ezen tagadnia az embernek”. A fenntarthatósággal kapcsolatban hat pontban foglalta össze véleményét (javaslatát): (1) Gazdasági inputokkal való takarékoság, ésszerűsítés, újszerű gazdálkodás; (2) A gazdálkodás fenntartható menedzselése; (3) A fogyasztás fokozatos átalakítása a fenntarthatóság jegyében; (4) Az újrahasználat bővítése, általánossá tétele; (5) Az újrafeldolgozás kiterjesztése; (6) A hulladékok semlegesítése.

Szlávik (2013, 2014) véleménye szerint a fenntartható gazdálkodás a fenntartható fejlődés alrendszere, a gazdálkodás olyan formája, amely nem jár entrópia⁸, illetve

⁸ Szlávik (2014) szerint „Az entrópia törvénnyel összefüggésben akkor cselekszünk a fenntartható fejlődés elvének megfelelően, ha lassítjuk a dolgok rendezetlen állapotba kerülését, visszacsatoljuk a gazdaság nyitott láncait, és mindezt legalább olyan ütemben és mértékben tesszük, mint ahogy a gazdaságban új és új nyitott láncok képződnek.”

ökológiai lábnyom-növekedéssel, ugyanakkor nem rontja a jövő generációk esélyeit az emberi civilizáció továbbviteléhez.

A fenntartható gazdálkodásnak különösen fontos szerepe van a mezőgazdasági termelésben. Kismányoki (2013) szerint a gabonafélék iránti kereslet jelentősen megnövekedett. Globálisan mintegy 7,2 milliárd ha olyan területtel rendelkezik a világ, amely még műveletlen, de potenciálisan szántóföldi tartalék lehet. Ezek a területek Dél- és Közép-Amerika és a szub-szaharai övezetek Afrikában, amelyek hasznosítása azonban számtalan problémába ütközik (vö.: Kismányoki, 2013).

A magyarországi szántóföldi területek csökkenése miatt szükség van (1) A termőterületek potenciális termőképességének fokozására, a termésátlagok és a bruttó produktum növelésére; (2) A talajok termőképességének megőrzésére, a talajdegradáció csökkentésére, a termőterület további csökkenésének megállítására, a racionális infrastruktúrára és településfejlesztésre; (3) Az élelmiszer-biztonságra és az élelmiszerellátás biztonságára, a növekvő igények és a gabonatermesztés közötti összhang és egyensúly megteremtésére.

A stratégiai fontosságú búza versenyképességének fokozása érdekében szükség van a hátrányok [például szélsőséges termésátlagok, alacsony szintű felújítási arány, termelési kockázatok nem megfelelő kezelése, homogén árualap hiánya, külső piacoktól való távolság és logisztikai kihívások, szerződéses fegyelem problémái, bizalom hiánya, tovább-feldolgozás nélküli értékesítés (állattenyésztés visszaesése), feketekezeskedelem] mérséklésére.

Bedő és Láng (2015a,b) rámutatott arra, hogy a válságperiódusok, az árak hektikus ingadozása, a változó kereslet-kínálat, a kiszámíthatatlan időjárás és a fenntartható fejlődés feltételeinek romlása (a termőföldcsökkenés, a termőtalajok minőségének romlása, az öntözővíz mennyiségének csökkenése, a tápanyag-ellátás és a növényvédőszer-használat nem kielégítő volta) a szélsőséges éghajlati események (klímaváltozás) stb. a fenntarthatóság szellemével összeegyeztethető új, kétirányú cselekvési programot követelnek meg. A fenntartható gazdálkodást és fejlődést szolgáló útkeresésben legfontosabb cél az elegendő élelmiszer előállítása és az élelmiszer-biztonság megteremtése, amely a jó genetikai tulajdonságokkal, jó alkalmazkodóképességgel (átlagon felüli stressz-rezisztenciával), ökológiailag összhangban lévő és versenyképes termesztett növényekkel valósítható meg. Bedő és Láng (2015b) hangsúlyozta, hogy a növénytermesztés fenntartható fejlődését, az emberiség élelmezését csak úgy lehet megoldani, hogy a növekvő produktivitás mellett biztosítani kell a természeti erőforrásokkal való racionális gazdálkodást, fenn kell tartani az ökológiai egyensúlyt, és el kell érni a kutatás és a fejlesztés reformját, amely új növényfajtákat és technológiákat eredményez.

Feldman Zsolt (2015) a Földművelésügyi Minisztérium (FM) helyettes államtitkára rámutatott arra, hogy Magyarországon a természeti erőforrások túlzott használata, az özőn-, illetve invazív fajok megjelenése és terjedése, a környezetvédelmi szempontokat figyelmen kívül hagyó, szakszerűtlen agrotechnika és környezettudatos gazdálkodás hiánya még mindig számos helyen problémát jelent. Ezért a hazai mezőgazdasági termelés fenntarthatóságával kapcsolatban szükség van olyan szemlélet kialakítására, amely a természeti és a környezeti szempontokat elengedhetetlennek tartja; ez

biztosíthatja a fenntarthatóság követelményeinek teljesülését. Ebben nagy szerepe van az integrált mezőgazdasági kutatásnak, az agrár-kutatóintézeti hálózatnak és nem utolsósorban az ökológiai szemléletű agrár-felsőoktatásnak, valamint az integrált szemléletű agrár-szaktanácsadásnak. Egy új szemléletű fenntartható mezőgazdasági termelés biztosíthatja Magyarország számára a versenyt az európai uniós és a nemzetközi versenytársakkal. Feldman (2015) kiemelte azt is, hogy a hazai agrártámogatási rendszereket úgy kell kialakítani, hogy abban a természeti és környezeti szempontok is megjelenjenek.

5. Precíziós gazdálkodás

Györfly Béla (1928-2002) az MTA r. tagja a földművelési és a növénytermesztési rendszerek nemzetközileg elismert tudósa 2001-ben javaslatot fogalmazott meg a precíziós agárgazdaság kutatási programjának magyarországi indítására. Ezzel kapcsolatban hangsúlyozta, hogy „A precíziós agárgazdaság minél gyorsabb és minél szélesebb körű bevezetése, elindítása a hazai agrár- és környezetvédelmi kutatásokban prioritást kell élvezzen, lévén ez az egyetlen olyan gazdálkodási mód, amely egyidejűleg képes megoldást kínálni ökonómiai és ökológiai problémákra”. A precíziós mezőgazdaság (*Precision agriculture, PA*) olyan informatikát és technológiát magába foglaló modern, dinamikus rendszer, amely termőhelyhez alkalmazkodóan érzékeli (azonosítja), méri (elemzi) és kezeli (irányítja) az agrárműveleteket és -technológiákat, figyelemmel a talajvédelemre, az integrált növényvédelemre, a jövedelmezőségre és a fenntartható fejlődésre.

A precíziós mezőgazdaság magába foglalja a termőhelyhez alkalmazkodó természet, a táblán belül változó technológiát, integrált növényvédelmet, csúcstechnológiát, a távérzékelést, a geostatistikát, a növénytermesztés gépesítésének változását és az információs technológia vívmányainak behatolását a növénytermesztésbe, talajtérképek mellett terméstérképek készítését és a termésmodellezést, valamint a talajtérképek összevetését a terméstérképekkel, kártevők, gyomok, betegségek táblán belüli eloszlásának törvényszerűségeit (Györfly, 2000; Neményi, 2015).

A fenntartható gazdálkodásban, az integrált gazdálkodásban, illetve az integrált növénytermesztésben nagy jelentőségük van a precíziós mezőgazdaságot szolgáló modern technológiáknak, a helyspecifikus módszerek alkalmazásának [például helymeghatározással kapcsolatos „*Global Positioning System (GPS)*” rendszer és a földrajzi ponthoz kapcsolt információs rendszer „*Geographic Information System, (GIS)*”]. Ezek a módszerek (vö.: Colwell, 1974; Neményi et al., 2001, 2002; Kardeván et al., 2004; Neményi és Milics, 2007; Németh et al., 2007; Huszthy, 2015 és mások) a növénytermesztés minden technológiai folyamatához (talajművelés, tápanyag- és vízgazdálkodás, vetés, növényápolás, növényvédelem, betakarítás) kapcsolódnak, és az a lényegük, hogy az ökológiai rendszerek pontosan behatárolt, meghatározott pontjain a begyűjtött információk alapján technológiai beavatkozásokat képesek végezni, illetve eszköz-helyváltotatással képesek a működést az információknak megfelelően változtatni (vö.: Jolánkai, 2015).

E helyen megemlíthető az *Alberding GmbH* német szoftverfejlesztő cég, amely nemrég Magyarországon is bemutatta a *GNSS (Global Navigation Satellite System)* rendszereit. A *GPS* amerikai rendszerben 30, a *GLONASSZ* orosz rendszerben 24 műhold üzemel; ezek fejlesztése azonban folyamatosan bővül és új frekvenciák és újfajta műholdak megjelenése várható (Kerepesi és Forgács, 2015).

Az európai gazdaságokban több gyártó által forgalmazott olyan tápanyag-gazdálkodást segítő, hordozható optikai szenzor (például *N-Pilot®*) van forgalomban, amely méri a növények levélzetének fényvisszaverődését (zöld és infravörös tartományban) és meg tudja határozni az adott növény aktuális nitrogén-ellátottságának mértékét, és javaslatot tud tenni a szükséges nitrogén hatóanyag igényre (Borsiczky et al., 2014; Mokra, 2015; Siflis, 2015). Magyarországon 2011-ben csupán 100 ha, 2014-ben pedig már 3400 ha föld tartozott a precíziósan művelt területek közé a Belvárdgyulai Zrt.-nél (Anonymus, 2015a). A modern technológia alkalmazásával 2013/2014 között 25-30%-kal csökkentették a műtrágya felhasználását, a növények (búza, kukorica, repce) terméshozama pedig 15-25%-kal növekedett.

A KITE Zrt. – mint ismert – 2009-től megkezdte a mezőgazdasági gépek földi navigációját pontosító RTK-hálózat kiépítését, amely a precíziós gazdálkodás gyakorlati alapjának megteremtését jelenti. Az *Agroprodukt Kft.*, amely 2 500 ha szántóföldön gazdálkodik, precíziós gazdálkodással kapcsolatos eredményeiről Demes György (2015) az Agrofórum lapigazgatója számolt be ifj. Farkas András termelésirányítóval folytatott beszélgetés alapján. A *GreenStar* navigációval rendelkező *John Deere* traktorral, *Kuhn Axis* műtrágyaszóróval és a *JD-Office Professional* számítógépes program alapján (tekintettel a talajvizsgálati eredményekre, az előveteményre és a tervezendő kultúrára) megoldották az őszi alaptrágyák táblaigényhez történő kijuttatását. Ezt követően a változtatható mennyiség kijuttatására alkalmas *JD 1770 NT* 12-soros vetőgép és a *SeedStar2* vetésellenőrző monitor segítségével precíz magadagolást, az eltérő körülményekhez igazított tőszámot sikerült biztosítani 30 ha-os kukoricatáblán. A precíziós technológia fejlesztésével és a gazdasági hasznossággal kapcsolatban további adatok találhatóak az interjúban (vö.: Demes, 2015). A precíziós gazdálkodással kapcsolatos tapasztalatok arra mutatnak, hogy ez a technológia forradalmasíthatja a gazdálkodás gyakorlatát.

A 2015. év márciusában Kecskeméten megrendezett első magyarországi precíziós gazdálkodás (*PreGa*) konferencia – amely az 1992. évi minneapolis-i (USA) és az 1997. évi európai precíziós mezőgazdasági konferenciát 23, illetve 18 évvel követte – nyitó gondolata „Kétféle gazdálkodó létezik Magyarországon: azok, akik már elindultak a precíziós mezőgazdaság megvalósításának útján, és azok, akik a közeljövőben fognak” azt a szükségszerűséget fejezte ki, hogy a magyar mezőgazdaság versenyképessége, fejlődése szempontjából a modern világszínvonalú technológia alkalmazása, a precíziós gazdálkodás elengedhetetlen (Gribek, 2015; Anonymus, 2015d,e; Kalmár, 2015a). A *PreGa* konferencián fontos szerepet kapott az *Ag Leader* hozamtérképező technológia (rendszer) bemutatása, amelynek nagy előnye, hogy a hozamtérképezésre használt monitor (*Integra, Versa*) egy ún. komplett precíziós mezőgazdasági csomag része, amely sorozatvetésre is alkalmas, de alapját képezi egy robotpilóta rendszernek is, amely komplett kijuttatás-vezérlést is képes megvalósítani.

A mezőgazdasági műszaki eszközök és technológiák alkalmazása során új fogalmak és eszközök (kopter, drón, telemetria stb.) váltak ismertté. A kopterek forgószárnyú eszközök, amelyeket a rotorok száma szerint lehet csoportosítani (oktokopternek nevezik a nyolc rotoros koptereket). A repülőtípusú, azaz a merevszárnyú eszközök belső égésű motorral, vagy elektromos motorral működnek (ezek a gyakoribbak) (Pörnczi és Milics, 2015a és mások). Ezek a műszaki eszközök 2015-ben bemutatásra kerültek a Magyar Növényvédő Mérnöki és Növényorvosi Kamara Vas-megyei Területi Szervezete (NÉBiH) által rendezett gyakorlati bemutatón a szombathelyi Növényfajta Kísérleti Állomáson (vö.: Pap, 2015). Az agrárelektronikával, a precíziós és mérés technikai eszközök forgalmazásával foglalkozó cég, az *Agrárin* Kft. bemutatta a német *CIS GmbH* nyolc rotoros kopterét, az ún. oktokoptert, a szoftverrendszerek fejlesztésével és forgalmazásával foglalkozó *ESRI* Magyarország Kft. pedig a képi adatgyűjtésre alkalmas *Trimble UX5* repülő eszközt, amelyek agrotechnikai szempontból fontos információkat szolgáltatnak (például növényvédelem, kárbecslés, vízellátottság, gyomtérképezés, növényfaj- és növény-fejlődési állapot meghatározás stb.). A *Noxious* Kft. a vérszívó szúnyogok telephelyeinek megállapítására kifejlesztett, saját építésű hat rotoros drónját mutatta be (Pap, 2015).

Újabban Pörnczi és Milics (2015b) a pilóta nélküli légi járművekre (UAV) szerelhető szenzorokkal kapcsolatos alapvető ismereteket foglalta össze. A látható fénytartományban (400-700 nm) felvételező kamerák a kék, a zöld és a vörös színek rögzítésével – megfelelő repülési magasság megválasztásával – jó képek készíthetők, amelyek például a vetési munkákkal, a növényállomány esetleges hiányosságaival, a belvizekkel stb. kapcsolatban fontos információkat szolgáltatnak. A multispektrális képalkotás során a felvételt készítés az infravörös tartományra is kiterjed, amely tájékoztatást ad például a vegetáció állapotáról, a növényeket ért stresszhatásokról, fejlődési differenciákról stb. A lézerszkennő (*Lidar*) olyan aktív, a felszín térképezésben is használható távérzékelési szenzor, amely például a növények magasságának a megállapítására is alkalmas; mérendő impulzusokat bocsát ki és a detektálás között eltelt idő alapján a mért távolságot meg lehet határozni. A hiperspektrális képalkotás előnye, hogy a látható fény és az infravörös tartományban nemcsak széles sávban, hanem keskeny sávban is, jól behatárolható hullámhosszúságban az előbb említett szenzorokkal ellentétben, nagyobb adattömegű információkat szolgáltat.

Az MTA Pécsi Akadémiai Bizottsága által 2015. június 25-én rendezett „2015 – A fény és a talaj éve a mezőgazdaságban” c. konferencián tartott előadások hangsúlyozták tk. a talajok színének, a talajmikrobáknak és a talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak jelentőségét a precíziós mezőgazdaságban (Csitári, 2015; Makó, 2015; Sisák, 2015).

A 21. század mezőgazdasága és eredményessége szempontjából fontos kérdés, hogy a gazdálkodók mennyire képesek az információs- és infokommunikációs eszközöket alkalmazni. A precíziós gazdálkodás megvalósításához azonban elengedhetetlen feltétel a vidékfejlesztési és agrártámogatási rendszerbe történő bekapcsolódás (Gribek, 2015; Anonymus, 2015d,e).

Az Agro Napló 2015. évi 06. (júniusi) számában „Jó úton haladunk? Fontos kérdésekre keressük a választ. Utolér-e bennünket a precíziós gazdálkodás, vagy elhalad

mellettünk a technológia” c. szerkesztőségi cikkben hazai egyetemi tanárok, szakértők, gazdálkodók, cégek képviselői és *Ph.D.*-hallgatók fejtették ki véleményüket (vö.: Anonymus, 2015d). Hangsúlyozták, hogy a precíziós gazdálkodás olyan modern, információkon, informatikai tudáson alapuló, környezetkímélő, fenntartható gazdálkodást szolgáló technológiai eszközrendszer, amelyben az adatnyerés, adattárolás és adatelemzés fontos szerepet játszik. Az új szemléletet és „gyakorlatváltást” feltételező technológia elterjesztésében olyan paradigmaváltásra van szükség, amelynek alapját az egyetemi oktatás és a szaktanácsadás teremtheti meg azzal, hogy tanulmányi rendszerében és javaslataiban biztosítja a precíziós mezőgazdaság integráló technológiára épülő ismereteinek elsajátítását. Ebben fontos együttműködésre van szükség az oktatási intézmények, a gépgyártók és a szaktanácsadó központok között.

Fontos szempont az is, hogy a precíziós gazdálkodás módszereivel, integrációs technológiák alkalmazásával, szakszerű termelésirányítási rendszerekkel csökkenthető a gazdálkodók költségei és javulhat az erőforrás-felhasználás (például víz, energia, üzemanyag, műtrágya stb.), ami környezeti- és fenntarthatósági szempontból is előnyös (Kerepesi és Forgács, 2015). Tekintettel az egyetemi oktatás gazdasági problémáira elengedhetetlen, hogy a legkorszerűbb technológiával felszerelt gépeket a gyártók az oktatás rendelkezésére bocsássák. A szakértők hangsúlyozták, hogy fejlett mezőgazdasági országokhoz hasonló szemléletváltás és az egyetemi tananyagba épített ismeretek elsajátítása vezethet el a precíziós gazdálkodást jelenleg még akadályozó „tudáshiány” és „információhiány” megszüntetéséhez.

2016. február 24-én került megrendezésre az Axiál Kft., az Agrotec Magyarország Kft., a KITE Zrt. és a T-Systems Magyarország támogatásával a II. Prega Konferencia, amely hazai és nemzetközileg elismert szakértők segítségével áttekintést adott a legújabb technológiákról és a gyakorlatban is alkalmazható megoldásokról. Magyarország mezőgazdasági portálja – az Agroinform.hu – támogatja a precíziós gazdálkodás fejlesztését és megismertetését, amint erre Bolyki Bence portálvezető a konferencián rámutatott. A konferencia időszerűségét és jelentőségét bizonyítja a mintegy 300 mezőgazdasági vállalat több mint félezer résztvevője. Erdei Gabriella és Milics Gábor szerkesztésében megjelent „Precíziós gazdálkodás. Digitalizáción innen és túl” (Opal Média és Kommunikációs Bt., Budapest, 2016) c. konferencia-kiadvány nélkülözhetetlen ismereteket tartalmaz az agrárium és az informatika kapcsolatáról. A nagysikerű II. konferencia jó alapokat teremtett a 2017. február 22-én megrendezendő „Precíziós gazdálkodás és agrárinformatika” c. III. Prega Konferenciának.

IV. Genetikailag módosított (GM) növények

„Tudományos eszközökkel, nemzetközileg elfogadott szabványok szerint kell garantálni az új géntechnológiai termékek egészségügyi, környezeti- és talajvédelmi biztonságát, valamint a hosszú távú gazdasági szempontok érvényesülését.”⁹

1. Rövid történeti áttekintés

A növények ember által történő mesterséges megváltoztatására 60 évvel ezelőtt Watson és Crick (1953) a genetikai információt (a szervezet működési programja, minőségi és mennyiségi tulajdonságok, biotikus és abiotikus stresszel szembeni védekezési reakciók programja stb.) hordozó dezoxiribonukleinsav (DNS) molekula elsődleges szerkezetének leírásával teremtette meg annak lehetőségét, hogy a 20. század végén és a 21. század elején sor kerülhetett a növényi tulajdonságok megváltoztatására és a kívánt tulajdonság(ok) új fajtában történő létrehozására. A biológiai (mezőgazdasági, kertészeti, erdészeti) tudományok valamennyi ágát, azok gyakorlati alkalmazásait az a biokémiai, genetikai, génszabványozási technika forradalmasította, amelynek alapját a restriktáz enzimekkel történő DNS vágása (hasítása) és összemontírozása tette lehetővé. Ezért a felfedezésért 1978-ban Werner Arber, Daniel Nathans és Hamilton O. Smith Nobel-díjat kapott.

Öt évvel később, 1983-ban Mary-Dell Chilton (*University of North Carolina, USA*), Jeff Schell és Marc van Montagu (*University of Ghent, Belgium*) által elsőként előállított transzgenikus növény – amelybe azonosított antibiotikum-rezisztencia gént ültettek be – megnyitotta az utat az „új nemesítési módszerrel” (transzgenikus technológiával) történő haszonnövények előállítására (vö.: Balázs, 2013a).

McNeill (2011) amerikai környezetvédelmi-történész professzor egyik munkájában rámutatott arra, hogy az evolúciót évmillióig a kiválasztódás uralta, majd az 1990-es években megjelent a kulturális evolúció, amelynek során a genetikai kiválasztódás és a kulturális evolúció kezdett összeolvadni és a tudomány képessé vált közvetlenül is beavatkozni a gének szelekciójába.

Nemrég egy meglepő dolgot látott napvilágot arról, hogy belga (*University of Ghent, Belgium*) és perui (*Central Institute of Potato, Lima, Peru*) tudósok „természe-

⁹ Az MTA Agrártudományok Osztályának állásfoglalása a genetikailag módosított élőlényekkel kapcsolatban. In: Balázs E., Dudits D. és Sági L.(2011): *Genetikailag módosított élőlények (GMO-k) a tények tükrében*. Tisza Press, Szeged.

tes” genetikailag módosított (GM)¹⁰ növényre bukkantak (Unglesbee, 2015; Kyndt et al., 2015). Genetikai vizsgálatokkal megállapították, hogy az édesburgonya [batáta (*Ipomoea batatas* cv. Huachano)] olyan *Agrobacterium tumefaciens* talajbakteriumból származó géneket tartalmaz, amelyek segítségével korábban genetikai módosító rendszert fejlesztettek ki. Ez a felfedezés is eloszlathatja azokat a még meglévő véleményeket, hogy a GM-élelmiszerek veszélyesek, ui. az édesburgonya olyan nélkülözhetetlen keményítő- és cukortartalmú zöldségnövény (főzélékként és a belőle készített lisztet kenyérré változtatják), amelyet főleg a trópusokon évezredek óta egészségkárosodás nélkül fogyasztanak.

A hagyományos (klasszikus) növény-nemesítés korlátainak leküzdésére kifejlesztett géntechnológiai módszerek lehetővé tették (1) Egy bizonyos tulajdonságért felelős gén azonosítását; (2) A gén izolálását a donor szervezetből, (3) Elszaporítását (legtöbb esetben egy baktériumban); (4) Az új génkonstrukció bejuttatását a befogadó (akceptor) növény sejtjeibe (például génpuskával, vagy *Agrobacterium tumefaciens* segítségével); (5) Az új gént tartalmazó sejtekből a növény-regenerálást (transzgen); (6) Több generáción át történő hagyományos szaporítást; (7) Ellenőrzést. A géntechnológia tehát tudományos alapon történő növény-nemesítés, amelynek eredménye egy „olyan géntechnológiával módosított szervezet, „amelyben a génállomány génszabványos beavatkozás által változott meg, ide értve ennek a szervezetnek a beavatkozás következtében kialakult tulajdonságot továbbvivő utódait.” Venetianer (2016) szerint a génszabványos „Az öröklési anyagba történő közvetlen tervezett és irányított beavatkozás.”

A géntechnológia abban (is) különbözik a hagyományos nemesítéstől, hogy (1) Egy, esetleg néhány kiválasztott gén kerül a befogadó növény génállományába (a hagyományos nemesítés során pedig a gének ezrei keverednek); (2) A génátvitel mesterséges úton, laboratóriumban történik (a hagyományos nemesítés természetes szexuális szaporodáson alapul); (3) Bármely növényfajból (nemcsak növényből) származó, sőt mesterséges úton előállított, a természetben nem is létező gén átvihető a befogadó növény génállományába (a hagyományos nemesítés során rokon fajok és / vagy közeli rokon fajok között történik a keresztezés).

Ha az első sikeres növényi gének izolálását és a transzgenikus dohány előállítását (1983) vesszük alapul, akkor két generációs időre, ha viszont az amerikai Calgene cég által 1994-ben piacra kerülő puhulásban gátolt *Flavr Savr* és érésben gátolt *Endless Summer* paradicsomfajtát tekintjük, akkor egy generációs időre tekint vissza a genetikailag módosított növények termesztésének, forgalomba hozatalának története (Dudits és Györgyey, 2013).

A Mezőgazdasági Biotechnológiai Alkalmazások Nemzetközi Szolgálata (*International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications, ISAAA*) 2014. évi (49-2014) tájékoztatója („A legfontosabb tények és eredmények a génnemesített növények térhódításáról: folyamatos növekedés, sokféleség és előnyök”) szerint 2014-ben 28 országban 181,5 millió hektáron, 18 millió gazdálkodó termesztett genetikailag módosított (genetically

¹⁰E helyen érdemes rámutatni arra, hogy számos közlemény nem tesz különbséget, vagy felváltva használja a genetikai módosítást vs. génszabványos beavatkozást. Tekintettel arra, hogy a régebbi növény-nemesítési eljárás pl. a hibridizáció genetikai módosítás, a génszabványos beavatkozás pedig valamely élő szervezet genomjában végzett biotechnológiai vagy molekuláris biológiai beavatkozás, ezért e két fogalom elkülönítése indokolt.

modified, GM) növényeket; az 1996. évi 1,7 millió hektárról a 181,5 millió hektárra történt vetésterület-bővülés több mint százszoros növekedést jelent és a GM-növényeket termelő országok száma az 1996. évi (6 ország) adatokhoz képest 2014. évre (28 ország) több mint négyszeresére emelkedett (vö.: Zöld Biotechnológia 1-2: 1-6, 2015). Az utóbbi években engedélyezett új GM-növények között alapélelmiszerek (például az USA-ban az ütésálló, a hámozáskor nem elszíneződő, sütéskor kevesebb rákkeltő akrilamidot tartalmazó *Innate*TM burgonya, Bangladesben a legfontosabb zöldségnövény a *Bt*-padlizsán, Indonéziában a szárazságtűrő cukornád, Braziliában a *Cultivance*TM herbicidtoleráns szójabab) és egyéb növények vannak. A takarmánynövények közül a magasabb hozamú és a csökkentett lignintartalmú GM-lucerna (*HarvXtra*TM) jelentős. Az élelmiszer- és takarmánybiztonságra, valamint az éghajlatváltozásra tekintettel figyelemre méltó a GM *DroughtGard*TM szárazságtűrő kukorica, amelyet először 2013-ban 50 ezer hektáron termesztettek az USA-ban. Vetésterülete 2014-ben már 275 ezer hektárra növekedett. Különösen figyelemre méltó a fejlődő országok előretörése, és ezzel több mint 65 millió ember élelmiszer ellátása javult. Az élelmiszer-biztonságban, a fenntarthatóságban, a környezetvédelemben és az éghajlatváltozás okozta problémák enyhítésében fontos szerepet játszó GM-növények termesztésével jelentős mértékben növelhetők a terméshozamok és csökkenthető a növényvédő-szerek használata.

2. Kétségek és viták

A három évtizedre visszavezethető új technológia bevezetését még mindig heves viták kísérik. A genetikailag módosított növényekkel kapcsolatos előnyök és hátrányok megítélésében meghúzódó viták alapja – politikai természetűtől eltekintve – elsősorban az, hogy az ember évszázadok óta mindig elutasító volt és ellenséges megatartást tanúsított a tudomány legújabb eredményeivel szemben, és így van ez most is, amikor a világ 55 országának biogazdálkodásával kapcsolatos előírásaiban közös szempont a GM-növények elutasítása (Roszík, 2007, 2009), annak ellenére, hogy a géntechnológiával módosított növényeket ma már a világ globális szántóterületének 13%-án termesztetik, és amely megegyezik Európa teljes szántóföldi területével és közel negyvenszer akkora, mint Magyarország összes szántóterülete (Heszky, 2009; Dudits és Györgyey, 2013; Naik, 2013). Klumper és Qaim (2014) metaanalízis-vizsgálatai, amelyek a GM-növényekkel kapcsolatos szántóföldi kísérleti adatok feldolgozására terjedt ki, rámutattak az 1995. év óta folytatott GM-technológia előnyeire: (1) 37%-kal csökkent a rovarirtó vegyszerek használata; (2) A terméshozamok 22%-kal növekedtek; (3) A gazdálkodás nyeresége 68%-kal növekedett. Ennek ellenére a GMO-kal kapcsolatban felmerült viták tovább folytatódtak. Nemrég Csányi Vilmos egyetemi tanárral, etológussal, az MTA r. tagjával jelent meg egy interjú a gazdák tájékoztatására a „GMO-ról és hiedelmekről” címmel (vö.: Inczedy P.: Mezőhír 19:102). Ebben az interjúban Csányi Vilmos tk. kifejtette például azt, hogy a GMO-k tiltása nem a Magyar Alkotmányba való, de azt az érvelést, hogy a GM-termények drágábban eladhatók, el lehet fogadni. De ha azt mondják, hogy „azért nem kell, mert káros, akkor fel vagyok háborodva,

mert biológus vagyok és tudom, hogy ez hazugság”. Az interjú a következőkkel zárul: „A veszély mértékét kell vizsgálni, és azt kell nézni, hogy hogyan lehet elkerülni. De azt, hogy most teljesen betiltom, miközben az egész világ másfelé megy, mi pedig majd az ellenkező irányba, ezt mindenképpen korlátolt gondolkodásnak tartom.”

A GM-növényeket támogató és ellenző európai tagállamok közötti vita végét jelentheti az Európai Bizottság 2015. április 22-i ülésére tervezett bejelentési javaslat, mely szerint továbbra is engedélyezi a GM-termékek forgalmazását az Európai Unióban. Az Európai Bizottság 2015. április 24-én tíz újabb GM-növény élelmiszeripari és takarmányozási felhasználását engedélyezte, és a már korábban kiadott hét engedélyt is meghosszabbította, de a termesztést egyik esetben sem tette lehetővé. Jóváhagyás alapján a jövőben újabb GM-kukorica, -szójabab és -repcse jelenhet meg az EU piacán élelmiszer-ipari és takarmányozási felhasználásra. A fenti növényeken kívül két GM-szegfű importja is engedélyezett. Az EU eddig egyetlen GM-vetőmagot (MON810 kukorica) hagyott jóvá (ilyen növényt természetnek például Spanyolországban, Portugáliában és Csehországban), ennek ellenére Magyarországon ennek a növénynek a termesztése sem engedélyezett, mivel a magyar kormány az EU GMO-rendelet védzáradékára hivatkozva az engedély magyarországi hatályát felfüggesztette. Magyarországi GM-mentességének kérdését, illetve ennek szabadságát tagállami hatáskörben tartja továbbra is követendőnek.

Konnikova (2014) – aki a Columbia Egyetemen (*University of Columbia, USA*) szerzett pszichológiából doktorátust (*Ph. D.*) – érdekes cikket közölt „A GMO-k iránti bizalmatlanság lélektana” címmel. Ebben a dolgozatban rámutatott arra, hogy az emberek az ismert (ismerős) dolgokat természetesnek veszik az ismeretlen természetellenesnek (aminek megértéséhez nagyobb szellemi erőfeszítésre volna szükség), más szóval a természeteset pozitívnak, a természetelleneset negatívnak tekintik (ilyen például az ember által előállított GM-növény). A szerző szerint a GM-növényekre az ún. „glória effektus” nehezedik, amelyben akár egyetlen negatívnak tetsző tulajdonság (mint természet ellenesség) eltorzítja az érzékelést. A GM-növényeknél megfigyelhető negatív „glória effektus” nemcsak az ember érzését befolyásolja, hanem hatással van a velük kapcsolatos kockázatokra is. Fontos megállapítani azt is, hogy az emberek általában bizalmatlanok a GM-növényekre vonatkozó adatok hitelességével is, ez pedig a véleményalkotást negatívan befolyásolja. Konnikova (2014) véleménye szerint a GM-növényekkel kapcsolatos érzelmeken alapuló véleményekre hatással van és lesz az az idő, amely mind a genetikai módszerek elterjedt alkalmazásával, mind pedig a GM-növények forgalmazásával illetve a GM-növények szükségességének felismerésével kapcsolatos.

A GM-növényekkel kapcsolatos aggodalmak között szerepelnek érzelmi, etikai, szakmai, politikai viták, emberi tudatlanságok, nem tudományos érveken alapuló, az új technikától való félelem (*technofóbia*), élelmiszer-biztonsági kockázatok vagy akár – amint erre Venetianer (1998) „A DNS szép új világa” (Kulturtrade Kiadó, Budapest 1998) c., és a Magyar Tudomány c. folyóiratban (3: 303-310, 2009) rámutatott – tudatosan előidézett veszélyek is. A kritikák között szerepel az is, hogy a tradicionális génbeépítési technikával, a géntranszformációval nem lehet irányítani a transz gének beépülésének helyét, amely megkérdőjelezi a GM-növények (fajták) létjogosultságát és használhatóságát. Ennek a problémának a megítélése azonban a világban igen

eltérő (Venetianer, 2005; Dudits, 2012a,b, 2014a; Martin, 2013; Horváth, 2014; Proksza és Békési, 2014; Fehér, 2014; Koncz, 2014).

Ha egy új technika (technológia) és az erre épülő tudományos fejlődés (génmódosítás) jár is veszélyekkel – ami eddig egzakt vizsgálati módszerekkel nem nyert bizonyítást (vö.: Venetianer, 2005) –, ebből nem következik az, hogy a tudomány ellen kell fordulni, mert ez esetben az már a kultúra elleni támadást jelent, amely az európai, emberi kultúra része (Berényi, 2009).

Palugyai (2014) egyik írásában rámutatott arra, hogy „a génmódosítást világszerte viták kísérik, a demokráciákban tudományos viták, ami nálunk hiányzik.” A szerző felhívja a figyelmet arra is, hogy „Európa lemarad a biológiai kutatásokban és a mezőgazdasági világversenyben. A gazdasági érdekek szembe feszülése helyett tudományos igazság kiderítésére volna szükség.” Nemrég vált ismertté az a sajnálatos tény, hogy az Európai Bizottság elnöke leváltotta azt az Anne Glover tudományos tanácsadót megbízatása alól, aki a GM-növényekkel kapcsolatban tudományos érveket hangoztatott és tudományos konszenzust javasolt. Nemrég ismertté vált, hogy az Európai Unió (EU) tagállamainak szakminisztereiből álló testületben nem sikerült minősített többséggel leszavazni a GM *Pioneer Hi-Bred* („*Pioneer 1507*”) kukoricamoly ellenálló és glifozáttartalmú gyomirtó szernek is ellenálló kukorica termesztését. Mint ismert, a 28 EU-tagállam 19 minisztere ellenezte, 5 javasolta és 4 tartózkodását fejezte ki a *Pioneer 1507* EU-n belüli termesztésével kapcsolatban. A 19 ellenszavazat nem jelentette a minőségi többséget – az EU jogértelmezése szerint –, mivel a 19 ország nevében leadott szavazat nem képviselte az EU népességének 62%-át [vö.: Egységes európai okmány (*Single European Act, SEA*) in: Az Európai integráció. Tények és adatok. MTA Történettudományi Intézet, Európa Institute, Budapest 2000], ezért az EU-Bizottság kiadta a *Pioneer 1507* GM kukorica 10 évről szóló termesztési engedélyét.

Ez a döntés érinti Magyarország GMO-mentességét garantáló Alaptörvényét, ugyanis nincs olyan EU-s szabály, amely megengedné egy tagállamnak, hogy saját országában megtiltsa egy, az EU-ban engedélyezett GM-növény termesztését és felhasználását. A vita tehát tovább folytatódik, amely elkerülhetetlenné teszi a probléma új szintézisben történő tudományos megoldását. Nem gondolom, hogy azok a Nobel-díjas tudósok¹¹, akik a DNS elsődleges szerkezetének 1953. évi első leírása óta

¹¹1965 és 2015 között amerikai, angol, francia, svájci, svéd és török tudósok itélték oda a Nobel-díjat. 1965-ben a francia Jacob, Monod és Lwoff kapta „A több gént irányító örökléshordozó gén felfedezéséért”, 1968-ban az amerikai Holley, Khorana és Nirenberg nyerte el „A genetikai kódnak és a fehérje szintézisben betöltött funkciójának megfejtéséért”, 1978-ban a svájci Werner Arber, az amerikai Daniel Nathans és Hamilton O. Smith „A restrikciós enzimek felfedezéséért”, 1980-ban megosztott kémiai Nobel-díjat kapott az amerikai P. Berg „A nukleinsavak biokémiája terén végzett alapvető kutatásokért különös tekintettel a rekombináns DNS-re; az amerikai W. Gilbert és az angol F. Sanger „A nukleinsavak nukleotid sorrendjének meghatározása terén elért eredményeikért”, 1993-ban kémiai Nobel-díjat kapott az amerikai Mullis „A polimeráz láncreakció felfedezéséért”, szintén 1993-ban megosztott fiziológiai és orvostudományi Nobel-díjat kapott az angol Roberts és az amerikai Sharp „A génkutatásban elért eredményeikért.” 2006-ban megosztott fiziológiai és orvostudományi Nobel-díjat kapott Fire és Mello „Az RNS interferencia felfedezéséért.” A 2015. évi Nobel-díjat a svéd T. Lindahl, az amerikai P. Modrich és a török A. Sancar kapta „A DNS-javítás mechanizmusát felfedező kutatásokért és molekuláris genetikai alkalmazásáért. Az angol Frederick Sanger (1918-2013) az egyetlen olyan tudós, aki kétszeres (1958-ban és 1980-ban) kémiai Nobel-díjas. Európa legnagyobb genomikai kutatóintézetét (*Wellcome Trust Sanger*

(vö.: Watson és Crick, 1953) eltelt több mint hat évtizedben közvetlen, vagy közvetett módon kutatásaikkal hozzájárultak az agár- (zöld), a gyógyszer- (piros) és az ipari (fehér) biotechnológia létrejöttéhez, sikereihez, méltatlan lennének a svéd Alfred Nobel (1833-1896) által 1895-ben írt végrendeletében „a béke céljaira és az emberiség jótevőinek jutalmazására” fordított Nobel-díjra, a legmagasabb tudományos elismerésre¹². *A Crop Biotech Update* 2016. július 6-i száma közli annak a 110 Nobel-Díjas tudósnek (például J.Watson, W. Arber, A.Hershko, R.D.Kornberg, A.J. Legett és W. Ketterle) a nevét, akik aláírták azt a levelet („110 Nobel-dijas Laureates sign letter calling Greenpeace to stop GMO opposition”), amelyet megküldtek a világ kormányainak és az Egyesült Nemzetek vezetőinek a GMO-szervezetek *Greenpeace* (Zöld Békemozgalom) általi tiltásával kapcsolatban. A levél felteszi azt a kérdést, hogy „Hány szegény embernek kell még meghalni a világban, mielőtt mi elgondolkodunk ezen az emberiség elleni bűntényen” (*How many poor people in the world must die before we consider this a crime against humanity*).

A GM-növények európai megítélésének visszásságaival kapcsolatban figyelemre méltó annak a 41 svéd tudósnek az állásfoglalása (cit. Dudits, 2012a,b), akik 2001-2010 között végzett EU környezeti és egészségkockázati vizsgálatokkal (500 független kutatócsoport) kapcsolatban megállapították, hogy „a GM-technológia önmagában nem veszélyesebb, mint a hagyományos nemesítés.” Lesley Anne Glover (*University of Aberdeen, Scotland, UK*) skót biokémikus professzor, az EU tudományos főtanácsadója – akit nemrég az EU-Bizottság elnöke a környezetvédők lobbizását követően felmentett – egy budapesti látogatása során a következőket mondta: „Soha nem láttam megalapozott bizonyítékot arra, hogy a GM-növények ártanak a környezetnek, az állatoknak és az embernek. Nem veszélyesebbek a genetikailag módosított alapanyagból készült ételek, mint a hagyományos technológiával készültek. Az emberek ma egyre kevésbé magában a géntechnológiában látják a veszélyt, inkább azt a fajta multinacionális üzleti modellt nem kedvelik, amely ezekkel a termékekkel operál” (vö.: Palugyai, 2013). Több mint kétezer tudományos közlemény áttekintése alapján a Svájci Nemzeti Tudományos Alap nemrég megerősítette, hogy nem találtak a GM-technológiához köthető egészségügyi vagy környezetvédelmi kockázatot, pedig – mint ismert – a közéletbe bevont növények közül a GM-növények alkotják a valaha is legtüzetesebben vizsgált csoportot. A GM-növények és nem GM-megfelelőik tápérték szempontjából egyenértékűek [vö.: A jövő vetése: Európai Akadémiák Tudományos Tanácsadó Testülete (EASAC) és a Magyar Tudományos Akadémia (MTA) szakértői jelentése, Budapest, 2014]. Az európai 130 kutatási projekt, 500 kutatási

Institute and the European Bioinformatics Institute, Hinxton (United Kingdom) róla nevezték el.

¹²A Nobel-díjat először 1901-ben ítélték oda. A jelentős pénzüsszeggel járó kitüntetés mellé szép érmet is kaptak a kitüntetettek, amelyen a következő olvasható: *Inventas vitam iuvat excoluisse per artes* (Szép dolog az életet találékony művészetekkel nemesíteni). A díjat öt kategóriában (fizika, kémia, fiziológia és orvostudomány) nyújtott felfedezésekért, az irodalomban a legkiválóbb idealista irányzatú mű megalkotásáért, valamint a népek testvérisége, a hadseregek leszerelése (csökkentése) és a béke előmozdítása érdekében kifejtett tevékenységért ítélték oda. Az 1968 óta a hatodik díj a Közgazdasági Nobel-díj, amelyet a Svéd Központi Bank alapított „Svéd Királyi Bank Alfred Nobel Közgazdaságtudományi Emlék-díj” elnevezéssel. A Nobel-díj első 100 évében (1901-2001) a legnagyobb számban az orvosi (172), a fizikai (162) és a kémiai (135) Nobel-díjak kerültek kiosztásra (Csiky, 2001; Pálinkás, 2001; Hargittai, 2001; Bődök, 2004).

csoportjában 20 év alatt végzett elemzések arra mutattak rá 2010-ben, hogy „nincs tudományos bizonyíték arra, hogy a genetikailag módosított szervezetek magasabb kockázatot jelentenek a környezetre vagy az élelmiszer- és takarmánybiztonságra, mint a hagyományos növények, vagy szervezetek” (Martin, 2013).

A genetikailag módosított (GM) növények termesztése (ahol engedélyezett) a világ minden táján az élelmiszer-ellátást, a terméshozam-növelést és a környezetszennyezés csökkentését szolgálja. Ridley (2012) egyik könyvében azt írta: „Ahhoz, hogy 2050-ben 9 milliárd embert táplálni lehessen a következőkre van szükség: a mezőgazdasági termelést legalább kétszeresére kell növelni, amihez elsősorban az szükséges, hogy Afrikában növekedjen a műtrágya-felhasználás, Ázsiában és Amerikában elterjedjen az esőztető öntözés, a trópusi országokban az évi kétszeri aratás, a GM-növények bevezetése a világ minden táján a terméshozam növelése és a környezetszennyezés csökkentése érdekében.”

A GM-növények vetésterülete az USA-ban 70,1 millió hektár, Brazíliában 37 millió hektár és Argentínában 24,4 millió hektár körül mozog. Ezt követi India, Kanada, Kína, Paraguay és a Dél-Afrikai Köztársaság. A 12. helyen van Csehország, 14. Románia, 15. Lengyelország és a 18. Szlovákia (Anonymus, 2014). A GM-növények termesztése az EU-ban 2012 és 2013 között 15%-kal, Spanyolországban a 2012. évi adatokhoz képest 18%-kal növekedett a GM-kukoricaterület. A kukorica vetésterület Romániában stagnál, Portugáliában, Csehországban és Szlovákiában viszont csökkent (Anonymus, 2014).

3. A hazai jogi háttér

Mint ismert, a magyar Parlament a „Géntechnológiai tevékenységről szóló XXVII. törvényt” 1998. március 16-án fogadta el és 1999-ban lépett hatályba. A törvény (előállítás, termesztés, forgalmazás) megteremtette a hazai géntechnológiai tevékenységet és alkalmazást. Az EU 2004. évi csatlakozásig eltelt időben (5 évben) kísérleti és kutatási célra, biztonsági feltételek mellett mintegy 30 engedély került kiadásra. A 2004. évi EU-csatlakozással járó jogharmonizáció az 1998. évi törvény kiegészítését indokolta és tulajdonképpen az Európai Unió GMO moratóriumának a feloldását is, amely együtt járt a *Monsanto Mon 810*-es kukorica molyrezisztens (*Ostrinia nubilalis*) génösszetevőt tartalmazó kukorica hibridek termesztésének engedélyezésével az EU-tagországokban. Emellett egy ún. koegzisztencia törvény (86/2006. XII. 23, FVM rendelet) garantálta a biotermesztést is. Ezt a kettősséget a Kormány úgynevezett védzáraddal úgy oldotta meg, hogy bevezette a GMO-moratóriumot, miközben a *Mon 810*-es kukorica hibridek hazai értékmérő tulajdonságainak vizsgálata alapján megfelelték az állami elismerés követelményeinek. Az Országos Fajtaminősítő Tanács 2005. márciusában állami elismerésben részesített két kukoricamoly-rezisztens hibridet. Forgalomba hozatalukra azonban nem kerülhetett sor, mert a Magyar Alkotmány – mint ismert – tiltja a GM-növények termesztését és a GMO-mentességet az egész országra kiterjesztette.

Jelenleg számos GM-fajta (kukorica, szója, repce, cirok, gyapot) rendelkezik az EU-ban forgalmazási engedéllyel. E helyen szeretnék rámutatni arra, hogy a 2011. évi budapesti *World Science Forum*-on (Tudományos Világforum, Budapest, 2011. november 17-19.), amelynek mottója „A tudomány átrajzolódó világképe: kihívások és lehetőségek” (in: Magyar Tudomány 1:103-106, 2012) volt, az alábbiakat is megfogalmazták a résztvevők: „Felkérjük a nemzetek országgyűléseit és kormányait, nyilvánítsák ki abbéli elkötelezettségüket, hogy a döntéshozatali folyamatok részeként tudományos tanácsadást is igénybe vegyenek.” A Magyar Tudományos Akadémia (MTA) – mint a nemzet tanácsadója – Agrártudományok Osztályának közössége (tagjai) 2010. május 26-i ülésén 9 pontban fejtette ki állásfoglalását a genetikailag módosított élőlényekkel kapcsolatban [vö.: Genetikailag módosított élőlények (GMO-k) a tények tükrében. Magyar Fehér könyv, Balázs et al., 2011]: (1) A világ tudományos és gazdasági eredményeinek tanúsága szerint a géntechnológia egyre inkább meghatározó szerepet játszik az agrárinnovációban és az új technológiák megalapozásában; (2) A magyar agrárium és így a növénynevelés jövőbeni versenyképessége a géntechnológia és a genomika eszközeivel hatékonyabban biztosítható; (3) A környezetbarát agrotechnológiák szerepe növelhető a biotechnológia és ezen belül a géntechnológia alkalmazásával; (4) Tudományos eszközökkel, nemzetközileg elfogadott szabványok szerint kell garantálni az új géntechnológiai termékek egészségügyi, környezet- és talajvédelmi biztonságát, valamint a hosszú távú gazdasági szempontok érvényesülését; (5) A géntechnológiával nemesített (GM) növények körüli társadalmi vitában kapjanak meghatározó szerepet a tudományos tények; (6) A magyar törvényhozás és állami vezetés géntechnológiával kapcsolatos döntéseit az új tudományos eredmények fényében javasolt időről időre felülvizsgálni; (7) A magyar agrárium versenyképességét az szolgálja, ha a szabályozás biztosítja az esélyegyenlőséget a növénynevelők és a gazdák szabad technológiaválasztásában; (8) Az agrárinnováció érdekében növelni kell az agrár-biotechnológiai oktatás és kutatás kapacitásait, finanszírozását és versenyképességét; (9) Tudományos ismeretterjesztéssel kell elősegíteni a géntechnológia társadalmi elfogadottságát. Az MTA Agrártudományok Osztálya állásfoglalásának helyességét igazolja az a 2014. évi „Tudomány a szakpolitikáért” című nemzetközi csúcstalálkozó is, amely az Európai Akadémiák Tudományos Tanácsadó Testülete (*European Academies Science Advisory Council, EASAC*) és a Magyar Tudományos Akadémia között létrejött. A csúcstalálkozó felhívta a figyelmét az európai akadémiáknak a fenntartható szakmapolitikai döntések meghozatalában, a független, tudományos tényeken alapuló tanácsadás meghatározó szerepére. „Az akadémiák függetlensége garantálja az objektív, felelős eredményeket” nyilatkozta Michael Norton professzor, az EASAC Környezettudományi Programok Titkárságának vezetője. Dudits (2014) hangsúlyozta, hogy a GM-növények elutasítása a magyar alkotmányban nem helyénvaló mert tudománytalan nézeteket tartalmaz és figyelmen kívül hagyja a kedvező hatásokat.

A biotechnológiai kutatások és fejlesztések gátlása akadályozza a hazai agrárium fejlődését és az innovációs lehetőségek kihasználását. Erre mutatott az MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpontban 2016. május 25 és 26-án rendezett tudományos ülés, a Straub-napok konferenciája és az MTA Agrártudományi Kutatóközpont

(Martonvásár) 2016. szeptember 26 és 27-én rendezett nemzetközi konferenciája (*New Breeding Techniques – regulate or not to regulate*), amely a genomszerkesztésben elért eredmények bemutatásával – összhangban a világtendenciával – olyan új nemesítési módszerekre mutatott rá, amelyek presztizsvesztés nélküli megoldást kínálnak a hazai agrárium számára (Dudits, 2016b; Balázs és Dudits, 2017). A fajta-előállító nemesítés a genomszerkesztési módszereket új, és fontos lehetőségének tekinti, ui. az örökítő anyag, a DNS génspecifikus, célzott megváltoztatása során a biológiai teljesítőképesség, a hasznosíthatóság és a piaci érték is javítható. Balázs (2016a) a konferencia sajtótájékoztatón hangsúlyozta, hogy a tudomány elérkezett a poszt-GMO korszakba, amikor a génszerkesztés során – ellentétben a hagyományos, transzgenikus genetikai módosítással – nem kerül idegen DNS a módosított élőlény genomjába, ui. az eljárás során az élőlény saját DNS-ének precízen célzott, pontoszerű megváltoztatásával éri el valamely kiválasztott tulajdonság megváltoztatását. Ez alapján irányított mutagenézissel, idegen nukleinsav felhasználása nélkül változtatható meg az élőlények egy-egy tulajdonsága. A genomszerkesztési technika a nemesítés történetében forradalmi változást indított el. Venetianer (2016) és Balázs (2016) felhívta a figyelmet olyan részben újabb technikákra (például oligonukleotidokra alapozott helyspecifikus mutagenézis, cink-ujj nukleáz), amelyekkel például már sikerült gyomirtószer-rezisztens kukoricát előállítani. Biotechnológiai forradalmat jelentett a 2012-ben ismerté vált „halmozottan előforduló, szabályos közökkel elválasztott palindromikus ismétlődések” (*clustered regularly interspaced short palindromic repeats, CRISPR/Cas9*) genommodosítási (génszerkesztési) módszer, amely új utat nyithat meg a növények nemesítésében (Jinek et al., 2012; Cong et al., 2013; Dudits, 2014b; Balázs és Dudits, 2017)¹³. Az új génszerkesztési módszerekkel (*CRISPR/Cas9*) előállított növények [például barnulásnak ellenálló csiperke gomba (*Agaricus bisporus*), a magas amilopektin tartalmú viaszos kukorica (*Zea mays*)] a nemesítés új sikerét jelentik (Waltz, 2016; Parisi et al., 2016). A módszer használata során a végtermékben nincs jelen idegen DNS, hanem csak a gén újraszerkesztéséről van szó, ellentétben azokkal a kezdeti eljárásokkal, amikor például vírusból (karfiol mozaik vírus, *Cauliflower mosaic virus, CaMV*), vagy baktériumból (*Agrobacterium tumefaciens*) származó DNS szekvenciákat használtak fel. A GM-növények termesztésével kapcsolatos kétségeket várhatóan fel fogja oldani annak az új módszernek (*CRISPR/Cas*) a bevezetése a növény- és állatnemesítésbe, amellyel nem kerül be új gén a nemesítendő fajtaiba, hanem hasznos mutáció jön létre, azaz a gén illetve a genom újra szerkesztése következik be (Khatodia et al., 2016). Ezt az új eljárást a kutatók néhány éve fejlesztették ki miután ellesték a baktériumokban és az archeákban felfedezett immunológiai technikát, amely a vírusfertőzések

¹³A Magyar Tudományos Akadémia Szegedi Biológiai Kutatóközpontban 2016. május 25 és 26-án, valamint az MTA Agrártudományi Kutatóközpont (Martonvásár) által 2016. szeptember 26 és 27-én Budapesten rendezett konferenciáit az tette különlegessé és újszerűvé, hogy Magyarország az elsők között rendezett a CRISPR/Cas9 módszerrel kapcsolatban magyar és külföldi előadókkal konferenciát (vö.: Dudits, 2016b; Balázs 2016a; Balázs és Dudits 2017). A konferencián elhangzott előadások a magyarországi nemesítésre is igen jelentős hatással lesznek, és olyan kifejezések, mint pl. precíziós nemesítés (*precision breeding*), transzgen-mentes genomszerkesztés (*genome editing*) a magyar „nemesítési szótárakban” is új, és előkelő helyet foglalnak el a jövőben.

(fág-fertőzések) ellen irányult. A természetes vagy mesterségesen előidézett mutációk hasznosítása ellen eddig sem volt kifogás, így joggal remélhető, hogy ez az új és egyszerű módszer forradalmi változásokat hoz a növény- és állatnemesítésben.

Steven D. Buckingham „*Genes Taking the Fast Lane*”. *Lab Times* 4: 58-59, 2016) személyes véleménye szerint ez a módszer egy óriási ajándék a természettől a kutatók kezébe, de felvethető az a jövőbeli veszély, hogy ha a CRISPR/Cas rendszer valami oknál fogva a genom tartós részévé válik akkor a módosított gént tartalmazó kromoszóma (akár apai, akár anyai) a sejtben automatikusan megváltoztathatja a másik kiegészítő kromoszóma megfelelő génjét. Ennek következtében homozigóta mutáció keletkezik, és előfordulhat, hogy az új szerkesztett gén a természetben a faj minden tagjára elterjedhet. Az Amerikai Egyesült Államok Nemzeti Tudományos Akadémiája a gén-elterjesztéssel (*Gene Drives*) kapcsolatban publikált 214 oldalas jelentése rámutatott arra, hogy szabályozásra (*regulations*), a kutatók felelősségére (*responsibility*) és a jó laboratóriumi gyakorlat (*Good Laboratory Praxis, GLP*) pontos betartására (*adherence*) van szükség (Buckingham, 2016).

Jennifer Kuzma az Észak-Karolina Egyetem, Génsebészet és Társadalom Központ (*University of North-Carolina, Centre of Genetical Engineering and Society, USA*) professzora egyik újabb tanulmányában részletesen elemezte azt a kérdést, hogy a GMO-k szabályozásánál az eljárásra (módszerre), vagy a termékre (például növény) kell-e összpontosulni a vitáknak (Kuzma, 2016). Az „eljárás és termék” vita – amely nemcsak akadályozza az értelmes párbeszédet, hanem logikátlan is – sem elméletben, sem gyakorlatban nem vezet eredményre. A termék alapú megoldás melletti érvek „két konklúzió egyikéhez vezetnek: ha minden terméket (akár GM, akár nem GM) egyformán kell kezelni, akkor vagy minden terméket szabályozni kell, akár GM, akár nem, vagy egyiket sem kell szabályozni. Az első megoldás megvalósíthatatlan, a második pedig nem tanácsos, tekintve, hogy egyes termékek ártalmasak lehetnek.”

Lovász László Széchenyi-nagydíjas és Wolf-díjas akadémikus, a Magyar Tudományos Akadémia 2014. május 6-án megválasztott elnöke egy vele készített interjúban (Ruzsbaczký Zoltán: Magyar Nemzet 2014. május 10.) a biotechnológiával kapcsolatos kérdésre a következőket válaszolta: „A tudományos kutatások szintjén folytatni kell, vagyis azt, hogy a tudományos tényeket megértsük. A termelésben ezt most nem szabad használni különböző európai és magyar szabályok miatt. Én ugyanakkor nem tettem volna bele az alaptörvénybe, hogy Magyarország tiltja a génmódosítást, hiszen lehet, hogy tíz év múlva valamilyen területen ez már bevett technológia lesz. Azt pedig nem engedheti meg magának egy ország, hogy egy fejlett technológiát ne alkalmazzon, ha az teljesen elfogadott és biztonságos. Persze az alaptörvényt is lehet módosítani, de az lenne a legjobb, ha csak törvényt kellene változtatni” (Lovász, 2015).

2015. október 14-én került megrendezésre a hazai „GMO-Kerekasztal” vitája az országgyűlés irodaházában, Budapesten. Darvas Béla a Magyar Ökotoxikológiai Társaság alapító elnöke „A hazai géntörvény 2015-ös módosításáról” c. előadásában megállapította, hogy a géntörvény-módosítás – amely 2015. március 11-i európai parlamenti és tanácsi irányelven (2015/412/EU) alapul – előítéletes szemléletű (Darvas, 2015). Nemcsak a tiltólistára, hanem az engedélyezésre is jelentősebb gondot kellett volna fordítani, ui. „a jelen tudása nem ítélni meg a jövőben keletkező kutatási

eredményeket”. A törvénnyel kapcsolatos számos kritika mellett elhangzott, hogy a géntörvény és az alaptörvény fogalmazásait növénytermesztési, növénynemesítési, környezet- és élelmiszerbiztonsági, valamint egészségügyi szempontok szerint újra kellene gondolni és fogalmazni. Tudományos igazság kérdésében az állam nem jogosult dönteni, tudományos kutatások értékelésére kizárólag a tudomány művelői jogosultak. Ezért ha Európában és Magyarországon a politikusok és köztisztviselők saját ügyüknek gondolják a GM-növények tiltását (vagy engedélyezését), akkor a lehetséges bírósági perekben nélkülözniük kell a természettudományokban jártas dolgozók hathatós szakmai segítségét. Darvas Béla egy vele készített interjúban rámutatott arra, hogy tudományos tények és nem a politikusok egymástól átvett, félig megértett érvei alapján kell dönteni a GMO-król (vö.: Molnár, 2015).

4. A GM-növények termesztésével és fogyasztásával kapcsolatos érvek, ellenérvek

Az ökológiai gazdálkodás (biogazdálkodás), mind pedig a GM-növények termesztésének négy legfontosabb alapelve (egészség, környezet, méltányosság és gondosság) közös. De vannak pro és kontra vélemények is (vö.: Dudits, 1999; Anonymus, 2005; Venetianer, 2005; Darvas és Lövei, 2006; Darvas, 2007; Heszky, 2008, 2012a,b,c; Pusztai és Bardócz, 2008; Polgár, 2009; Roszík, 2009; Balázs et al., 2011; Gundel, 2011 és mások). A viták alapvetően a géntechnológia kutatási és fejlesztési hiányosságaira, valamint a transzgenikus fajták termesztése és felhasználása során felmerülő kockázatokra (vagyok azok elutasítására) vezethetők vissza és megnyilvánulnak termesztési, gazdasági, ökológiai előnyökben, hátrányokban és biológiai, ökológiai, gazdasági kockázatokban, vagy azok elvetésében. Figyelemre méltó Venetianer (2005) munkája, amely főképpen azokkal az érvekkel és ellenérvekkel foglalkozik, amelyek a GM-élelmiszerek (például szója, kukorica, repce) fogyasztásával kapcsolatosak. Ez különösen azért fontos, mivel a közvélemény elsősorban a fogyasztással, táplálkozással kapcsolatos kérdéseket helyezi előtérbe. Heszky (2011) egyik munkájában a jelenleg köztermesztésben lévő GM-növényfajtákat „félkész termékeknek” nevezi, mivel tudáshiánnyal készültek. Ilyen például az, hogy csak a lineáris információ génjeit ismerjük, amelyek a genetikai információt hozdozó DNS molekulakészletnek csak 1-2%-át jelenti, miközben keveset tudunk a 98%-ot kitevő DNS-készlet öröklésben játszott szerepéről. A géntranszfer során problémát (vagy ismerethiányt) jelent a transzgén integrálódásának helye és a GM-fajtában a transzgén működésének helye és ideje. További probléma az, hogy a rovar- és herbicid-rezisztens GM-fajták termesztése során nem lehet megakadályozni a rovarölő toxinnak (például *Cry*-fehérjék) ellenálló úgynevezett rezisztens (mutáns) kártevők és a totális herbicideknek (például glifozát) ellenálló úgynevezett rezisztens gyomnövények kialakulását. A legnagyobb rizikót jelenti a génáramlás (*gene flow*), tekintettel arra, hogy a GM-növények pollenje és a szaporítóanyagok is tartalmazhatnak transzgént.

A GM-növények európai megítélésében fontos szerepet játszott az, hogy olyan közlemények jelentek meg, amelyek azt állították, hogy a növényi takarmány eredetű

(transz) gének bekerülhetnek a kísérleti állatok szervezetébe, befolyásolják az állatok immunreakcióit, étlettanát és daganatok kialakulását eredményezhetik. Ezek a cikkek azért is veszélyesek a közvéleményre, mert nem vettek tudomást olyan közleményekről, amelyek már korábban több generációs állatfajta-tenyésztési vizsgálat metaanalízisével igazolták a GM-növények táplálékozási szempontból való egyenértékűségét a hagyományos növényekkel. A GM növények veszélyességével kapcsolatos bizalmatlanság negatív hatással van a korrekt véleményekre, annak ellenére, hogy bizonyítást nyert a GM-növények nem jelentenek kockázatot a hagyományos úton nemesített növényfajtákkal történő összehasonlításban, hanem a rovarkártevőknek, kórokozóknek és gyomnövényeknek ellenálló GM-növények egyre jobban kielégítik a növekvő élelmiszer-szükségletet. Ismert, hogy 2000-2011 között GM-takarmánnyal (például szója) etetett több mint 100 milliárd háziállat (több nemzedéke) esetében nem merült fel kedvezőtlen probléma sem az állatok termelékenységében, sem az állatok egészségében (Dudits, 2015). A magyar vásárlók több mint 10 éve GM import-szójából készített termékeket fogyasztanak, de egyetlen esetben sem merült fel egészségkárosodás. Újabban egyre többen hangsúlyozzák, hogy a GM-növényekre vonatkozó tiltást indokolt lazítani (Coghlan, 2015 és mások). Az Európai Bizottság az Európai Élelmiszer-biztonsági Hatóság (*European Food Safety Authority*) támogatásával 2015. év áprilisában tíz új GM-növény élelmiszer-ipari és takarmányozási felhasználását engedélyezte és meghosszabbította 7 korábban engedélyezett GM-növény felhasználását, de természetüket egyik esetben sem hagyta jóvá. Az Európai Bizottság jóváhagyása ellenére Magyarországon a GM-növények termesztése nem engedélyezett mert a kormány az EU GMO-rendeletének végzáradékára hivatkozva az engedély magyarországi hatályát felfüggesztette. A Földművelésügyi Minisztérium javaslatára 2015-ben az országgyűlés elfogadta azt a javaslatot, amely szerint Magyarország GM-mentessége a megváltozott EU-s jogi környezetben is garantálható. A közelmúltban ui. olyan EU-rendelet született, amely szerint a tagállamok (Magyarország is) maguk dönthetnek GM-mentességükről a termesztésben, de nem lehet tagállami döntési hatáskör, hogy egy bizonyos termék importálását engedélyezi-e, vagy nem. Tekintettel arra, hogy az EU-ban az áruk szabadon mozoghatnak, ezért a tagországok GMO-mentességének (termesztés és kereskedelem tekintetében) érvényesítéséhez vissza kellene állítani a határellenőrzést, amit sem az Európai Bizottság, sem az Európai Parlament nem támogat.

Érdemes megemlíteni, hogy a „Tiszta élelmiszerekről és gyógyszerekről” (*Pure Food and Drug*) 1906-ban megszületett amerikai első nemzeti hatáskörű rendelet után 110 évvel magyar javaslatokra – az Európai Bizottság jóváhagyása után – bevezetésre kerül(het) egy jelölésre vonatkozó FM-rendelet a „GMO-mentes címke” azon termékekre, amelyek nem tartalmaznak GM-alapanyagot, az állati termékeknél (például hús, hal, tojás, tej, méz stb.) pedig azokra, amelyek esetében igazolhatóan GMO-mentes takarmányon nevelkedett az állat és a feldolgozás során sem került GMO az élelmiszerbe (a GMO-mentesség a teljes élelmiszerláncra vonatkozik). Erre egyébként eddig is volt lehetősége a tagállamonak, így Magyarországnak is, de hiányzott a jogi szabályozási háttér. A gyakorlat majd eldönti, hogy a GMO-mentes jelölés mennyiben befolyásolja a fogyasztók vásárlási szokásait. Olyan vélemények is napvilágot láttak,

hogy a „jelölés” teljesen felesleges, ui. ha a GM-növények (termékek) veszélyesek lennének, akkor a címkén nem jelölnék őket, hanem betiltanák; ha pedig a GM-növények veszélytelenek (mint ismert), akkor a jelölés („GMO-mentes címke”) felesleges. Természetesen azt sem szabad elfelejteni, hogy a jelölés, címkézés nem tiltott – hiszen a marketinggel kapcsolatban van –, de költségei vannak (például nyomon követhetőség, ellátási lánc szétválasztása stb.), amelyek a fogyasztókat terhelik.

A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBiH) tájékoztatása szerint 2016. szeptemberében életbe lépett a GMO-mentes termelés szabályait, valamint a GMO-mentes élelmiszer- és takarmány előállítás és -forgalmazás feltételeit meghatározó hazai rendelet. A rendelet lehetővé teszi, hogy külön feliratozást kapjon a GMO-mentes élelmiszer, takarmány és az ezekből készített termékek, és a GMO-mentes takarmánnyal etetett állatoktól származó hús, hal, tojás, tej, méz. A GMO-mentes feliratozás használata önkéntes, de a termékek előállítójának igazolni kell, hogy az összetevők nem tartalmaznak GM-elemeket. Állati eredetű termékeknél igazolni kell azt is, hogy az állatok GMO-mentes etetése az élelmiszer (takarmány)-láncban nyomon követhető. A GMO-mentes feliratozással ellátott növényi eredetű élelmiszer, illetve takarmány legfeljebb 0,1%-ban tartalmazhat GMO-t. E helyen érdemes megjegyezni, hogy a GMO-mentes élelmiszerek feliratozásáról nincs egységes EU-s szabály (az országok saját jelölési rendszert alakíthatnak ki). Az EU szerint, a termékeken nem kell feltüntetni, hogy GMO-t tartalmaznak, ha annak mennyisége nem haladja meg a 0,9%-ot, és azt sem kell jelölni, ha a húst, halat, tejet, tojást adó állatot GMO-s takarmánnyal etették. Hangsúlyozni kell azt is, hogy az EU szabályozása szerint ha egy adott GMO-t tartalmazó élelmiszert az unióban már engedélyeztek élelmiszerként történő felhasználásra, akkor azt forgalomba lehet hozni az EU területén, így Magyarországon is, de a GMO-jelenlétére utalni kell.

5. Előnyök, hátrányok és nézőpontok

A genetikailag módosított növényekkel kapcsolatban figyelemre méltó az a kutatási eredmény, amely például a rizszel (*Oryza sativa*) kapcsolatos. Manilai és amerikai kutatók felfedeztek egy olyan gént, amely lehetővé teszi a rizsnövény víz alatti, akár két hétig tartó továbbfejlődését is. Ismert tény ugyanis, hogy Délkelet-Ázsiában a farmerek évente dollármilliókat veszítenek el, mert a monszun idején a víz elárasztja földjeiket és a víz alatt a növények elpusztulnak. Az új *Sub1A*-gén beültetésével úgynevezett „vízálló” rizsfajtákat állítottak elő India, Laosz és Banglades számára. Ilyen „vízálló” rizsfajta előállítását hagyományos növényneveléssel eddig nem sikerült elérni (Xu Kenong et al., 2006). Egy másik példa az aranyrizs (*Golden rice*, *GR1*) előállításával kapcsolatos. Mint ismert a világban 250 millió hatévesnél fiatalabb gyermek szenved A-vitamin-hiánytól és évente félmillió gyermek halálát okozza az A-vitamin-hiányos rizs egyoldalú fogyasztása Dél-Ázsiában. 1999-ben P. Beyer német és I. Potrykus svájci kutatóknak sikerült olyan rizst (Aranyrizs, *Golden rice*, *GR1*) előállítani, amelynek endospermiumában az A-vitamin elővitaminja, a β -karotin szintetizálódik. A *GR1*-ben 6 $\mu\text{g/g}$ β -karotin-tartalmat sikerült elérni és az első szabadföldi kísérleteket 2004-ben

lezárni. A β -karotin-tartalom növelésével a javított génkonstrukcióban, az aranyrizs továbbfejlesztett változatában (GR2) a rizsszemek összes karotinoidtartalmából (37 $\mu\text{g/g}$) 31 $\mu\text{g/g}$ volt β -karotin (Paine et al., 2005). A GR2 72 g/nap elfogyasztása biztosítja az 1-3 év közötti gyermekek átlagos napi vitaminszükségletének felét, amely óriási jelentőségű azokban az országokban (például Dél-Ázsia), ahol a rizs alapélelmiszer (Dudits, 2009; Dudits és Györgyey, 2013).

Ennek ellenére környezetvédő szervezetek (például *Greenpeace*, *Friends of the Earth*, *Biovision*, *Swissaid*) radikálisan felléptek a – véleményük szerinti – „géntechnológia-
ilag előállított, az ökológiai egyensúlyt felborító és az emberi egészséget veszélyeztető” növényekkel szemben. 2013. augusztus 8-án például a Fülöp-szigeteki aktivisták tönkre tették az aranyrizs kísérleti parcellákat a Nemzeti Rizskutató Intézetben (*International Rice Research Institute, IRRI*). Erről számolt be Nik Walter „Tödliche Ignoranz” (Halálos tudatlanság) címmel a *Wissen und Multimedia (Sonntags Zeitung)* 2014. február 16-i számában. Ennek ellenére várható, hogy 2016-ban a Fülöp-szigeteken, majd később Bangladesben és Indiában is engedélyezik az aranyrizs termesztését. Ingo Potrykus – aki 2013. decemberben volt 80 éves – az aranyrizs 2016. évi termesztési engedélyével kapcsolatban azt nyilatkozta, hogy „*Das ist meine grosse Hoffnung*” (Ez az én nagy reményem). Achenbach (2016) a *The Washington Post* részére 2016. június 29-én adott nyilatkozatában (vö.: *Zöld Biotechnológia* 7-8: 1-3, 2016) beszámolt arról a Greenpeace-nek megküldött 107 Nobel-díjas tudós által aláírt levélről, amelyben arra kérték a Greenpeace-t, hogy ne akadályozza a világszerte mintegy 250 millió ember (a fejlődő országokban élő, 5 évnél fiatalabb gyermekek 40%-a) A-vitamin hiánybetegségének megszüntetését lehetővé tevő GM-rizsfajták termesztését és szüntessék be a GMO-k üldözését.

A magyar társadalomban a géntechnológiával kapcsolatos ellenérzést alapvetően a hazai elektronikus és nyomtatott média terjeszti (Balázs, 2009). Figyelemre méltó a transzgenikus (GM) növényekkel kapcsolatos, a magyar sajtóban (médiában) és a közbeszédben is megjelenő pejoratív kifejezések például génpiszkálás, génpiszka, „genyózás”, génzezelés, génmanipuláció stb.), vagy az angolszász sajtóban a „*Frankenstein-food*” használata, amelyek veszélyes jelzők és nem elégitik ki az objektív tájékozódást. Mindemellett közismert az is, hogy az újságírói (sajtó, média) tájékoztatás – a tömegkommunikáció természetéből kifolyólag – a vélt veszélyek manipulatív fokozásában nyilvánul meg, mivel a veszélyeknek nagyobb a hírértéke. E helyen azonban célszerű rámutatni arra is, hogy a hazai tudományos közösségen belül nincs komoly ellentét a géntechnológia megítélésében, de sajnos kibontakoztak személyeskedésig megnyilvánuló viták is. A Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztálya „A genetikailag módosított élőlényekkel kapcsolatban” c. állásfoglalása hangsúlyozta: „Tudományos eszközökkel, nemzetközileg elfogadott szabványok szerint kell garantálni az új géntechnológiai termékek egészségügyi, környezet- és talajvédelmi biztonságát, valamint a hosszú távú gazdasági szempontok érvényesülését.

John C. Polányi (Polányi János), aki 1986-ban „Az elemi kémiai folyamatok dinamikája terén végzett kutatásokért” („*Contributions concerning the dynamics of chemical elementary processes*”) az amerikai Dudley R. Hersbach és a kínai Yuan Tseh Lee professzorokkal kémiai Nobel-díjat kapott, 1994-ben egy békekonferencián (*Peace and human*

right. *International Conference on Peace, Human Right and the Responsibility of Intellectuals, Opatia 1994*) a következőket mondta: „A tudomány a kritika kemencéjében érik a nyert megfigyelésből az igazság aranyává. Az eltérő nézetekkel szembeni tolerancia és a nyílt vita a tudomány igazi alapja” Véleménye szerint tudományos kérdéseket szavazással nem lehet eldönteni, és tudományos kérdések eldöntésében csak konszenzus elérésére képes emberek alkalmasak. Ismert Caius Sallustius Crispus (i.e. 86-35) római politikus, történetíró mondása: „*Concordia parvae res crescunt, discordia maximae dilabuntur*” (Egyetértésben a legkisebb dolgok is növekszenek, viszálykodásban a legnagyobbak is szétesnek).

Venetianer (2005) egyik dolgozatában beszámolt arról, hogy a világ kiemelkedő genetikai, biokémiai, molekuláris biológiai és biotechnológiai konferenciáin – ahol a GM-növények kérdése felmerült – soha nem tapasztalt véleménykülönbségeket és nem találkozott olyan tudóssal, aki feltételezte, vagy elhitte volna a GM-élelmiszerek legcsekélyebb veszélyességét is. Talán nem vagyok távol az igazságtól, ha Venetianer Pál akadémikussal egyetértve az is kijelenthető, hogy „ha bárhol a világon bárki előáll azzal, hogy a GM-élelmiszerek fogyasztása veszélyes, az azonnal főcímként jelenne meg a világsajtó nagy részében. Ezzel szemben a veszélytelenségről szóló kontroll kísérletek százainak semmiféle hírértéke nincs, illetve ha történetesen mégis beszámolna erről valamilyen sajtótermék, akkor a GM-technológia elszánt ellenfelei azonnal megvádolnák a vizsgálatot végző kutatót, hogy a technológiában érdekelt multik fizetett ügynöke” (Venetianer, 1999, 2005; Balázs, 2009; Gimes, 2011).

Figyelemre méltó Peter Melchet a *Soil Association* politikai igazgatójának „A GM-lobbi hét bűne a tudomány ellen” (*The pro-GM lobby's seven sins against science*) c. írása. Nevezett írás sem szűkölködik olyan tudományellenes kifejezések használatában, mint például a „szennyeződés”, „manipuláló enzimek” stb. Ettől eltekintve a GM-lobbi hét bűne között olyanok vannak megemlítve, hogy például: (1) A gazdának, miután egyszer GM növényt termesztett, a szennyeződés következtében nehéz lesz visszaállni a nem GM-növények termesztésére; (2) A GM-párti genetikusok túlságosan is leegyszerűsítették a génexpresszió folyamatát; egy tudományos áttörés először úgy tűnik, megold egy régóta fennálló problémát, aztán tovább vizsgálva kiderül, hogy ezekből sokszor újabb és újabb kérdések és kutatási témák születnek, amely a tudomány kedvelői számára lenyűgöző; (3) A lényegi egyenértékűség (a GM-élelmiszereknek a nem módosított élelmiszerekkel történő egyenértékűsége) fogalmának bevezetésével tagadják a GM-élelmiszerek biológiai és toxikológiai biztonsági vizsgálatának szükségességét; (4) Számos GM-párti kutató hibába esett, amikor azzal érvelt, hogy a GM-élelmiszerek biztonságosak; azok az állítások pedig, hogy a GM-növények megoldják az éhezés problémáját a világban nem a tudományról szólnak, hanem jóslatok; (5) Miközben a GM-független kutatók vizsgálatai (amelyek között megalapozatlanok is voltak) egyésségre káros hatást mutattak ki, addig a GM-párti kutatótársak nagy erővel támadták őket; (6) A tudomány integritásának alapja a nyílt publikálás (és a megismételhetőség), a GM-növényeket szabályozó rendszer alapja azonban nem a tudomány, hanem sokkal inkább a GM-vállalatoktól származó válogatott információ.

Ha már idéztem a GM-lobbi hét bűnét, érdemes a GM-növényekkel kapcsolatos tíz legfontosabb tényről sem elfeledkezni. A Biotechnológiai Alkalmazások Nemzetközi

Szolgálata (*International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications, ISAAA*) alapítója és emeritus elnöke 2014-ben a néhai Norman Borlaugh (1914-2014) születésének 100. évfordulójára ajánlott „A kereskedelmi forgalomban lévő GM-növények globális státusza 2013-ban” (*Global status of commercialized Biotech / GM-crops: 2013. ISAAA 46. Information*) című tanulmányában a tíz legfontosabb tényt foglalta össze: (1) A 2013. évi a GM-növények sikeres kereskedelmi forgalomba vitelének 18. éve volt; (2) A GM-növények vetésterülete 1996 és 2013 között több mint százszorosára emelkedett, 1,7 millió hektárról több mint 175 millió hektárra; (3) Az egy és több módosított tulajdonságot hordozó GM-növényeket termeszto 27 ország közül 18 fejlődő, 8 pedig iparilag fejlett ország volt; (4) A 2013. év már a második, egymást követő év volt, amikor a fejlődő országokban nagyobb területen termesztettek GM-növényeket, mint az iparilag fejlett országokban; (5) 2013-ban 18 millió gazdálkodó termesztett GM-növényeket; (6) A GM-növényeket termeszto első öt vezető, országban – az első szárazságtűrő kukorica és a többszörösen módosított, herbicidtoleráns/rovarrezisztens szója bevezetése; (7) A GM-növények vetésterülete Afrikában megnövekedett (például Szudánban és Burkina Faso-ban 300, illetve 50%-kal növekedett a GM-gyapot vetésterülete); (8) A GM-növények státusza Európában (öt EU-tagállamban 15%-kal nőtt a GM-kukorica vetésterülete, mintegy 148 013 hektáron); (9) A GM-növények nyújtotta haszon 1996-2012 között több száz milliárd USA dollárra tehető, amely az élelmiszerbiztonságban, a fenntarthatóságban, a környezetvédelemben és az éghajlatváltozás okozta problémák enyhítésében nyilvánult meg; (10) A jövőbeli kilátásokat az óvatossággal jellemzi; a fő GM-növényeknél szerényebb éves nyereségek várhatók. Banglades, Indonézia és Panama 2013-ban engedélyezte a GM-növények termesztését és 2014-re várható kereskedelmi forgalomba hozataluk.

Somfai Béla (2011) bioetikus, a Sapientia Szerzetesi Hittudományi Főiskola professzor emeritusa „Genetikailag módosított haszonnövények: a Kezdet vagy a Vég? c. tanulmányában a genetikai módosítás mezőgazdasági és élelmiszeripari alkalmazásával kapcsolatos aggodalmakat és indokolatlan ellenvetéseket foglalta össze és különböztette meg az erkölcsi kötelességből fakadó szabályoktól. Hivatkozik II. János Pál (szül.: Karol Jozef Wojtyła 1920-2005) pápára, akinek az volt a véleménye, hogy „Mindennemű nemesítési eljárás megengedett, ami az emberiség éhínségét enyhíteni tudja”. Egy másik megnyilatkozása pedig arról szól, hogy „...a természet nem szent, vagy isteni valóság, amihez az ember nem nyúlhat, hanem a Teremtő ajándéka az emberi közösség számára, rábízta ezt a nők és férfiak intelligenciájára és erkölcsi felelősségtudatára”. Mint ismert XVI. Benedek pápa (szül.: Joseph Alois Ratzinger) 2005-ben pápává történt választását követően azt hangsúlyozta, hogy a GM-organizmusokkal kapcsolatban megalapozott szabályozásra van szükség, amelyben legfontosabb szempont a növények tulajdonsága, nem pedig az, hogy milyen úton állították elő őket. Langenbach (2013) írásaiból ismert, hogy Ferenc pápa (Jorge Mario Bergoglio) a Vatikánban bemutatott GM-aranyrizsszel (*Golden rice*) – amely igen nagy jelentőségű élelmiszer az A-vitamin-hiányban szenvedő gyermekek életének megmentésében – kapcsolatban azt mondta: „*Now it is blessed*” (Most már áldott). Ezt a kijelentést annak ellenére tette – amint azt Ingo Potrykus a GM-aranyrizs előállítója (Peter Beyer-rel)

nyilatkozta –, hogy „A pápa nem barátja a genetikailag módosított növényeknek és az efféle ipari projekteknek, de a miénk (az általunk előállított rizs) elnyerte a tetszését.”

Az Európai Nemzeti Akadémiák Tudományos Tanácsadó Testülete (*European Academies Science Advisory Council, EASAC*) 2013-ban jelentette meg a „Jövő vetése” (*Planting the future: opportunities and challenges for using crop genetic improvement technologies for sustainable agriculture (EASAC policy report 21, MTA, Budapest 2013-2014)* című szakértői jelentését, amely segíti a megalapozott tudományos szempontok érvényesülését az Európai Unió döntéshozatali mechanizmusaiban. A dokumentum érintette a GM-növényekkel kapcsolatos kérdéseket is. Többek között rámutatott arra, hogy a politikai környezet és élelmiszerellátás biztonsága érdekében Európában lehetővé kell tenni az innovatív biotechnológiai módszerek szélesebb körű alkalmazását, a versenyképesség fokozásában fontos szerepet kell kapni a biotechnológiának, tekintettel arra, hogy az EU messze elmarad a versenytársaitól és a fajták nemesítéséhez a biotechnológia minden lehetséges eszközére szükség van (vö.: Balázs, 2014).

„Célkeresztben a GMO-k mezőgazdasági felhasználása” címmel rendezett Parlamenti Szakmai Fórumon (nyílt napon) (Budapest, Országház, 2014. február 20.) Budai Gyula a Vidékfejlesztési Minisztérium (VM) államtitkára hangsúlyozta, hogy „A Kormány által meghirdetett zéró tolerancia minden GMO-ra vonatkozik, és ennek alapján a Vidékfejlesztési Minisztérium (újabb nevén Földművelésügyi Minisztérium, FM) a jövőben is mindent megtesz azért, hogy Magyarország GMO-mentessége (a termesztésre vonatkozóan) fennmaradjon”. A Parlamenti Szakmai Fórum legfőbb célja az volt, hogy felhívja a figyelmet a GM-növények termelésében rejlő veszélyeire. Az államtitkár utalt arra is, hogy a zéró tolerancia elvének alkalmazása nem gátolja a GMO-kal kapcsolatos kutatásokat. Elhangzott a fórumon az is, hogy a GMO-k egészségi hatásaival kapcsolatban kevés a kutatás (Bardócz Zsuzsanna) és az is, hogy a génbankokban tárolt növényanyagoknak csak a gyűjtési és tárolási költségeire van támogatás, de – ami nagyon fontos lenne – a növényekben rejlő „lehetőségek” vizsgálatára nincs (Heszky László). Hosszas tájékoztatás hangzott el arról is, hogy miként lehetne az országba behozott, 90%-ban GM-szójadara és -szójabab importját (2014-ben 550 ezer tonna szójadara szükséglet, amelynek csak 20%-a volt itthoni előállítás) csökkenteni és itthon megtermelni a szükségletet (vö.: Valkó, 2014). Baktay Borbála a tápiószelei Növényi Diverzitás Központ (NÖDIK) igazgatója a Kárpát-medencei növényfajokról és növényfajtákról tartott előadásában hangsúlyozta, hogy a Kárpát-medencében hosszú idő alatt kialakult rendkívüli kultúrnövény-diverzitás megőrzése a jövő GMO-mentes mezőgazdaságának az alapja.

Tekintettel arra, hogy a géntechnológia eredményeinek értékelése tudományos kérdés (de nem a tudomány belügye) és megkerülhetetlen feladat, ezért a jelenlegi helyzetben az objektív tájékoztatás irányában csak akkor várható pozitív elmozdulás, ha a tudomány művelői és a politikusok között együttműködés jön létre, amelyben fontos szerepe van a hazai oktatásnak és az ismeretterjesztésnek. Tudományos kérdésben az igazság gyökerei magában a tudományban vannak. Nem zárható ki, hogy a nemes viták tovább folytatódnak – ami kívánatos – de remélhetőleg a tudományos kérdések tisztázása során hatékonyabb és méltóbb emberi együttműködés, új szintézis kerekedik felül.

6. A biotechnológia oktatása és kutatása

Tekintettel arra, hogy a biotechnológia alkalmazása mind az agrár-, mind a humán orvosi, mind az állatorvosi, mind az ipari ágazatokban – követve a világteredet – igen jelentős, ezért szerepe nélkülözhetetlen a felsőoktatásban és általában az oktatásban egyaránt. Bognár (2014) vizsgálatai szerint, hivatkozva a Központi Statisztikai Hivatal (KSH), a Biotechnológiai Szövetség adataira, adatbázisokra, folyóiratokra és személyes konzultációkra, valamint a K+F kutatóhelyek, felsőoktatási intézmények és vállalkozások adataira, megállapítható, hogy Budapest 1000, Csongrád megye 262, Pest megye 221, Hajdú-Bihar megye 213, Győr-Moson-Sopron megye 157, Baranya megye 147 és Borsod-Abaúj-Zemplén megye 127 kutatóhellyel rendelkezik. A K+F tevékenységet végzők száma Magyarországon 2013-ban 58 237 fő volt. Figyelemre méltó a szabadalmi részesedések megoszlási aránya a világban: USA 40%, EU (28 tagállam) és Japán 27,2%. Az EU-ban 6,65%-os részesedéssel Németország az első a rangsorban.

A hazai biotechnológus oktatási és kutatási képzésben főleg 7 intézmény [Szegedi Tudományegyetem (Biotechnológiai Tanszék), Budapesti Corvinus Egyetem (Mikrobiológiai és Biotechnológiai Tanszék, Növénykórtani Tanszék), Debreceni Egyetem (Biotechnológia és Sejtbiológia Tanszék), MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpont (Növénybiológiai Intézet), Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutató Központ (Gödöllő), Pécsi Tudományegyetem (Immunológiai és Biotechnológiai Intézet és Gyógyszerészi Biotechnológia Tanszék)] valamint a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszer-tudományi Tanszék), Pázmány Péter Katolikus Egyetem (Információ Technológiai és Bionikai Kar), MTA Agrártudományi Kutatóközpont (Martonvásár), Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely (Növény-tudományi és Biotechnológiai Tanszék), Eötvös Loránd Tudományegyetem (Mikrobiológiai Tanszék), Szent István Egyetem, Gödöllő (Mezőgazdasági biotechnológus képzés) vesz részt. Az agrár-biotechnológus képzésnek és a nemzetközi együttműködésének kiemelkedő jelentősége van a világ élelmezési problémáinak megoldásában, az élelmiszer- és takarmánybiztonságban.

A magyarországi agrár-, állatorvosi, humán orvosi, gyógyszerészeti és ipari biotechnológus képzés (magyar és angol nyelven) növeli az esélyét annak, hogy a jól felkészített és felkészült diplomások megfeleljenek a 21. század elvárásainak az egészséges élelmiszerek előállításában, a növények károsítóktól való megvédésében, az emberi és az állati betegségek korai felismerésében, a gyógyszerek kifejlesztésében, a terápiás eljárások kidolgozásában, a fosszilis üzemanyagok helyettesítésében, kiváltásában, és a genetikailag módosított organizmusokkal (GMO) kapcsolatos politikamentes, egzakt és elfogulatlan tudományos nézetek és vélemények kifejtésében.

V. Élelmiszer (élelmiszerlánc)-biztonság és takarmány (takarmánylánc)-biztonság

„A genomika, a proteomika és a metabolomika legújabb vívmányainak köszönhetően lehetővé vált a biológiai evolúció irányítása annak érdekében, hogy jobban ki tudjuk elégíteni az egészséges táplálkozással kapcsolatos szükségleteinket, ez hozzájárulás az egészségügyi téren szükséges haladáshoz.”¹⁴

1. Globális problémák

Az élelmiszer-biztonság¹⁵ és a takarmány-biztonság¹⁶ kérdése nem újkeletű, hiszen eltekintve az élelmiszer és takarmány megtermelésének, biztonságának kezdetleges módszereitől és lehetőségeitől (a történelem előtti kor megélhetést biztosító gyűjtögető, vadászó-halászó tevékenysége, az archaikus korra jellemző állati és emberi munkaerővel, fizikai munkával biztosítható megélhetés, majd az ipari forradalom hatására megjelenő szállítást, közlekedést lehetővé tevő alapgépesítés) már az 1970/1980-as években, az „újjgazdaság” (vö.: Németh, 2013) korában a növekvő szükségletek kielégítése miatt vita tárgyát képezte, hogy a világ mezőgazdasága megbirkózik-e a Föld rohamosan növekedő népességének az eltartásával. Ez a kérdés az elmúlt néhány évben sem veszített jelentőségéből, tekintettel arra, hogy a Föld népessége az ENSZ adatai szerint az elmúlt 210 évben (1804 és 2015) között 1 milliárdról 7,3 milliárd főre növekedett (1804 = 1 milliárd, 1927 = 2 milliárd, 1960 = 3 milliárd, 1974 = 4 milliárd, 1987 = 5 milliárd, 1999 = 6 milliárd, 2011 = 7 milliárd fő). A prognózisok szerint a 2020-as évek végén eléri a 8 milliárd, és a 2050-es években a 9 milliárd főt. Az évente kb. 90 millióval növekvő népesség mintegy 95%-a fejlődő országokban születik. Két évszázad

¹⁴ „Thanks to the recent advances in genomics, proteomics and metabolomics, it has become possible to direct biological evolution in order to better fulfill our needs for healthy nutrition as a contribution to medically relevant improvement”. (Werner Arber: Contemplation on the Relations between Science and Faith. University of Basel, 2012).

¹⁵ Az élelmiszer-biztonság (*food safety*) az élelmiszer (nyersanyagok) megtermelésétől az ételkészítésig az élelmiszerlánc minden pontján olyan körülmények, eljárások és rendszabályok alkalmazását jelenti, amelyek biztosítékot nyújtanak arra, hogy a fogyasztásra kerülő élelmiszer – beleértve az élelmiszerekhez adott adalékanyagokat (tartósítószerke, ételízesítők, színező anyagok stb.) is – egészséges, tápláló, ártalmatlan és emberi fogyasztásra alkalmas.

¹⁶ A takarmány-biztonság (*fodder safety*) a takarmány (nyersanyagok) megtermelésétől a takarmány előkészítéséig (felhasználásig) a takarmánylánc minden pontján olyan körülmények, eljárások és rendszabályok alkalmazását jelenti, amelyek biztosítékot nyújtanak arra, hogy az állatok etetésére kerülő takarmány – beleértve a takarmányhoz adott adalékanyagokat (koncentrátumok, védőfehérjék, stimuláló szerek stb.) is – ártalmatlan, egészséges és tápláló.

alatt több mint hétszeresére növekedett az emberiség létszáma, miközben a természetben, a társadalomban mélyreható, többnyire kedvezőtlen változások történtek.

Az 1970-es években Bognár József (1917-1996) akadémikus, egyetemi tanár, az MTA Világgazdasági Kutató Intézetének volt főigazgatója (1973-1987) rámutatott arra, hogy a túlnépesedés és a gyorsan növekvő emberiség élelemmel történő ellátása és az energiaválság a legnagyobb problémát okozza. Az élelem és az energiaválság közötti különbség akkor, az 1970-es években, abban nyilvánult meg, hogy az éhezés főleg a szegény országokat sújtotta, az energiakérdés pedig a fejlett országok problémája volt, tekintettel arra, hogy a gazdasági fejlődésük főleg a fejlődő országokból importált nyersanyagoktól, illetve azok árától függött. Az 1970-es évek végétől és az 1980-as évek elejétől az élelmiszer- és az energiapiac egyformán érzékeny volt (vö.: Somai, 2013). Magyarországon 1990-2000 között az élelmiszertermelés és a szántóföldi növénytermelés 30%-kal, az állattenyésztés 40%-kal, a belső fogyasztás 24,5%-kal esett vissza (a mezőgazdaság nemzetgazdasági átlaghoz viszonyított jövedelmezősége 37%-kal csökkent), miközben a világ mezőgazdasága 22%-kal, az élelmiszertermelés 24%-kal növekedett (Tanka, 2014).

Dohy János (1934-2002) akadémikus egyik munkájában rámutatott arra, hogy a nagy biológiai értékű, főként állatifehérje-ellátás hiánya súlyos problémákat okoz az állatok takarmányozásában. Az állati eredetű termékek összessége, mint „stratégiai fegyver” szükségessé teszi az állattenyésztés differenciált fejlesztését: intenzív (*high input*) és extenzív (*low input*) termelési rendszerek kialakítását és hatékony működtetését (Dohy, 1999). Ezzel egyetértésben Horn (2015) hangsúlyozta, hogy az extenzív ágazatokra is figyelmet kell fordítani ui. olyan területek biomasszája hasznosítható, amelyeken szántóföldi kultúrák termelése lehetetlen, vagy gazdaságtalan. Az állatok legeltetése bizonyos területek kultúrállapotban tartása és a biodiverzitás megőrzése szempontjából is fontos. Hangsúlyozni szükséges azt is, hogy a hazai mezőgazdaság jelenlegi extenzív szerkezete miatt az állati termelés csupán 35%-ban, a növénytermelés viszont 65%-ban részesül a mezőgazdaság bruttó termeléséből, miközben ez az arány a fejlett mezőgazdasági országokban inkább fordítva van. Ezért Dohy János a korán elhunyt nemzetközi híró állattenyésztő-genetikus-nemesítő-kutató-professzor *ars poeticája*: „az állattenyésztést gyógyítani, építeni és nemesíteni kell” ma is időszerű.

László Ervin „Világváltás. A változás harmonikus útja” (Nyitott Könyvműhely, Budapest 2008) c. könyvében olyan ellentmondásokra mutatott rá, amelyek súlyos terheket jelentettek a világ számára: (1) 87 országban a népesség eltartásához elegendő élelmiszert nem tudják megtermelni és a hiányzó mennyiség importjához szükséges pénz sem áll rendelkezésre; (2) Csak néhány százmillió ember él jólétben, miközben 1 milliárd ember szegénységben tengődik; (3) A szegénység centrumaiban (Afganisztán, Burkina Faso, Burundi, Libéria, Mali, Uganda) 2050-ig megháromszorozódik a népesség; (4) Minden percben 21 ha trópusi erdő tűnik el, 50 ha termőtalajt fúj el a szél és 12 ezer tonna szén-dioxid kerül a levegőbe; (5) Minden órában 685 ha föld elsivatagosodik; (6) Minden nap 25 ezer tonna savas eső hull az északi féltekére stb.

A 2007. évtől számított élelmiszerár-robbanás óta az éhező emberek száma több 10 millióval növekedett. 2010-ben a világon 925 millió ember éhezett (98%-a a fejlődő országokban). Ezekben az országokban a népesség 16%-a, a fejlett országokban 1%-a

alultápláltak számít. Az Európai Unióban (EU) a lakosság 23,4%-át, Magyarországon 29,9%-át fenyegeti szegénység és 20%-a anyagi nélkülözésben él, amely azt jelenti, hogy kilenc dologból négyet nem tud megengedni magának: (1) Nem tud hitelre vásárolni; (2) Évente csak egy hetet tud pihenéssel (vakáció) eltölteni; (3) Csak két naponta tud húst fogyasztani; (4) Váratlan pénzügyi kiadásokat nem tud teljesíteni; (5) Saját telefont-, (6) Színes TV-t-, (7) Mosógépet-, (8) Gépkocsit-, (9) Kellő fűtést a lakásába nem tud megvenni (vö.: Somai, 2013).

Horn (2008) „Új helyzetben a világ élelmiszerellátása” (Magyar Tudomány 9:1108-1124, 2008) c. tanulmányában rámutatott arra, hogy a 21. század elején mélyreható változások következtek be a világ élelmiszer-ellátásában, amelyek érintik az állati termékek előállítását is. A legszorosabb összefüggés állapítható meg az egy főre jutó bruttó hazai termék (*Gross Domestic Product, GDP*), illetve az egész világra értelmezve bruttó világtermék (*Gross World Product, GWP*)^{17, 18, 19} és a húsfogyasztás között.

¹⁷Gazdag László a Pécsi Tudományegyetem, Környezettudományi Kar egyetemi docense a Magyar Zoltán Szakkollégium 2014. november 25-i konferenciáján kijelentette, hogy Magyarországon az egy főre jutó bruttó nemzeti össztermék (*GDP*) az EU átlagának 62%-a. A reálbéreket 32%-os szinten jegyzi a statisztika.

¹⁸Fluerbaey (2009) már évekkel ezelőtt felhívta a figyelmet arra, hogy az egy főre jutó bruttó hazai termék (*Gross Domestic Product, GDP*) nem alkalmas a jól-lét mérésére, tekintettel arra, hogy csak az anyagi jólétet méri, de olyan lényeges szempontokra, mint pl. a környezet állapota, a személyes biztonság, a boldogság, a hangulatállapot, a várható élettartam, egészségügyi helyzet stb. nincs tekintettel. Törekvések vannak olyan mérőmutatók bevezetésére is, mint pl. a társadalmi fejlődési index (*Social Progress Index, SPI*), amely az EU szociális egyensúlyának javítását segítené. Az *SPI*-Index azt a paradigmát kívánja felülrni, amely szerint a gazdasági aktivitás automatikusan szociális fejlődést generál. Az index a környezeti indikátorok használatával a gazdasági és társadalmi fejlődés kapcsolatának elemzésére, különösképpen az emberi szükségletekre (táplálkozás, alapvető orvosi ellátás, víz, tisztaság, lakhatás, személyi biztonság), a jól-lét alapjaira (az alapvető tudáshoz való hozzáférés, információ és kommunikáció, egészségügy, fenntartható ökoszisztéma) és a lehetőségekre (személyi jogok, személyi és választási szabadság, tolerancia, fejlett korszerű oktatás) van tekintettel. A Világgazdasági Fórum (*World Economic Forum WEF*) 2015. évi jelentése szerint a *GDP* növekedés társadalmi jól-létté (*SPI*) alakításában 2006-2014 között Norvégia, Hollandia, Svájc, Finnország volt a legjobb. Magyarország a 133 vizsgált ország közül a 32. (Index 74,8) helyen van és megelőzi Moldovát és Oroszországot (63,6), Fehér-Oroszországot (65,0), Ukrajnát (65,7), Romániát (67,8), Montenegrót (69,0), Szerbiát (69,8), Horvátországot (73,3), de alúlmarad Lengyelországgal (78,0), Szlovákiával (78,5), Csehországgal (80,6), Szlovéniával (81,6) és Ausztriával (84,5) szemben. Az *SPI*-től azt várják, hogy segíthet a régiók hálózatának fejlesztésében a szociális innovatív szakpolitika kialakításában (vö.: Keszler 2015). Szlávik (2013) nemrég megjelent könyvében egyéb fejlődési indikátorokról [Nettó Gazdasági Jólét Index (*Net Economic Welfare, NEW*), Fenntartható Gazdasági Jólét Index (*Index of Sustainable Economic Welfare, ISEW*), Valódi Fejlődési Indikátor (*Genuine Progress Indicator, GPI*), Komplex Környezeti Indikátor (*ECO-21*) is beszámolt.

¹⁹Csath Magdolna a Kodolányi János Főiskola egyetemi tanára, a közgazdaságtudomány doktora, a Nemzeti Közszolgálati Egyetemen 2014-ben tartott konferencián hangsúlyozta, hogy a gazdasági növekedés mutatója a *GDP* a globalizáció előtt született és ma már nem tükrözi a valódi helyzetet. Különösen ott félrevezető a *GDP* alkalmazása, ahol sok a külföldi szereplő a nemzetgazdaságban. Ugyanis a profit is szerepel a kimutatásban, amiből az azt megteremtő társadalom nem lát viszont semmit, tekintettel arra, hogy azt a cégek kiviszik az országból. Véleménye szerint „...a *GDP* azért is rossz mutató, mert úgy is növekedhet, hogy közben romlik az életminőség, nem fejlődik a társadalom, sőt még a szegények száma is nő (Csath, 2013, 2016a). Csath (2016c) egyik nemrég megjelent munkájában utalt arra, hogy a hazai *GDP* hosszabb ideje történő növekedése már ma is lehetővé és indokoltá tenné a béremelést és a bérpozíciók javítását, ehhez azonban (1) A munkáltatóknak (cégeknek) le kellene mondani a jelentős profitjuk egy részéről; (2) Javítani kellene az egész gazdaság hatékonyságát (idővel, anyaggal, tudással); (3) A munka színvonalát emelni, az összeszerelő és gyengén fizető munkahelyek arányát csökkenteni kellene; (4) A tudásba történő beruházást kellene fejleszteni.

Az EU tagországai között is több mint háromszoros különbség van; Spanyolországban például a hús- és halfogyasztás 169 kg/fő/év, Lettországból és Horvátországból 52 kg/fő/év, Magyarországon pedig az összes hús- és halfogyasztás 92 kg/fő/év és ebből csupán 3 kg – más adatok szerint 4,2-4,3 kg/fő/év – a hal fogyasztása, amely kb. megegyezik Románia és Bulgária halfogyasztásával és 1/30-ad része a portugálok, és 1/4-ed része a spanyolok halfogyasztásának. A halfogyasztás – tekintettel a világ halgazdaságainak (és tengeri, valamint az édesvízi aquakultúrás technológiákra) rohamos fejlődésére – növelése a vásárlóképes kereslet növekedésére, a kedvező táplálkozás-élettani szempontokra és a gazdaságos előállításra tekintettel is kívánatos, ui. a halak jól értékesítik a takarmányt (a tenyésztett halfajok többsége már 1 kg gyári keveréktakarmányból 1 kg élő súlygyarapodást ér el), és mint hidegvérű állatoknak a melegvérű állatokkal szemben az az előnyük, hogy kicsi az életfenntartó energiaigényük (Horn, 2015). Váradi és Szűcs (2015) szerint a halászati ágazat (360 tógazdaság, 26 ezer ha területtel; ebből 15 600 ha a NATURA 2000 hatálya alá tartozik) étkezési hal termelési értéke évi 9-10 Mrd forint, ami 0,04%-kal járul a hazai GDP-hez. A szerzők hangsúlyozzák, hogy az ágazat a hazai állattenyésztés bruttó termelési értékének csupán 2,5%-a, de jelentősége a vidékfejlesztésben, a vizes élőhelyek fenntartásában, a vízgazdálkodásban és az ezekhez kapcsolódó ökológiai szolgáltatásokban igen jelentős.

A humán fogyasztási szerkezet megváltozása főleg Indiában, Kínában, Kelet- és Délkelet-Ázsiában jelentős állati eredetű (fehérje) élelmiszerigény növekedésével járt. Kínában például a két évtizeddel ezelőtti 20 kg/fő/év hús- és halfogyasztás ma már elérte az 50 kg-ot, a fejlett országokban pedig meghaladta a 100 kg-ot. Figyelemre méltó, hogy az előrejelzések szerint 2050-re Kína GDP-je adja a világgazdaság 28%-át megelőzve az Amerikai Egyesült Államokat (14%), Indiát (12%), az Európai Uniót (11%) és Japánt (3%).

Szabó (2015) Matthew D. Stephen „Trónkövetelő hatalmak” c. munkájára hivatkozva arról számolt be, hogy a globális GDP 25%-át adó BRIC-országok (Brazília, Oroszország, India, Kína) – amelyek a Föld népességének 40%-át adják – egyre nagyobb szerepet töltenek be a nemzetközi kereskedelemben és 2003-2013 között a GDP-jük átlagban 40%-kal bővült, Kínáé viszont 164%-kal növekedett, Indiáé pedig megduplázódott. Az utóbbi szűkebb időszakban, 2009-2013 között viszont a GDP-növekedés lelassult (Kína évi 10,4, India 9,0, Brazília 7-8, Oroszország pedig 5,0%). Oroszország mostani gazdasági elszigetelődése ellenére úgy látszik, hogy nemzetközi befolyásuk megkérdőjelezhetetlen. A legújabb prognózis szerint már 2030-ban a világ 10 legnagyobb gazdaságainak sorrendje a következő: Kína, USA, India, Japán, Brazília, Nagy-Britannia, Németország, Dél-Korea, Franciaország és Oroszország.

Bod Péter Ákos a Budapesti Corvinus Egyetem Gazdaságpolitikai Tanszék egyetemi tanára rámutatott arra, hogy a magyar gazdaság nemzetgazdasági teljesítményének mutatórendszer (bruttó hazai termék, GDP) sokféle módon értelmezhető, ezért az okok, a hajtóerők és a fékek megítélése is eltérő. Hivatkozik a strukturális reformokra (jól működő és rugalmas munkaerőpiac, hatékony közzétartási rendszer, nemzetközileg is versenyképes tudást szavatoló felsőoktatási intézményrendszer, a változások káros társadalmi hatásait jól tompító szociális rendszer, az erőforrások hatékony allokálását elősegítő pénzügyi közvetítő rendszer), amelyeknek fontos szerepe van a gazdaság újratermelésében. Véleménye szerint a legnagyobb növekedési tartalék a munkatermelékenység növekedésében van, de az oktatási rendszerünk és az egészségügyi ellátórendszerünk állapota és kilátásai határt szabnak az optimista jövőképeknek (Bod, 2016).

A jövedelmek növekedésével párhuzamosan növekszik az állati termékek iránti kereslet, amely a húsból készült élelmiszerek mennyiségi, minőségi és biztonsági kérdését is érinti. A növényi élelmiszerről állati eredetű élelmiszerfogyasztásra történő áttérés maga után vonja egy-egy ember ellátásához szükséges növényi termék jelentős növekedését, tekintettel arra, hogy az állati eredetű termékek megtermelése két-hatszoros, illetve négy-tízszeres mennyiségű növényi biomassza (takarmány) felhasználásával jár a transzformációs veszteségek miatt az adott állati terméktől függően (Horn, 2007, 2008, 2011). Horn (2012, 2015) újabb tanulmányai szerint 15-20 éven belül több mint 60%-kal kellene növelni a főbb növényi termékek előállítását, hogy az emberiség növekvő növényi élelmiszer-igényét és az állati termékek előállítását lehetővé tevő többlettakarmány-igényét fedezni lehessen. Ha például Kína, India, Délkelet-Ázsia lakosságát (kb. 2,4-3,2 milliárd fő) és 1 kg/fő/év húsfogyasztás-növekedést veszünk figyelembe, akkor ennek biztosításához 10-12 millió tonna többlettakarmányra lenne szükség, amely a talajminőség, a talajtermékenység, a vízkészletek csökkenése és a klímaváltozás negatív hatásaira tekintettel élelmiszerhiányt eredményezhetne. Azzal is számolni kell, hogy a fejlett és fejlődő világ hús- és tejfogyasztásában a 2000/2050-es évek között különböző folyamatok játszódhatnak le.

Horn Péter az MTA Agrártudományok Osztálya által 2014. november 6-án rendezett „A fenntartható fejlődés feltételrendszere az agráriumban” c. konferenciáján elhangzott előadásában hivatkozott arra, hogy a fejlődő országok húsfogyasztása 137 millió tonnáról 326 millió tonnára, a tejtermék fogyasztása 222 millióról 585 millió tonnára növekszik, ami azt jelenti, hogy a hús esetében az összes növekedés 89%-a, a tej és tejtermék esetében 92%-a esik a fejlődő országokra. Nem kétséges, hogy az állattenyésztés a jövőben még hatékonyabbá válik, főleg olyan ágazatokban ahol a termelés minden elemét képes az ember előnyösen befolyásolni (állattípus, takarmányozás, tartási körülmények, állategészségügy stb.). Az állattenyésztés vertikumát a takarmány termelésétől az állati terméket fogyasztók asztaláig (*from farm to table*) olyan szemlélet hatja át, amely a takarmány-biztonságot és az élelmiszer-biztonságot szolgálja (Horn, 2015). Az élelmiszer-fogyasztás szerkezetével kapcsolatban – amely ezerfős országos reprezentatív felmérésen alakult – Vetőné Mózner (2014) tk. arra megállapításra jutott, hogy szignifikáns különbség van a férfiak és a nők élelmiszer-fogyasztási szerkezetében. A férfiak kenyér-, felvágott- és tojásfogyasztása nagyobb, a müzli- és a vegetáriánusétel-fogyasztásban viszont a nők vezetnek. A férfiaknak 14%-kal nagyobb az ökológiai lábnyomuk. A magasabb iskolai végzettségűeknek alacsonyabb az élelmiszer-fogyasztása.

A városok, autópályák, üzlethálózatok stb. terjedésével, illetve terjeszkedésével a világban értékes földterületek vesztek el (a becslések szerint évente 5-7 millió hektár, 2050-ig kb. 300 millió hektár), amelyet tovább súlyosbít az egyre fokozódó talajerózió, talajtömörödés, talajkiszáradás, toxikussó-felhalmozódás, tápanyag-kilúgozódás, talajszennyeződés. Kínában a fenti célokra kb. 15 millió hektár földterületet vontak ki az elmúlt években, amely megegyezik Franciaország és Olaszország összes mezőgazdaságilag művelhető területével (mások szerint Franciaország és Olaszország összes mezőgazdaságilag művelhető területének közel 40%-ával). Magyarországon az elmúlt két évtizedben kb. 500 ezer hektár mező- és erdőgazdaságilag hasznosítható

terület veszett el, amely kétszer akkora, mint Szlovénia összes szántóföldi területe (Horn, 2008).

Az élelmiszerlánc-biztonsággal kapcsolatban olyan globális kérdések is felmerülnek, mint például az élettartam növekedésével együtt járó gondok, a munkaképességű lakosság számának alakulása, bevándorlás stb. Az előrejelzések szerint a 2010. évi adatokat figyelembe véve a 2050. évre 83 évről 88 évre nő a várható emberi élettartam, 232 millióról 208 millióra csökken a 20-64 év közötti munkaképességű emberek száma. 2010-ben 1 millió 18 ezer volt az illegális bevándorlók száma a világban, amely 2020-ra 1 millió 332 ezerre növekszik, és 2010-2060 között elérheti a 60 millió főt. Európába 2014-ben érkezett illegális bevándorlók száma 380-400 ezer volt [Németországba 173 340, Svédországba 74 375, Olaszországba 52 110, Franciaországba 51 975, Magyarországra 28 702, (más adatok szerint 42 777)]. A Bevándorlási és Állampolgársági Hivatal adatai szerint főleg Koszovóból (több mint 50%-ban), Afganisztánból (20%) és Szíriából (16%) érkeztek migránsok. A menekültekre elköltött összeg 2014-ben világszerte elérte a 2,6 milliárd forintot. Az ENSZ Menekültügyi Főbiztosságának (*The UN Refugee Agency, United Nations High Commissioner, UNHCR*) 2015. év eleji jelentése szerint a világban 13 millió menekültet tartanak nyilván; ebből 3 millió szíriai (a legnépesebb csoport) menekült van több mint 100 országban.

Az élelmiszerlánc egyes elemei szoros összefüggésben vannak, ezért bármilyen negatív hatás változást eredményez az élelmiszerláncban is. Ezért az élelmiszerlánc-biztonság kezelése komplex növény-, állat- és humán-egészségügyi, valamint agrártudományi, élelmiszer-tudományi, technológiai, környezeti, társadalmi, és gazdasági ismereteket tételez fel, illetve követel meg. Tekintettel arra, hogy a 21. század globális kihívásai fokozódó mértékben – sok esetben hátrányosan és kiszámíthatatlanul – hatással vannak az élelmiszerláncra és a takarmányláncra, ezért az agrár-, kertészeti-, erdészeti- felsőoktatásban fokozott figyelmet kell fordítani a felsőfokú növényvédelmi képzésre, a növényorvos képzésre, az állatorvos képzésre, az orvos- és egészségügyi szak-asszisztens képzésre, valamint az élelmiszerlánc-felügyeleti szakemberek képzésre.

Dudás (2013) a Pécsi Tudományegyetem Marketing Tanszékének tanára nemrég érdekes cikket közölt a „Fenntarthatatlan növekedés, fenntarthatatlan fogyasztás, fenntarthatatlan marketing?” címmel. Olyan kérdésekre kereste a választ, hogy vissza kell-e fogni a fejlett országoknak a fogyasztási színvonalat; az esetleges fogyasztás-visszafogás – amely a Szerző szerint kétséges – esetén milyen szerep vár a marketingre; az ökológiai, társadalmi, és gazdasági fenntarthatatlanságban lehet-e a marketing szerepéről beszélni, és a marketinget felelőtlenséggel, ökológiaellenséggel vádolni.

2. Veszélyek és kilátások

Mészáros (2001) véleménye szerint a hazai éghajlat egyensúlya labilis és ennek változásai jelentős következményekkel járnak.

Berzsényi (2013), Anda (2016) és mások is rámutattak a változó klíma jelentőségére a mezőgazdaságban; a mezőgazdasági, kertészeti és erdészeti termelés időjárásfüggő. Az éghajlat, a meteorológiai elemek (légkör-fizikai tulajdosságok) szerepe alapvető

jelentőségű. Mint ismert Magyarország a nedves óceáni, száraz kontinentális (télen nedves, nyáron száraz) mediterrán éghajlati régiók határán van, amely azt jelenti, hogy az ország éghajlata az éghajlati övek kisebb eltolódása és az üvegházhatás erősödése esetén szárazabbá és napfényben gazdagabbá válik, amely hatással lesz (van) a mezőgazdasági rendszerekre. Változás következhet be a növények természetességének északra tolódásában, a tenyészidők meghosszabbodásával és a károsítók (vírusok, gombák, baktériumok, viroidok, fitoplazmák, zoonózisok) fokozódó fellépésével. Mindezek a változások olyan helyzeteket generálhatnak, amelyek a hazai és a globális élelmiszer-ellátottságra is hatással lesznek. Berzsenyi (2013) összefoglalta azokat a klímaváltozási faktorokat (szén-dioxid, hőmérséklet, csapadék, napsugárzás, ózon stb.), valamint az agronómiai adaptációs stratégiákat (előnyök, költségek, korlátok) és a tápanyag-felhasználás hatékonyságával összefüggő kérdéseket, amelyek hatással vannak a kultúrnövények terméspotenciáljára. Gelencsér (2015) nemrég megjelent munkjában – a földtörténeti múlt példái alapján – rámutatott arra, hogy az éghajlati rendszert a globális léptékű levegőszennyezés, az üvegház hatású gázok koncentrációjának jelentős mértékű növekedése nyomán bekövetkező felmelegedés és a sarkvidéken a besugárzás mértékének kisméretű – csillagászati okokból bekövetkező – változása miatt meginduló, önerősítő folyamatokkal támogatott eljégesedések, illetve felmelegedések képesek kibillenteni. A szerző szerint „... napjainkban az emberi tevékenység egyidejűleg mindhárom – éghajlatváltozást külön-külön is előidézni képes – éghajlati tényező hatásához hasonló változásokat tud okozni”.

Nemrég figyelemre méltó tanulmányokat közölt a *The Lancet* amerikai tudományos folyóirat: „A klímaváltozás hatása a jövő élelmiszer termelésére a globális és regionális egészségre”; „Élelmiszer, éhség, egészség és klímaváltozás” (Springmann et al., 2016; Woodward és Porter, 2016). A tanulmányok szerint a klímaváltozás nemcsak az élelmiszer fokozódó csökkenésére van hatással, hanem az éttrend megváltozására, ennek következtében pedig a betegségek kialakulására is. Modell-vizsgálatokkal megállapítást nyert, hogy ha 2050-re 2%-os hőmérséklet emelkedés következne be, akkor mintegy 529 ezer ember halálát okozná a globális felmelegedés következtében megváltozott éttrend, ami összefüggésben van a táplálóanyag mennyiségével és minőségével. A modell szerint a legtöbb haláleset Kínában és Indiában fordulna elő. Ezzel szemben, ha nem lenne klímaváltozás 2050-re, akkor a 2010. évhez viszonyítva 2 millió ember életét lehetne megmenteni a növekvő mennyiségű élelmiszer-termelés következtében. A tanulmány arra is rámutatott, hogy a klímaváltozásra visszavezethető halálokok között a fertőző betegségek előfordulása a természeti katasztrófák gyakorisága és a társadalmi feszültségekkel kapcsolatos klímamenekültek vannak. Mindezek ismeretében az emberiség élelmezése és a népegészségügy globális kihívást jelent.

A növénytermesztés biológiai alapjainak megléte (biztosítása), a talajvédelmi, a növénytermesztési, az agrotechnikai és a növényvédelmi módszerek fejlődése és fejlesztése, a zöld forradalom (*green revolution*), a klasszikus és molekuláris nemesítés (új zöld forradalom, *new green revolution*), valamint legújabban a precíziós mezőgazdaság (lásd részletesen III. fejezet), műholdas helymeghatározással [számítógépes, globális helymeghatározás (*Global Positioning System, GPS*)] lehetővé vált élőhely monitorozás, földi tájékozódás, precíziós, vagy más néven termőhely specifikus mező-,

kert- és erdőgazdálkodás [például helyspecifikus környezetkímélő tápanyag-visszapótlás, pilóta nélküli légi járművekkel (drónokkal) történő gyomfelvételezés, vadkár-megállapítás, belvíz-elterjedés, növényi károsítók fellépése, elterjedése, kártétele], vagy akár szenzor-hálózatokon alapuló fertőzés-előrejelzés [például *Smart VineyardTM* szőlőőr (Huszthy, 2015)], termés hozam-előrejelzés, vagy a növényvédelmi ismeretek digitalizálása [diagnosztikai szoftver-fejlesztés, növényvédő szerek adatbázisa (*WINPESZTI*), gyomfelvételezésre és egyéb terepi adatgyűjtésre kidolgozott alkalmazás „okos telefonra” (Reisinger, 2015)] az utóbbi években közvetlen, vagy közvetett módon hozzájárult a mezőgazdasági, kertészeti és erdőgazdálkodási eredményekhez. Ennek ellenére az időjárás ingadozásaitól, a klímaváltozástól és az invazív károsítók (kártévők, vírusok, gombák, baktériumok, viroidok, fitoplazmák, spiroplazmák, rickettsiák, gyomnövények) megjelenése miatt a terméseredményekben jelentős ingadozások következtek be.

Az állattenyésztésben az újabb állatnemesítési, állat-egészségügyi, tartástechnológiai és takarmányozási módszerek, valamint az energia-, fehérjeigény és a védőfehérjék stb. biztosításával elért eredmények igen jelentősek. Kiemelkedő jelentőségük van azoknak a 2-3 évtizeddel ezelőtt kezdődött nem invazív, *in vivo* diagnosztikai kutatásoknak, amelyeket a digitális képalkotó módszerek [komputer tomográfia (*computer tomography, CT*), mágneses rezonancia-képalkotás (*magnetic resonance imaging, MRI*)] segítségével a Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar Diagnosztikai Központjában, majd az Onkoradiológiai Központban az 1989/1990-es években Magyarországon úttörő módon bevezettek az állatok húsmínőségének javítására, a szívkeringési teljesítmény mérésére és később az *invazív* beavatkozásokkal (például koronária szűkületek katéteres *stent implantáció*n alapuló műtétek és infarktuszmodell kísérletek stb.) a haszonállat-nemesítés eredményeinek és az állattenyésztés biológiai alapjainak javítására [Repa, 2007; vö.: Horn Péter „A köszönet hangja” a CT-program telepítésének története egy mezőgazdasági intézményben” c. írását *in*: Kovács M. (2007) (szerk), *A modern állattudományért*. Kaposvár 2007]. Mégis azt látni, hogy az állattenyésztés takarmányalapjára is negatívan ható időjárási tényezők, valamint a váratlanul fellépő állatbetegségek (például szivacsos agyvelősrövidítés, kéknyelv betegség, madárinfluenza stb.), a mikotoxinokkal szennyezett növényi takarmányok, valamint az állatokról emberre terjedő ún. zoonótikus betegségek (brucellózis, szalmonellózis stb.) olyan problémát okoznak, amelyek az élelmiszer-biztonságot, a takarmánybiztonságot, az emberek és az állatok egészségét veszélyeztetik.

A Föld klímaváltozásával kapcsolatban az elmúlt 100 évben történt eseményeket (változások a hőmérsékletben, a jégtakaró kiterjedésében, a tengerszint emelkedésében, az üvegházhatás erősödésében az antropogén hatásokban, a légkör és óceánok energiamérlegében stb.) és az éghajlatváltozás növénytermesztésre, más szóval az élelmiszer-ellátásra, és az élelmiszer-biztonságra gyakorolt hatásokat legújabban Mika (2005), Lakatos (2015), Jolánkai (2015), Szépszó (2015) és mások foglalták össze. Ezek a tanulmányok egyértelműen hangsúlyozták, hogy a klímaváltozásnak nemcsak a globális átlaghőmérséklet (a 20. században 0,8-0,9 °C-kal emelkedett) a lényege, hanem az, hogy a Föld egyes térségeiben hogyan alakul a legfontosabb meteorológiai elemek, a hőmérséklet és a csapadék mennyisége, és milyen lesz a termesztett növények alkalmazkodóképessége a klimatikus változásokhoz. A legújabb adatok

szerint a klímaváltozás következtében megnövekedett „aszályindex”²⁰ 2050. év után az erdészeti klímazónák megváltozását prognosztizálja: a tölgyesek és a bükkösök visszaszorulnak, az erdős szteppterületek pedig növekednek. Borovics et al. (2015) szerint – figyelembe véve a legelfogadottabb klíma forgatókönyvet (2035-2065 közötti időszak átlagára valószínűsített 1,7 °C-os hőmérsékletemelkedést és 8%-os nyári csapadékcsökkenést) – az 1961-1990 évekre jellemző bükkös klímakategória-terület több mint 90%-a tűnik el, a gyertyános-tölgyes klímával jellemezhető területarány jelentős mértékben csökken és az erdős sztepp területe várhatóan megkétszereződik. A szerzők figyelmeztetnek arra, hogy a klímazónák átrendeződése maga után vonja nemcsak a főbb állományalkotó fajok jövőbeni térfoglalását, hanem a növekedési viszonyok kedvezőtlen megváltozását is.

Az amerikai Nemzeti Repülési és Űrkutatási Hatóság (*National Aeronautics and Space Administration, NASA*) kutatásai szerint 1880 óta, 2014-ben mérték a legmagasabb átlaghőmérsékletet és a tíz legmelegebb év az utóbbi tizenöt évben fordult elő. Európában is emelkedett a hőmérséklet. A 20. század átlaghőmérsékleténél 0,69 °C-kal volt magasabb a hőmérséklet. A NASA prognózisa szerint az elkövetkezendő években újabb hőmérsékleti rekordokkal kell számolni, és ha például a 2015. évi decemberi párizsi klímacsúcson nem sikerült volna aláírni az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentéséről szóló nemzetek közötti egyezményt, akkor 2100. évre halálos áldozatokkal, áradásokkal, az óceánok hőmérsékletének emelkedésével és a Föld hőmérsékletének 4-5 °C-os emelkedésével kellett volna számolni, amely beláthatatlan problémákat jelentene az agráriumban, az élelmiszer-ellátásban és a takarmányellátásban.

3. Stratégia

Az emberiség történetében az emberi élelmiszer és az állati takarmány megszerzése, megtermelése, feldolgozása és eltartása (tárolása) mindig fontos feladat volt. A világnépesség növekedése, a termőföld- és a vízkészletek csökkenése és a klímaváltozás miatt az élelmezés és takarmányozás a 21. században stratégiai fontosságú és igen komplex kérdéssé vált. Adams és Carwardie (2013) „Utoljára látható” c. könyvében (Gabo Könyvkiadó és Kereskedelmi Kft., Budapest) az írta, hogy „Az élet rendszere ezen a bolygón annyira bámulatba ejtően komplex, hogy hosszú időnek kellett eltelnie mielőtt az ember egyáltalán rájött, hogy egy rendszerről van szó, s nem olyan valamiről, ami csak úgy van.”

Az élelmiszerek és a takarmányok között éles határvonal nem állapítható meg, ui. számos élelmiszer takarmány, és számos takarmány élelmiszer is. Mindegyikkel szembeni elvárások azonban közösek: a feldolgozott és feldolgozás nélkül forgalmazott

²⁰Az aszályindex, a Palmer-féle aszályerősségi index, a *Palmer Drought Severity Index (PDSI)*, olyan meteorológiai index, amely az abnormálisan száraz vagy abnormálisan nedves időjárási viszonyokat fejezi ki. Havonta mért adatok alapján számítják ki; értéke -6,0 és +6,0 között változik. Előnye, hogy az aktuális körülményeket történeti perspektívába helyezi és tájékoztatást ad a döntéshozóknak. Hátránya, hogy késvé jelzi a várható eseményeket és a hegyvidéki területeken kevésbé alkalmas (W.C. Palmer 1965 cit. Faragó et al., 1988).

élelmiszerek és takarmányok (termékek) feleljenek meg az ellenőrzés által garantált egészségügyi követelményeknek és a biztonságnak.

Az Amerikai Egyesült Államokban 1997-ben nemzeti élelmiszer-biztonsági programot indítottak el „*Food Safety from Farm to Table: New Strategy for 21st Century*” (Élelmiszer-biztonság a termőföldtől az asztalig: Új stratégia a 21. századra) címmel. A fogyasztók védelme érdekében az Európai Unió az élelmiszertörvény alapelveit „Az Európai Unió élelmiszertörvényének általános alapelvei” c. 1997-ben megjelent könyvben („Zöld könyv” az élelmiszer-biztonságról) fektette le, amely vitát követően az élelmiszertörvény alapjait képezte. A törvény – amely a fogyasztók egészségét és biztonságát védi – a tudomány bizonyított tényein és kockázatbecslésen alapul. Az EU 2000-ben nyilvánosságra hozta azt a dokumentumot („Fehér könyv az élelmiszerbiztonságról”), amely lefektette az EU élelmiszer-biztonságával kapcsolatos kérdéseket és megállapította, hogy az élelmiszer-biztonsági stratégiának a kockázat-elemzésen (kockázat-becslés, kockázatkezelés, kockázat-kommunikáció) kell alapulni. 2000-ben nagyon helyes döntés született az egész világban, amikor az élelmiszer-biztonságot az élelmiszerlánc-biztonság váltotta fel amely, a termőföldtől az asztalig (*from farm to table*) magába foglalja az összes tevékenységet, amely nemcsak az élelmiszerek és takarmányok biztonságával, hanem például növényvédelmi, állat-járványügyi, állatvédelmi, környezetvédelmi, gazdasági, minőségvédelmi stb. kérdéseket is magába foglal²¹.

Magyarországon az elmúlt években történt változások (például az élelmiszereket felügyelő hatósági szerkezet élelmiszer-biztonsággal kapcsolatos átalakítása) egyik fontos eredménye az volt, hogy megszűnt a korábbi években tapasztalt „végtermék-centrikus” ellenőrzés, amely megnehezítette az élelmiszerekkel kapcsolatos vállalkozások és a hatóság munkáját is, és nem tudta garantálni az élelmiszerek biztonságát. A biztonságot csak olyan szervezet tudja garantálni, amelyik a talajvédelem, a növényegészségügy (növényvédelem), az állategészségügy, az élelmiszer- és takarmány-biztonság területén egységes felügyeletet, ellenőrzést és azonnali beavatkozást tud biztosítani. Az átszervezésben döntő fontosságú volt a 2008. évi XLVI. törvény, amely új, egységes hatósági rendszer alapjait teremtette meg és ezzel képessé vált az élelmiszerek „útjának” követésére a termőföldtől az asztalig (*from farm to table*). Az élelmiszer-lánccal kapcsolatos feladatokat a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBiH) fogja össze, de a feladatok végrehajtásában a megyei kormányhivatalok és a járási hivatalok is részt vesznek [vö.: „Élelmiszerlánc-biztonsági stratégia 2013-2022”, Vidékfejlesztési Minisztérium (VM) és Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBiH) 2013]. 2016 júniusában vált ismerté, hogy a megváltozott nevű Földművelésügyi Minisztériumban (FM) jelentős átszervezések várhatók a Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Hivatal (MVH)

²¹A stratégia alapvető szempontjai az egészség, a gazdaságosság és a biztonság, amelynek pillérei az (1) Élelmiszerlánc-biztonsági tudásmenedzsment [Tudáscentrum kiépítése és működtetése (egységes információ-menedzsment, átlátható kockázatelemzés bevezetése, laboratóriumi rendszer újraszervezése); Tudáshálózat kialakítása és innováció (tudáshálózat alapjainak kiépítése, modern oktatás-képzés, partnerség a kutatásban, innovációban, élénk közkapcsolatok)]; (2) Élelmiszerlánc-kockázatok kezelése [Ismeretlen veszélyek és elfogadhatatlan mértékű kockázatok kezelése (sikeres küzdelem a visszaélések ellen, kritikus infrastruktúrák védelme); Ismert kockázatok felügyelete (széleskörű kockázatsökkentés, sikeres és erős hatóság)]. A stratégiában kiemelt (elsődrendű) szerepe van a termelői felelősségnek; a hatóság ellenőrz és ha szükséges szankcionál (Jordán László 2015, szóbeli közlés).

és a Nemzeti Élelmiszerlánc biztonsági Hivatal (NEBiH) 2017. január elsejével történő felszámolásával kapcsolatban, ami szakmai körökben ellenérzést váltott ki, ui. a 20 milliárd forint költségvetésű NÉBiH igen jelentős nemzetközi feladatai mellett évi 2,5 milliárd laboratóriumi vizsgálatot végez. Országos hálózata jelenleg több mint 50 egységből áll és tevékenysége igen széles körű. A NÉBiH feladatait 2017. január 1-től a fővárosi és a megyei kormányhivatalok veszik át.

A Magyar Tudományos Akadémia 1998-2014 közötti elnöke Pálinkás József akadémikus, egyetemi tanár 2009-ben kezdeményezte az ország jövője szempontjából alapvető stratégiai kérdésekben a társadalmi konszenzus megteremtésére alkalmas szakmai álláspontok kialakítását. Az egyik ilyen stratégiai terület a magyarországi élelmiszer-termelés és élelmiszer-biztonság (beléértve az ellátást, a vidékfejlesztési politikát, a kémiai biztonságot, a népegészségügyet és a fogyasztóvédelmet is) volt. A három munkacsoport (1. Az agrárstratégia fő irányai; 2. Vidékpolitika, vidékfejlesztés; 3. Élelmiszer-biztonság) által készített jelentést 2010. január 28-án és február 25-én az MTA *ad hoc* bizottsága és az MTA Agrártudományok Osztálya megvitatta. A munkaanyag elkészítésében 27 intézmény 34 szakértője (Ambrus Árpád, Baj Gabriella, Bánáti Diána, Baranyi József, Beczner Judit, Bedő Zoltán, Csáki Csaba, Deák Tibor, Farkas József, Forgács Csaba, G. Fekete Éva, Gelencsér Éva, Győri Zoltán, Faragó László, Horváth Eszter, Kapronczai István, Kiss Judit, Kovács Ferenc, Kovács Melinda, Mészáros János, Nagy Béla, Nagy Márta, Németh Tamás, Popp József, Rechnitzer János, Smahó Melinda, Somogyi Árpád, Szeitzné Szabó Mária, Szerdahelyi Péter, Szörényiné Kukorelli Irén, Szűcs István, Udovecz Gábor, Varga János és Véha Antal) és 5 érdemi javaslatokat tevő akadémikus (Horn Péter, Kovács Ferenc, Mészáros János, Nagy Béla, Solti László) vett részt.

A 158 oldalas kiadvány Csáki Csaba akadémikus szerkesztésében „Élelmiszerbiztonság. A magyar élelmiszer-gazdaság, a vidékfejlesztés és az élelmiszer-biztonság stratégiai alapjai” (Magyar Tudományos Akadémia, Budapest 2010) címmel jelent meg. A könyv szerzői a hazai tudásanyagra (és a nemzetközi összefüggésekre is) támaszkodva 10-15 évre előretekintve, fogalmazták meg a jövőt érintő legfontosabb stratégiai kérdéseket, amelyben a fenntarthatóság mindhárom eleme, a társadalom, a gazdaság, és a környezet azonos súllyal szerepelt. A kitűzhető célok között megtalálható, hogy a fajlagos igények növekedése miatt (tekintettel arra, hogy Föld lakossága 2050-ben előreláthatólag meghaladja a 9 milliárd főt) a jelenlegi termelési szintet 70%-kal kell növelni, a hazai versenyképességet pedig azért indokolt javítani, hogy a hazai agrárgazdaság a 15-20 millió ember ellátását is biztosítani képes nyers- és feldolgozott termékek a külföldön is megjelenhessenek. A FAO becslése szerint a Föld képes lenne 12 milliárd embert táplálni átlagosan napi 2700 kalóriányi élelmiszerrel (vö.: Somai, 2013). A *Living Planet Report* (2010) szerint a kalória-fogyasztás 2050-re eléri a napi 3130 kalóriát, amely a 2003. évihez viszonyítva 11%-os emelkedést jelent.

Az akadémiai jelentés szerint változtatni kell az élelmiszer-gazdaság termelési szerkezetén, amely mai adottságainknak, a piaci igényeknek, a környezetgazdálkodásnak és a klímaváltozásnak sem felel meg. Az agrárszakképzésben (középfokon technikusok és szakmunkások) hiányosságok vannak, az agrár-felsőoktatásban végzetek tudásszintje pedig nem felel meg a világversenyre alkalmas élelmiszer-gazdaság és

vidékfejlesztés igényeinek. Olyan konkrét vidékfejlesztési javaslatokra lenne szükség, amelyek garantálják, hogy a közösségi források kedvező hatást váltsanak ki a vidéki foglalkoztatásban és az életminőségben. Mint ismert, az EU tagállamaiban a vidéken élők életszínvonala a közösség átlagának 61%-a, Magyarországon pedig csupán 38,7%-a. A legfejlettebb városi és vidéki térségek között 116 és 40%-os az arány, amely kedvezőtlen hatást vált ki és növeli a biztonsággal kapcsolatos veszélyeztetettséget.

Az akadémiai a jelentés hivatkozik arra a 2008. évi törvényre, amely az élelmiszerlánc, a hatósági felügyelet, a növényegészségügy, az állategészségügy, az élelmezés, a takarmányozás jogi szabályozásával kapcsolatban született, és megállapítja, hogy a törvényben nem kapott megfelelő súlyt a mezőgazdasági termelés, amely a növényi eredetű élelmiszerek és takarmányok biztonságát garantálná. Mint közismert, 2007-2008 között az élelmiszer-ellenőrzés a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium (FVM) [újabb nevén Földművelésügyi Minisztérium (FM)] irányítása alá a Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatalhoz [élelmiszerlánc-felügyeleti hatóság (MgSzH)] került. Az Országos Élelmezés- és Táplálkozástudományi Intézet (OÉTI) és az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat (ÁNTSZ) élelmiszerlánc-felügyeleti tevékenysége megszűnt és ettől kezdve a korábbi állategészségügyi, növény- és talajvédelmi, valamint élelmiszer-biztonsági intézmények egy központba (MgSzH) integrálódtak. Az akadémiai jelentés szerint ez a szervezet – amely 2016/2017-ben átszervezésre kerül – túlcentralizált, az anyagi feltételek hiánya miatt pedig az alapvető feladatok ellátása is akadályozott.

Az MTA jelentése az élelmiszer-biztonság alapelveinek tekinti a következőket: (1) Átfogó szemlélet a szántóföldtől az asztalig; (2) Fogyasztóközpontúság; (3) Átláthatóság; (4) Tudományos megalapozottság; (5) Integrált megközelítés; (6) Saját szerepvállalás. A jelentésben található feladatok között van a növényi eredetű élelmiszerekkel kapcsolatos növényvédőszer-maradékok vizsgálatának folytatása és a szermaradékok körének bővítése, az élelmiszerekhez adott ún. adalékanyagok (tartósítószer, édesítőszer, színező anyagok stb.) sporadikus vizsgálata helyett a részletesen elemezhető vizsgálatok szükségessége is. Az MTA által 5 éve kezdeményezett agrárstratégiai kérdésekre adott válaszok és javaslatok (vö.: Csáki, 2010) nemcsak egy tudományos intézmény véleményét fejezik ki, hanem olyan álláspontot tükröznek, amelyek társadalmi konszenzus alapján születtek.

4. Élelmiszer Kódex (*Codex Alimentarius, CA*)

Az élelmiszer-biztonságot (*food safety*) az Egyesült Nemzetek Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete, valamint Egészségügyi Világszervezete (*Food and Agriculture Organization and World Health Organization of the United Nations, FAO/WHO*) szabálygyűjteményében, az Élelmiszer Kódexben (*Codex Alimentarius, CA*) – nem jogszabályként, de regionálisan és nemzeti szinten kötelezőnek tekinthetően – határozta meg azzal a céllal, hogy a fogyasztók egészségét megvédje, a tisztességes kereskedelmet elősegítse és a fogalmat definiálja: „Az élelmiszer-biztonság annak biztosítása, hogy az élelmiszer nem okoz egészségi ártalmat a fogyasztónak, ha azt a tervezett módon

készítik el és fogyasztják el.” A *FAO/WHO Codex Alimentarius Commission, CAC* – mint nemzetközi szabványokat kidolgozó szervezet – dokumentumai az élelmiszer-biztonság tekintetében alapdokumentumok. A szervezet a növény-egészségügy területén feladatokat ellátó szervezatként a Nemzetközi Növényvédelmi Konvenciót (*International Plant Protection Convention, IPPC*), az állategészségüggyel összefüggő kérdésekben a Nemzetközi Állategészségügyi Szervezetet (*International Office of Epizootic, IOE*) jelölte ki. Az EU élelmiszertörvényének egyik alapelve a „nyomonkövethetőség” (*traceability*), amely az élelmiszerlánc kezdőpontjától (a termőhelytől, a termőföldtől, farmtól) a végső pontig (az asztalig) („*from farm to table*”) tart (vö.: Balla és Siró, 2007a; Szeitzné Szabó, 2008 és mások).

A 2013. évi Magyar Élelmiszertörvény (LXXXII tv.) az élelmiszer-biztonság megfogalmazásakor hangsúlyt helyezett az élelmiszer megtermelésével és forgalmazásával („a termőföldtől az asztalig”) kapcsolatos követelményekre is. A törvény szerint az „Élelmiszer-biztonság: annak biztosítása a termelés és a forgalmazás során, hogy az élelmiszer nem okoz a fogyasztónak egészségi ártalmat, ha azt a szándékolt felhasználásnak megfelelően készítik el és fogyasztják”. Az EU által Brüsszelben 2000-ben elfogadott „Fehér könyv” (*White Paper on Food Safety*) tartalmazza az élelmiszer-higiéniai szabályozást, amelynek 12. pontja megállapítja, hogy az élelmiszer-biztonsági stratégiának a kockázatelemzésen kell alapulni.

4.1. Kockázatok, kockázatelemzés, biztonság

Az EU élelmiszertörvényének alapjait lefektető 1997-ben megjelent „Zöld könyv” (*Green Paper*) és a 2000-ben nyilvánosságra hozott „Fehér könyv” (*White Paper on Food Safety*), valamint a felügyelő hatósági szervezet átalakítását tartalmazó magyarországi 2008. évi XLVI. törvény az élelmiszerek „útjának”, a termőföldtől az asztalig (*from farm to table*) történő követésével megteremtette az alapját a biztonságos élelmiszer- és takarmányláncnak. Erre azért is feltétlen szükség volt, mert a veszélyeztetettség és az ezzel járó kockázatok a 21. században globálissá váltak.

Az élelmiszerek és a takarmányok biztonságában (mennyiségi és minőségi szempontból is) azonban a nagy biológiai értékű genetikailag stabil, károsítókkal szemben ellenálló növényfajtáknak (hibrideknek) és ezek szaporítóanyagainak is nagy jelentősége van. A növények-kórokozók-károsítók kapcsolatainak változékonysága és az utóbbi években különösen veszélyessé vált invazív károsítók (kórokozók, kártevők, gyomnövények) fellépése szükségessé tette az integrált növényvédelmi eljárások alkalmazását, amelyek eredményességében a kémiai növényvédő szereknek kiemelt jelentősége van. A kémiai növényvédelemnek ezért nincs alternatívája. Az integrált növényvédelem olyan elméleti és gyakorlati ismereteken alapuló technológia, amely a környezet és a károsító fajok populációdinamikájának összefüggéseit és az agrobiocönózis természetes biotikus szabályozó tényezőit, az élőlénypopuláció-együtteseket figyelembe véve, a szelektív védekezési eljárásokkal legösszehangoltabban alkalmazza azokat a módszereket és eljárásokat, amelyekkel a károsítók populációit a gazdasági kártétel szintje alatt tartja. Az élelmiszerek és takarmányok biztonságának azonban számos kockázata van.

4.2. Kémiai kockázatok

4.2.1. Növényvédő szerek (peszticidok)

A világban több mint 1000, az EU-ban a peszticidok számának jelentős csökkentése ellenére még mindig több száz toxikus hatású kémiai anyag kerül felhasználásra. Ezeknek a kémia anyagoknak (szereknek) jelentős élelmiszer-biztonsági kockázata van. A növényvédőszer-maradékok (szermaradványok) határértékeit – amelyek azonosak az EU előírásaival – a 2008. évi 149/2008/EK rendelet tartalmazza tekintettel arra, hogy az állatok takarmányozására szolgáló takarmányokban előforduló toxikus szennyeződések befolyásolják az állati termékek (tej, tojás, hús stb.) szermaradék-tartalmát, ezért az ellenőrző vizsgálatokra a takarmányok esetében is feltétlen szükség van.

A növényvédő szerek a hatóanyagcsoportok alapján nagy általánosságban rovarölő szerek [inszekticidok (klórozott szénhidrogének, szerves foszforsav-észterek, karbamátok, dinitro-fenol-származékok, piretroidok stb.)], gombaölő szerek [fungicidok (szerves higanyvegyületek, ditiokarbamátok, cink-szulfát rézvegyületek stb.)] és gyomirtó szerek [herbicidok (fenoxi-ecetsav-származékok, dipridilszármazékok, vas-szulfát stb.)] csoportjába sorolhatók, amelyek kémiai-fizikai tulajdonságaik, hatásmechanizmusuk, szelektivitásuk, toxicitásuk (például erős mérgek, karcinogének, gyenge mérgek), perzisztenciájuk, detektálhatóságuk, az általuk előidézett tünetek különbözősége és a gyógykezelés eltérő volta stb. miatt igen eltérőek.

A kémiai eredetű kockázatok közül a termesztett növények károsítókkal szembeni védelmét szolgáló növényvédő szerek az élelmiszer-biztonság szempontjából igen fontosak. Tekintettel arra, hogy a növények eredményes védelme kémia védekezés nélkül nem lehetséges, ezért a növényvédő szerek (és növényvédőszer-maradékok) vizsgálata az élelmiszer-ellenőrzés prioritásai közé tartozik az egész világban.

4.2.2. Étrend-kiegészítők

Nem hagyható figyelmen kívül az étrend-kiegészítő, a takarmányadalék-, és -kiegészítő anyagok szerepe sem az élelmiszer- és takarmánybiztonságban. Lugasi (2014) „Az étrend-kiegészítők kockázati tényezői” (Magyar Tudomány 11:1354-1365, 2014) c. dolgozatában rámutatott arra, hogy a hatóanyagok számának ugrásszerű növekedése fokozta az étrend-kiegészítővel kapcsolatos egészségügyi kockázatokat. Egyes felmérések szerint a hazai lakosság több mint 25-42%-a fogyaszt étrend-kiegészítőt, amely értékben több 10 milliárd forint nagyságrendű. Az Országos Élelmezés- és Táplálkozástudományi Intézet (OÉTI) adatai szerint 2004 és 2014 között Magyarországon több mint 12 ezer étrend-kiegészítőt jelentettek be. Tekintettel arra, hogy az OÉTI-nek nincs felhatalmazása az étrend-kiegészítők forgalmazásának megtiltására (még akkor sem, ha fennáll az egészségügyi kockázat), ezért 2011-től a Fővárosi és Megyei Kormányhivatalokhoz tartozó Népegészségügyi Szakigazgatási Szervek területileg illetékes járási népegészségügyi intézményeire hárul ez a feladat. A feladat fontosságát jelzi, hogy 2010-ben, és azóta egyre több esetben kerültek nyilvánosságra olyan laboratóriumi vizsgálati eredmények, amelyek növényi összetevőket tartalmazó terméként

hirdetett, de a valóságban szintetikus gyógyszer-hatóanyagokat (foszfodiészteráz-gátló analógok) tartalmazó potencianövelésre, izomtömeg-növelésre, testtömeg-csökkenésre stb. ajánlott termékekben mutattak ki.

E helyen érdemes hangsúlyozni, hogy az étrend-kiegészítőkben nem fordulhat elő kábító vagy pszichotrop anyag, szintetikus gyógyszerhatóanyag, illetve olyan toxikus összetevő, amely teratogén, mutagén, karcinogén, hallucinogén bódító hatású, az emberi szervezetre ártalmas anyag. A veszélyes termékek forgalomba kerülésének megakadályozása céljából 2016-ban a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalában a Gyógyszer-nagykereskedők Szövetsége (GYNSZ), a Magyarországi Étrend-kiegészítő Gyártók és Forgalmazók (MÉKISZ), a Magyar Gyógyszerészeti Kamara (MGYK) közötti, a Hamisítás Elleni Nemzeti Testület (HENT) koordinálta megállapodás született, amelyet az Országos Gyógyszerészeti és Élelmezés-egészségügyi Intézet (OGYÉI) is támogat (Anonymus, 2016). A megállapodásra azért volt szükség, mivel Magyarország az EU-ba történt belépése után a gyógyszertermékek engedélyezési eljárását egy olyan rendszer váltotta fel, amely az étrend-kiegészítők esetén csupán bejelentési, notifikációs kötelezettséget igényelt. Emiatt egyre gyakrabban jelentek meg a forgalomban nem megfelelő és nem biztonságos termékek, közöttük étrend-kiegészítők is.

4.2.3. Takarmányadalék- anyagok és -kiegészítők

A takarmányadalékok olyan anyagok, készítmények (az alapanyagok és előkeverékek kivételével), amelyek a takarmányhoz vagy ivóvízhez adagolva kedvező hatást fejtenek ki az állatok termelésére, vagy az állati termékek minőségére (Dublecz, 2011). A gazdasági állatok takarmányozásában felhasználható adalékanyagokat az EU 1831/2003/EK direktíva tartalmazza. A takarmány-adalékanyagok az alábbi csoportokba sorolhatók: (1) Technológiai adalékanyagok (például tartósítószeresek, antioxidánsok, savasság szabályzók, denaturáló szerek stb.). Újabbban ebbe a csoportba sorolhatók a mikotoxinok megkötésére, vagy lebontására szolgáló anyagok is; (2) Érzékszervi minőséget befolyásoló adalékanyagok (például színező anyagok, íz- és aromavegyületek); (3) Takarmányozási tápértékkel rendelkező anyagok (vitaminok, pro-vitaminok, mikroelemek, karbamid és származékai); (4) Zootechnikai adalékok (például emésztést fokozók, bélflóra stabilizáló anyagok stb.). A takarmány-adalékanyagok engedélyezésének alapvető követelménye a nyomonkövethetőség (az előállítótól a végfelhasználóig). Az adott célra hatékonynak, biztonságosnak kell lenni az adalékanyagokat tartalmazó, takarmányt fogyasztó állatok, és az állati terméket fogyasztók részére. Fontos szempont az adalékanyagok környezeti szempontból való megfelelősége is, amely a takarmánylánc (növény-takarmány-állat-környezet) biztonságának egységét is jelenti.

A takarmány-kiegészítőknek azokat az anyagokat, készítményeket nevezzük, amelyeket azért kevernek a takarmányokba, hogy velük javítsák a táplálóanyagok hasznosulását, és ezáltal javítsák az állatok teljesítményét, immunrendszerét és egészségi állapotát. Takarmány kiegészítők például az antibiotikumok, pro-biotikumok, pre-biotikumok, enzimek, szerves savak, a bendő fermentációját módosító anyagok stb. (Dublecz, 2011).

Márai (2014) szerint a fogyasztói társadalomban kialakult élelmiszeradalék- és takarmányadalék-ipar soha nem látott választékú és mennyiségű szintetikus adalékot (színezékek, emulgeáló szerek, aromák, ízfokozók, édesítőszer, stimuláló szerek, koncentrátumok, savasság szabályzók, denaturáló szerek, izomtömeg-növelők, testtömeg-csökkentők stb.) állít elő, amely a média hathatós támogatásával elérte, hogy Magyarországon a felhasznált szintetikus élelmiszer-adalékok mennyisége kb. 3,5 kg/fő/év. A szintetikus és nem szintetikus (növényi) paramedicinális szerek és gyógytermékek száma is állandóan növekszik.

4.3. Egyéb kémiai kockázatok

Az Európai Közösségek Statisztikai Hivatala (*Statistical Office of the European Communities*) szerint további kémiai anyagok [hormonok, állatgyógyászati szermaradványok, környezeti eredetű szennyező anyagok (ólom, kadmium, higany, szerves ón, arzén, dioxinok, aromás szénhidrogének, radioaktív anyagok stb.)], az élelmiszer- és takarmányfeldolgozás során keletkező szennyező anyagok (furánok, akrilamid), élelmiszerekkel és takarmányokkal érintkező anyagokból kioldódó vegyületek, és véletlen (vagy szándékos) szennyeződések (például az elmúlt években kimutatott ásványolajjal szennyeződött margarin, vagy a fehérjetartalom növelésére használt, magas nitrogén-tartalmú vegyület a melanin), élelmiszerekben és takarmányokban előforduló allergén vegyületek (allergének, például glutént tartalmazó gabonafélék) egyaránt veszélyt jelentenek (Várnagy, 2002; Várnagy és Budai, 2003; Balla és Siró, 2007c; Szeitzné Szabó, 2008; Laczay, 2008, 2013 és mások).

4.4. Allergének

Az utóbbi években egyre növekszik azoknak a száma, akik bizonyos élelmiszerek elfogyasztását követően ételallergiát, illetve ételintoleranciát mutatnak. Az ételallergia olyan kóros immunmechanizmus, amely anafilaxiás, túlérzékenységi rohamot (ún. anafilaxiás sokkot) vált ki (például a károsított sejtekből felszabaduló hisztamin a simaizmok görcsét okozza, amely a hajszálerek károsodását idézi elő). A legtöbb esetben a tej (tejfahéj és nem a tejcukor), tojás, szója, gabonafélék, mogyoró, valamint halak és olajos magvak jelentenek súlyos veszélyt azokra, akik ezekre az élelmiszerekre allergiásak.

Egyes kultúr- és gyomnövények virágpor allergiája is kockázati tényező, tekintettel arra, hogy súlyos tünetekkel járó megbetegedést válthatnak ki emberekben és állatokban egyaránt. A pászitófélék közül például a perjék (*Poa* spp.), a rozsokfajok (*Bromus* spp.), angolperje (*Lolium perenne*), csillagpázsit (*Cynodon dactylon*), komócsinfajok (*Phleum* spp.) és a csalánfélék (*Urticaceae*), a disznóparjék (*Amaranthaceae*) családjába tartozó fajok és egyéb növények. A Magyarországon előforduló kb. 70 inváziós növényfaj közül különösen több is veszélyes az emberi, az állati egészségre, a természetvédelmi területekre (különös tekintettel az energianövények betelepítésével kapcsolatban). Ezek közé tartozik például az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*), a parlagi rézgyom (*Iva xanthiifolia*), a

tündérrhinár (*Cabomba caroliniana*), a keskenylevelű ezüstfa (*Elaeagnus angustifolia*), nyugati ostorfa (*Celtis occidentalis*) stb. (Botta-Dukát és Mihály, 2006; Kazinczi és Novák, 2012 és mások) Bizonyos növények esetében a klímaváltozással és a hőmérséklet emelkedésével összefüggésben megváltozott és korábbra (január-február) tevődött több növény [például a mogyoró (*Corylus*) -félék, *Corylus avellana*] spóráképzése és a vele összefüggésben korán fellépő allergia. A különböző növényekből és állatokból (rákfélék, halak stb.) készült termékekben előforduló allergének feltüntetését jogszabályok írják elő (vö.: Szeitzné Szabó, 2008).

4.5. Toxikus anyagok

A mezőgazdasági szennyezőanyagok közül veszélyt jelentenek a talajban, élővizekben, növényekben (főleg saláta, spenót, retek, cékla stb.) és állati szövetekben előforduló nitrátok, amelyek mikrobiológiai-kémiai reakció során nitritekké alakulnak és súlyos mérgező hatást fejtenek ki.

A természetes eredetű toxikus anyagok (mérgező lupin alkaloidok), a hüvelyes növényekben előforduló glükoproteinek, a csonthéjas növényekben lévő ciántartalmú amigdalin, a *Solanaceae* családba (például burgonya, paradicsom) tartozó növényekben előforduló glükozidok (például solanin, tomatin stb.) étel- és takarmánymérgezés-sel járó megbetegedéseket idézhetnek elő. A mák éretlen tokterméséből nyerhető morfin és morfinszármazékok (kodein, papaverin) biológiailag igen aktív vegyületek, amelyek a központi idegrendszerre, illetve a simaizmokra bénulással járó hatást fejtenek ki.

4.6. Mikrobiológiai kockázatok

4.6.1. Vírusok, prionok, baktériumok

A mikrobiológiai eredetű megbetegedéseket – amelyek a táplálék-, illetve a takarmány-előállítás teljes láncolatában (talaj-növény-ember-állat) kimutathatók és súlyos humán- és állat-egészségügyi problémákat idézhetnek elő – főleg élelmiszerekkel, takarmányokkal, vízzel és vektorokkal terjedő ágensek idézik elő: rotavírusok, aszifvírus [Európában 1957 óta ismert az afrikai sertésinfluenza vírus (*African swine fever virus*, ASFV), amely kullancs-vektorokkal (*Ixodes* sp.) terjed], adenovírusok, West Nile vírus, Hepatitis A, E vírus, H₅N₆ és H₅N₈ madárinfluenza vírustörzsek (például Németországban és Olaszországban), H₅N₁-törzs (Egyiptomban és Ázsiában), H₉N₂ embereket is megbetegítő influenzavírusok közötti géncserével létrejött baromfivírus, calicivírus, parvovírus, a dallosszúnyog-vektorokkal (*Culex pipiens*) terjedő orbivírus (kéknyelv betegség vírus, *Bluetongue* vírus). Fenyégetettséget jelent továbbá a sertésbubónia vírus (*PeDV*) ázsiai-amerikai törzse, amely már megjelent a szomszédos országokban (például Ukrajna). Az emlős állatokban, madarakban, halakban, teknősökben, gerincesekben és emberben is szaporodó adenovírusokkal kapcsolatban érdemes megemlíteni, hogy 2014. szeptember elején megkezdődött az első csimpánz-adenovírus vektoron alapuló Ebola-vírus elleni emberi immunizálási kísérlet, amelynek célja az, hogy az Ebola-vírus fehérjéje képes-e megvédeni az embert a vírushatástól. Erre a

feltételezésre az jogosított fel, hogy a majmok esetében ez már bizonyított (vö.: Har-rach és Podgorski, 2014).

További betegségeket idéznek elő a prionok (scrape) (például szarvasmarhák szivacsos encephalopathia (*Bovine Spongiform Encephalopathy*, BSE) és a *Salmonella* baktériumok (*Salmonella enteritidis*).

Az élelmiszer-biztonságban igen nagy jelentősége van a mikrobiológiai diagnosztikának, a molekuláris biológiai módszerek alkalmazásának, amelyek gyorsaságuknál és érzékenységüknél fogva lehetővé teszik a mikrobák génjeinek kimutatását és elemzését. Nemrég jelent meg Nagy és Szmolka (2014) összefoglaló tanulmánya az élelmiszer-biztonsági mikrobiológiai vizsgálatokban használt molekuláris, DNS-alapú diagnosztikai és -tipizáló módszerekről [például polimeráz láncreakció, *polymerase chain reaction*, PCR], amely nélkülözhetetlen az élelmiszer- és takarmánybiztonságban, a kockázatok elemzésében, a nemzetközi előrejelzésben és a kockázatok globális csökkentésében. A PCR technikát, az egyik legelterjedtebb molekuláris módszer – amelyre számos módszer is épül – a DNS-szál egy rövid, de jól meghatározott szakaszának enzimatis meg sokszorozódására (*amplifikáció*) használják fel; ennek PCR terméke az ampikon, amely már kimutatható koncentrációban tartalmazza a specifikus DNS szakaszt. Az ampikon agaróz gélelektrofézissel azonosítható. A DNS molekulákat fluoreszcens festékkel láthatóvá lehet tenni, és azok bázis párjainak hosszát ismert méretű DNS-fragmenteket tartalmazó markerhez viszonyítva megállapítható az adott kórokozóra nézve a pozitív, vagy negatív eredmény.

4.6.2. Mikotoxinok

A szántóföldi penészgombák mikotoxinjai [*Fusarium*-fajok: zearalenon (ZEN), satratoxin, verrucarín, deoxinivalenol (DON), nivalenol, fumonizín]; a [*Claviceps purpurea* (ergotoxin, ergotanim, ergovalin, fomopsin)], valamint a raktári penészgombák (*Aspergillus*-fajok) toxinjai: aflatoxin, ochratoxin, citrinin és a *Penicillium*-fajok toxinjai: patulin, rubratoxin, citrinin, ochratoxin fontos szerepet játszanak az élelmiszer- és takarmány-biztonságban. Mesterházy (2006) szerint a búza- és gabonatermesztésben a *Fusarium*-fajok által termelt toxinok az élelmiszer- és takarmánybiztonság szempontjából a legveszélyesebbek. Mesterházy (2012, 2014) összefoglaló munkáiból ismert, hogy a kukoricahibridek rezisztenciája egyes toxintermelő *Fusarium*-fajokkal (*F. graminearum*, *F. culmorum*) szemben a legfontosabb toxincsökkentő lehetőség. A gombafertőzöttség és a toxintermelés között általában pozitív korreláció van, de a toxintartalmat több tényező is befolyásolja.

Az élelmiszerekre és a takarmányokra jelentő kockázatok közül a legjelentősebbek a mikotoxinok által előidézett egészségkárosító hatások, amelyek az éghajlatváltozással és a világkereskedelem előretörésével kapcsolatban igen jelentőssé váltak. A mikotoxinok, mint természetes eredetű anyagok egészségkárosító hatása a következő: (1) Karcinogén, rákkeltő hatásúak [aflatoxin (genotoxikus karcinogén), ochratoxin (*Aspergillus* és *Penicillium*-fajok termelik), patulin, fumonizinek (*Fusarium*-toxinok)]; (2) Fejlődési rendellenességet okozók (például ochratoxin); (3) Reprodukciót befolyásoló hatásúak [zearalenon (ZEA, F₂-toxin), trichotecének]; (4)

Immunitást-gátló hatásúak (trichotecének, T-2, nivalenol, deoxinivalenol DON); (5) Idegrendszer károsítók (ochratoxin, fumonizinek, trichotecének); (6) Ételmérgezők (trichotecének) (Kovács, 2010). A mikotoxinok gyakran együtt fordulnak elő és additív hatásuk (szinergizmus) általában súlyosabb. Az interakciót azonban számos tényező befolyásolja.

A mikotoxinok élelmiszerekben és takarmányokban történő előfordulását csak részben lehet csökkenteni, de még a jó mezőgazdasági gyakorlattal (*Good Agricultural Praxis, GAP*) és a jó gyártási gyakorlattal (*Good Manufacturing Practica, GMP*) sem lehet őket teljesen kiküszöbölni. A megelőzésnek (prevenció) fontos szerepe van, de az egészségügyi kockázatot nem zárja ki. A mikotoxinok mennyiségének meghatározása nagyon fontos egészségvédelmi feladat. A legalacsonyabb mikotoxinmennyiség – amelyet a szervezet hosszú távon, károsodás nélkül elvisel – meghatározásában az ún. „tolerálható napi adag” (*Tolerable Daily Intake, TDI*) fontos szerepet tölt be (Szeitzné Szabó, 2010). A mikotoxin-határértékeket a Mezőgazdasági és Élelmezési Világszervezet (*Food and Agriculture Organization, FAO*) többszöri felülvizsgálat és szigorítás után fogadta el, és 2009-ben aktualizálta. Ma már több mint 100 ország állapított meg élelmiszereiben és takarmányaiban mikotoxin-határértéket. Az EU összes tagországa szabályozta a mikotoxin-határértékeket, de amint erre Mesterházy (2010) rámutatott, a határértékszintek az élelmiszer- és takarmánybiztonság érdekében minden valószínűséggel csökkennek a jövőben.

A mikotoxinokra vonatkozó hatósági ellenőrzést Magyarországon – miként az EU minden tagállamában – a Nemzeti Élelmiszer-biztonsági Hivatal (NÉBiH) végzi, amely az EU gyors veszélyt jelző csoportjával (*Rapid Alert System for Food and Feed, RASFF*) együttműködve látja el az ügyeleti, készenléti feladatokat. A RASFF-rendszerbe érkező bejelentések legnagyobb része mikotoxinokkal, mikrobiológiai, kémiai szennyeződésekkel, túlzott adalékanyag (kiegészítő)-használattal és növényvédő szerekkel kapcsolatos. A vizsgálatok szerint a kifogásolt takarmányok száma évről évre növekedést mutat (Szeitzné Szabó, 2010).

A NÉBiH élelmiszer- és takarmány-biztonsággal kapcsolatos feladatát megnehezíti a privatizáció. 1999 óta nincs igazán magyar, hanem csak magyarországi élelmiszeripar, amelynek 62%-a külföldi tulajdonban van, és van olyan ágazat is, ahol ez az arány 100%. Az élelmiszerkereskedelem 90%-át hat multinacionális áruház-üzletlánc uralja (Tanka, 2014). A 30-40%-kal megnövekedett élelmiszer-behozatal (sokszor kétes eredettel és dömping jelleggel) csak utólagos és esetleges ellenőrizhetőséggel jelentősen rontotta, illetve megnehezítette az élelmiszer- és takarmánybiztonságot. Emlékezetes az importból érkező aflatoxinos fűszerpaprika-alapanyag, a fertőzött étkezési tojás, vagy a már árusításban lévő szalmonella-gyanús thai csirkehús és az azonosíthatatlan pisztáciatételek stb. (Márai, 2014).

A mikotoxinokkal kapcsolatos újabb kutatások során megállapították, hogy a penészgombák egy részének a toxinjait a gazdanövény kémiaiilag megváltoztathatja (hasonlóan a xenobiotikumokkal kapcsolatos védekezéshez) és extrahálható konjugátumot képez belőlük, vagy extrahálatlanul megköti őket. Ha a mikotoxin-származékok toxikusak, illetve az ember, vagy az állat szervezetében visszaalakulnak az eredeti összetételű toxinná, akkor a jelenlegi ellenőrzési körülmények között az

élelmiszer- és takarmánybiztonság vizsgálata során figyelmen kívül maradnak. Ezek az ún. „maszkolt”, vagy „rejtett” (biológiailag aktív) mikotoxinok analitikailag nehezen mutathatók ki, ezért élelmiszer- és takarmánybiztonsági szempontból veszélyt jelentenek (Berthiller et al., 2013; Farkas et al., 2014).

4.6.3. Mikoplazmák, rickettsiák, humánparaziták, férgek

További mikrobiológiai kockázatot jelentenek a mikoplazmák (például *Mycoplasma mycoides* var. *mycoides*, *M. hyopneumoniae*) és a rickettsiák (például *Coxiella burnettii*), a protozoonokhoz tartozó humánparaziták (*Toxoplasma gondii*, *Belantidium coli*) és a taxonomiailag eltérő férgek (például *Trichinella spiralis*, *Taenia saginata*) (vö.: Várnagy, 2002; Várnagy és Budai, 2003; Balla és Siró, 2007a,b; Szeitzné Szabó, 2008; Kovács, 2010, 2011; Laczay, 2013; Farkas et al., 2014; Mézes, 2014; Mázsár, 2014 és mások).

Balla és Siró (2007b) szerint a betegségeket kiváltó mikroorganizmusokat (ágenseket) a betegség súlyossága szerint három csoportba lehet sorolni. Súlyos betegségeket okoznak például a *Clostridium*-, *Shigella*-, *Salmonella*-, *Escherichia*- és *Vibrio*-fajok. Kevésbé súlyos, de széles körben elterjedtek a *Listeria* spp., a rotavírusok és mérsékeltén súlyos, valamint kis elterjedést mutató *Campylobacter jejuni*, *Vibrio paralyticus* és a *Taenia saginata*.

4.7. Zoonózisok

A megbetegedések kialakulásában Magyarországon és Európa több országában is az állatokról emberre (esetenként növényi eredetű élelmiszerrel) terjedő betegségeknek, az ún. zoonózisoknak – amelyek a világszerte előforduló betegségek mintegy $\frac{3}{4}$ -ét okozzák – van jelentősége (például brucellózis, szalmonellózis, száj- és körömfájás stb.). Figyelemre méltóak azok a nemzetközi (ausztriai, magyar, német, szlovén) kutatások, amelyeket Nagy Béla egyetemi tanár, az MTA r. tagja, az MTA Agrártudományi Kutatóközpont Állatorvos-tudományi Intézet (újabbán Állatorvos-tudományi Egyetem, Budapest) Enterális Bakteriológiai és Alimentáris Zoonózis témacsoport vezetője koordinál. A kutatási eredmények az EU határokon illegálisan átszivárgó zoonotikus kórokozók első identifikálására vonatkoznak. Nagy (2014) levélbeni közlése szerint az EU kilenc országának (Ausztria, Görögország, Horvátország, Magyarország, Németország, Románia, Spanyolország, Szlovénia, Törökország) határállomásain elkobzott 2 580 minta vizsgálata során megállapítást nyert, hogy a *Salmonella* spp. legnagyobb gyakorisággal a spanyol és a török mintákban fordult elő. A *Listeria monocytogenes*-törzsek okozta kontamináció 7-10%-ban fordult elő a görög, spanyol és román mintákban. A multi rezisztens *Escherichia coli* előfordulása (2,4%) megfelelt az EU átlagnak, a verotoxikus *E. coli* előfordulás 0,6%-os volt főleg a törökországi sajtmintákban. Ezeknek a vizsgálatoknak a jelentősége főleg abban van, hogy nemzetközileg elsőként szolgáltatott összehasonlító adatokat az utasforgalom élelmiszer-biztonsági kockázataira, és eddig ismeretlen, vagy kevésbé ismert kórokozó genotípusokra, genetikai variánsokra, és rezisztencia-, illetve virulencia determinánsokra.

4.8. A kockázatok felderítése

Az élelmiszerekkel kapcsolatban felmerülő kockázatok felderítésében, elemzésében (*risk analysis*) – amelynek nomenklatúráját az Élelmiszer Kódex Bizottság (*Codex Alimentarius Commission, CAC*) határozta meg – fontos szerepet tölt be: (1) A veszélyelemzés (*hazard analysis*) olyan biológiai, kémiai és fizikai tényezőkre, vagy körülményekre helyezi a hangsúlyt, amelyek a fogyasztók egészségére potenciális veszélyt jelentenek; (2) A kockázatbecslés (*risk assessment*) az élelmiszerben jelenlévő veszély mértékét és a fogyasztó egészségére kifejtett hatást vizsgálja; (3) A kockázatkezelés (*risk management*) az ismertté vált egészségügyi kockázat megelőzésére, csökkentésére, illetve megszüntetésére irányuló intézkedések összességét jelenti; (4) A kockázatkommunikáció (*risk communication*) biztosítja az információáramlást az érintett szervezetek, intézmények és személyek között (Balla és Siró, 2007c; Szeitzné Szabó, 2008 és mások).

A kockázatelemzés az élelmiszer-szabályozás alapja, amelyben fontos szempont az elővigyázatosság elve (*precautionary principle*), amely olyan preventív intézkedés alapját jelenti, amikor fennáll az egészségi ártalom veszélyének lehetősége, de a kockázatbecslés eredménye még nem alapozza meg a fogyasztó egészségének védelme érdekében tett intézkedések megkezdését.

A globalizálódó világban, ahol a határokon átívelő élelmiszer- és takarmánykereskedelem egyre kiterjedtebbé vált, fontos szempont az élelmiszerek és takarmányok útjának nyomon követése (*traceability*). A nyomonkövetés (dokumentumokkal ellátott nyilván tartás) magába foglalja az emberi élelmiszerek és az állati takarmányok (és azok összetevőinek) útját a termelés helyszínétől az előállításig, a forgalmazásig és mindazokat a személyeket is, akik az előállításban, a forgalmazásban és felhasználásban (a termékpályán) érintettek. A bármilyen szempontból nem megfelelő élelmiszerek és takarmányok esetében gondoskodni kell azok visszahívásáról (*recall of food or fodder*).

Igen fontos szerepet játszik a magyarországi élelmiszerlánc-felügyeleti laboratóriumi hálózat, amely jelenleg 29 akkreditált laboratóriumot működtet 25 különböző telephelyen, amely a széttagoltság miatt számos problémát is felvet. A NÉBiH-laboratóriumok jelentőségét mutatja, hogy évente kb. 900 ezer minta vizsgálatát végzik el. A laboratóriumok ezen túlmenően még 57 témakörben látnak el nemzeti referencia feladatokat (vö.: NÉBiH, 2013).

4.9. A GM-növények az élelmiszer- és takarmánybiztonságban

Werner Arber mikrobiológus, genetikus professzor – aki 1978-ban Hamilton Smith és Daniel Nathans amerikai kutatókkal Nobel-díjat kapott a restrikciós endonukleázok felfedezéséért – „A tudomány és hit kiegészítik egymást” c. a Basel-i Egyetemen 2012. október 12-én tartott előadásában a következőket mondta: „A genomika, proteomika és metabolomika legújabb eredményeinek köszönhetően új gazdasági növények előállítása vált lehetővé, harmóniában a biológiai evolúcióval, ezáltal megbízhatóbban kielégíthető az egészséges élelmiszerek iránti igény, ami hozzájárul az egészségügy terén szükséges haladáshoz.” A genetikailag módosított (GM) élelmiszerek és takarmányok olyan termékek, amelyeket az élelmiszeripar és /vagy takarmányipar például

transzgenikus növényekből, transzgenikus állatokból vagy transzgenikus mikroorganizmusokból állít elő. A genetikai módosítás nem az élelmiszer és a takarmány előállításán történik, hanem a felhasznált alapanyag transzgenikus, amint ez az első, 1994-ben elismert *FlavrSavr* (*Callgene* cég) paradicsom elismerése és köztermesztésbe vétele óta ismert.

A biotechnológia az alkalmazásokat tekintve (1) piros, (2) zöld, (3) fehér és (4) kék biotechnológiára különül el. A piros biotechnológia orvosi, gyógyszeripari alkalmazásokkal és olyan tudományterületekkel van kapcsolatban, mint a molekuláris biológia, a sejt- és szöveti biotechnológia, nanotechnológia, őssejt kutatások stb. A zöld biotechnológia agrár, kertészeti és élelmiszeripari, a fehér biotechnológia ipari és környezetvédelmi, a kék biotechnológia bioinformatikai alkalmazásokkal foglalkozik.

Az első generációs transzgenikus növények vírus-, gomba-, baktérium-, rovar- és herbicid-rezisztencia kialakítását eredményezték. A második generációs transzgenikus növények esetében a stratégia főleg ipari növények előállítására (élelmiszeripar) terjedt ki. A genetikai módosítás célja a növények fejlődésének és anyagcseréjének megváltoztatása: új fehérjék termelése, allergén fehérjék esetében módosított fehérje termelés stb. Az élelmiszeripari módosítások közül kiemelhető például az érésben gátolt paradicsom, a nagyobb amilopektin-tartalmú burgonya, kukorica, a növényolaj minőségében módosított repce és szója stb., amelyek speciális ipari felhasználást tesznek lehetővé (vö.: Heszky, 1999).

Külön figyelmet érdemelnek a genetikailag módosított szervezetek (*Genetically Modified Organisms, GMO*) élelmiszer-biztonsági és takarmánybiztonsági kérdései. A molekuláris biológia és a géntechnológia fejlődésével az élőlényekben lehetővé vált új tulajdonságok tervezett megváltoztatása. A tudomány előrehaladásának, megállíthatatlan fejlődésének köszönhetően ma már több száz genetikailag módosított ún. transzgenikus növényfajtát jelentettek be és több mint 180 millió hektáron, 17-18 millió gazdálkodó részvételével történik a GM-növények termesztése a világban (Heszky, 2009; Brookes és Barfoot, 2012; Dudits és Györgyei, 2013; Naik, 2013; Dudits, 2014a; Szirmai, 2014).

Az EU-ban a GM-növények engedélyezését és a kockázatbecsléshez szükséges információk rendszerét az Európai Élelmiszer-biztonsági Hivatal (*European Food Safety Authority, EFSA*) dolgozta ki, és a különböző szempontok figyelembe vételével az Élelmiszerlánc- és Állat-egészségügyi Állandó Bizottság (*Standing Committee on the Food Chain and Animal Health, SCFCAH*) dönt az adott GM-növény engedélyezéséről. Mint ismert az EU 28 tagországa közül 13 országban tiltják, 15 országban pedig engedélyezik a GM-növények termesztését. A GMO használatának engedélyezése szerint a világ országai három csoportba sorolhatók: (1) Nincs GMO-törvénye és nem foglalkozik GMO-val; (2) Van elfogadott GMO-törvénye, de tiltja a GMO-k előállítását és forgalmazását (13 európai ország); (3); Van GMO-törvénye és engedélyezi a GMO-k forgalmazását (például USA, Kanada, Argentína, Ausztrália, Kína).

Az EU-ban jelenleg több mint 20 GM-növény rendelkezik élelmiszer-fogyasztási és takarmányfelhasználási engedéllyel. A MON 810-es köztermesztésre engedélyezett kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis*) rezisztens kukorica, és az ipari célokra előállított amilopektint tartalmazó Amflora burgonyafajta kapott köztermesztési

engedélyt. Ennek a fajtának termesztési engedélye azonban rövid időn belül lejárt, ui. a Badeni Anilin és Szódagyár (*Badische Anilin und Soda Fabrik, BASF, Ludwigshafen, Deutschland*) – mint fajtatulajdonos – kivonta Európából az *Amflora* GM-burgonyát. Figyelemre méltó, hogy az amerikai *J.R. Simplot Company* (Idaho, USA) által nemesített *GM-Innate* étkezési burgonyafajtát az USA Agrárminisztériuma (*United States Department of Agriculture, USDA*) termesztésre engedélyezte, ugyanis csak *Solanum* fajokból származó géneket tartalmaz. A fajta emberi fogyasztásra történő biztonságát azonban még vizsgálják. Tekintettel arra, hogy a termesztésre engedélyezett burgonya kiválóan alkalmas sütési célokra, mivel a sütés során nem termelődik benne olyan rákkeltő anyag (akrilamid), amely bizonyos sütési körülmények között burgonyában és más, keményítőt tartalmazó élelmiszerekben képződhet, ezért a nagy felhasználó *McDonald's* számára előnyös tulajdonsággal rendelkezik. Tekintettel a *McDonald's* GM-ellenes magatartására, nem ismert, hogy az étteremlánc változtat-e GMO-ellenes véleményén (Pollack, 2014). Az EU Parlament (*Committee of Environmental Protection and Public Health, CEPPH*) 2014 novemberében megszavazta a GM-növények köztermesztésével kapcsolatos jogszabály módosítását, amelynek értelmében a tagállamok önállóan dönthetnek arról, hogy saját területükön engedélyezik-e GM-növények termesztését. Ugyanakkor az EU-bizottság megerősítette a tagállamok azon jogát, hogy környezetvédelmi agggodalmakra hivatkozva tilalmat rendeljenek el a GM-növények termesztésével kapcsolatban. A védzáradék ugyan lehetővé teszi a tagállamoknak, hogy kitiltsák földjeikről az adott GM növényfajtát, de – mint ismert – a védzáradék csak ideiglenes felmentést ad és újabb kérelem benyújtása esetén nagyon költséges. A Magyar Alkotmány tiltja a GM-növények termesztését és a GM-mentességet az egész országra, kiterjesztette. Emellett ismert, hogy a GM-növények 17 éves globális termesztése, a GM-növények termése és a termékek fogyasztása során – amely a becslések szerint csupán a transzgenikus szóját, kukoricát és repcét tekintve 2 milliárd tonna emberek és állatok által elfogyasztott terméket jelent – eddig nem merült fel probléma, ha mégis, akkor az emberi gondatlanságra volt visszavezethető (Balázs et al., 2011; Gundel, 2011). Heszky (2012b) szerint viszont ennek valódi oka az, hogy a legtöbb GM növényeket termelő országban, például az USA-ban a GM termékeket és a GM élelmiszereket nem kötelező jelölni, vagyis megkülönböztetni a hagyományos termékektől. Emiatt nincs lehetőség a GM összetevőt tartalmazó élelmiszerek fogyasztók számára kedvező, vagy kedvezőtlen hatásának egzakt kimutatására.

A GM-növények biztonságával kapcsolatban Nicolina et al. (2014) nemrég megjelentett dolgozatában áttekintette az elmúlt tíz évben a témával kapcsolatos nemzetközi irodalmat. Ennek alapján megállapították, hogy a GM-növények alkalmazásával összefüggő kockázat nem merült fel. Megállapítható az is, hogy például az izogénikus és transzgenikus kukorica között táplálóanyag-tartalomban nincs különbség. Ez a biztonság arra is visszavezethető, hogy az engedélyező és ellenőrző hatóságok kontroll alatt tartják a GM-növényeket és a GM-termékeket. Az EU rendelete szerint minden olyan élelmiszert, ami 0,9%-nál több genetikailag módosított összetevőt tartalmaz, GM-élelmiszernek kell tekintetni és kötelező jelölni. Az EU-ban import szója- és kukoricatermékekben engedélyezett 0,1%-os szigorú tűrészhatár (0,05%-os mérési bizonytalanság), akár ellátási problémát is okozhat a takarmány- és élelmiszer-ellátásban

(Popp et al., 2013). A 0,1%-os határ a hagyományos kukoricafajták GM vetőmaggal való szennyezettségére vonatkozik. Gundel (2011) és más szerzők véleménye szerint a baromfiágazatban 44%, a sertéságazatban 35% hiánnyal is számolni kell, tekintettel arra, hogy a szója takarmányozási felhasználásának nincs gyakorlati alternatívája. Ismert az is, hogy az állattenyésztési ágazat főleg importból származó szóját és szójadarát használ fel állati takarmányként, mivel ez a legjobb fehérjeforrás, és alig helyettesíthető más fehérjetartalmú takarmánnyal. Ez a tény felveti annak szükségességét is, hogy az importra szoruló országoknak (mint például Magyarország) felül kell vizsgálni a magasabb szintű GM-jelenlétet az élelmiszer- és takarmányláncban. Az EU-ban és hazánkban is engedélyezett a GM szója és szójaliszt importja és élelmiszercélú felhasználása (Popp et al., 2016d).

MacDonald (2012) adatai szerint, ha a jelenlegi (60 milliárd egyed meghaladó haszonállat-létszám) világtendencia folytatódik, akkor 2050. évre a Föld állatlétszáma eléri a 100 milliárdot és tízszerese lesz az emberiség létszámának. Ezt a prognózist befolyásolhatják az elégséges takarmány-előállítására ható negatív tényezők, a kedvezőtlen szélsőséges időjárás (aszályok, árvizek) alakulása, az ivóvíz-mennyiség állandó csökkenése (például 1 kg marhahús előállításához 16 m³ vízre van szükség), és esetlegesen, újabban felbukkanó gazdasági világválság, a kukoricára alapozott etanolipar helyzetének alakulása, a nem várt állatbetegségek (például új madárinfluenza-vírus törzsek, zoonózisok stb.) fellépése, valamint a növényvédelemben alkalmazott hatóanyagok szűkülése, és árnyökedése miatti növényvédelmi beavatkozások mérséklése, és ennek következtében a takarmányokban elszaporodó toxinok, toxikózisok fellépése. A jelenlegi helyzetet figyelembe véve megállapítható, hogy a növekvő jövedelmek (a fejlődő országok többségében is) pedig a hús fogyasztási igény jelentős növekedését prognosztizálják. A fejlett országokra jellemző 73,3 kg/fő/év hús fogyasztás és a fejlődő országok 33,3 kg/fő/év jelenlegi hús fogyasztása (Kozák 2015) attól függ a jövőben, hogy elegendő takarmány áll-e rendelkezésre a növekvő állatlétszámhoz és a fejlődő országok képesek lesznek-e állattermék-fogyasztásukat növelni. Tekintettel arra, hogy megnövekedett takarmányigény biztosítása a szántóföldi területek növelésével nem lehetséges, ezért a legeltetés – ami jelenleg a világ mezőgazdasági földterületének 3/4-én van – jelentősége nő. A növénytermesztésre alkalmas területek 2/3-án történő takarmánytermelés növelése területnöveléssel nem lehetséges, ezért a termőföld hasznosításában és a takarmányok hasznosításában a nagyobb szaporaságú abrakfogyasztó állatfajok előnye vitathatatlan (Horn, 2014; Kozák, 2015).

Fontos megemlíteni, hogy a takarmánybázis és a táplálóanyag-tartalom növelésében, valamint a takarmányok minőségében és a tápanyag-összetételének javításában a GM-növényeknek nagy jelentősége van (Gundel, 2011). Nem kisebb jelentőségűek azok a kutatási eredmények, amelyek a GM-növények által előállított értékes molekulákra, gyógyászati alapanyagokra (tripszin, immunoglobulin, immunitást biztosító fehérjék stb.) és takarmánykiegészítőkre vonatkoznak. Figyelemre méltóak azok a kutatási eredmények, amelyek betegséget nem okozó bakteriális eredetű fehérjék GM-rizsvonalakban történő szintetizálására vonatkoznak, amelyek eredményeképpen olyan rekombináns antigén fehérje termelődik, amely a rizs elfogyasztását követően

védelmet nyújt például az *Escherichia coli*, vagy kolerafertőzéssel szemben (Tamás és Oszvald, 2011).

Az európai állattenyésztés fehérjetakarmány-importjának az alapját az 1970-ben felfedezett glifozát, (*glyphosate*) kereskedelmi nevén *Roundup* néven forgalmazott gyomirtó (herbicide) teremtette meg. A herbicide hatóanyagot az amerikai *Monsanto*-cég 1971-ben szabadalmaztatta és a belőle előállított „termék” a *Roundup* nevet kapta. A glifozát piacvezető hatóanyag a növényvédelemben. A biotechnológiai ipar előretörése nagyarányú felhasználást eredményezett, amely glifozát-toleráns növények megjelenéséhez vezetett (Darvas et al., 2011; Szigeti et al., 2014). Az 1996-ban először köztermesztésbe kerülő, első generációs, genetikailag módosított glifozát [N – (foszfometil)- glicin] – tűrő szóját (*Monsanto Roundup-Ready, M-RR*) ma már újabb generációs, jobb terméseredményeket adó szójafajtacsoport váltott fel (RR2). A világban ma már csaknem száz *Roundup*[®] termék ismert, mintegy 150 kereskedelmi név alatt (Heszky, 2013c). Az elmúlt években a *Monsanto* cég agrobakériumos transzformációval olyan GM-szójafajtát (*Vistive GoldTM*) állított elő, amelyek telítetlen olajsavtartalma több mint háromszorosa, telített sztearinsav-tartalma pedig fele a hagyományos szójának. Előnye még, hogy glifozát herbicide-toleranciával is rendelkezik. A kockázatelemzések eddig nem tártak fel élelmiszer-biztonsági problémákat, ez pedig lehetővé tette, hogy az USA-ban 2015-ben engedélyezzék a termesztését és forgalmazását.

A DuPont (*Pioneer Hi-Bred Int. Inc.*) alacsony linolsav- és linolénsav-tartalmú GM-szójafajtákat (*TreusTM* és *PlenishTM*) állított elő, amelyek már kereskedelmi forgalomban is vannak (Heszky, 2015). Szigeti et al. (2014) számításai szerint a világban felhasznált glifozát mennyisége és a világ teljes transzgenikus szójavetés területe arányban van egymással. A glifozát-rezisztens szójából – amely az összes GM-növények vetésterületének kb. 60-70%-a, Argentínában 99%, az USA-ban 92%, Brazíliában 89% – és más GM-glifozátrezisztens növényekből (például kukorica, repce, rizs, cukorrépa) is jelentős fajtaválaszték van (Dudits és Györgyey, 2013). A hatósági vizsgálatok során megállapítást nyert, hogy 2008. év október végéig a szójatartalmú készítmények (többnyire hús) esetében 104 mintából 59 minta bizonyult RR-szójatartalmúnak, amelyből 22 minta a 0,1-0,9% közötti tartományba esett. Mint ismert, a jogszabályok előírják a GM nyomon követhetőséget és csak 0,9% feletti GM-jelenlét esetén kötelező a jelölés az élelmiszereken (Szeitzné Szabó, 2008). A nagy mennyiségben importált GM szója takarmányozásával kapcsolatban takarmánybiztonsági és élelmiszer-biztonsági probléma eddig nem merült fel, és másfél évtized alatt, a mintegy 3000 millió adag GM-tartalmú étel elfogyasztása után sem történt egyetlen igazolt káreset a világban (Lynas, 2013a).

Figyelemre méltóak azok a kutatási eredmények, amelyek során megállapítást nyert, hogy egyes növények is tartalmaznak olyan omega-3 zsírsavakat, amelyek egészségvédő szerepet töltenek be, és fontos szerepet játszanak a takarmány-összetevőkben. Rymer et al. (2011) rekombináns DNS-technológia segítségével idegen gének épített a szója genomjába, amelynek eredményeképpen jelentős mennyiségben (240 mg/g olaj) szintetizálódott a sztearidonsav (SDA) az omega-3 zsírsav egyik változata. Az SDA, omega-3 GM szójából nyert olajjal kiegészített takarmánytáp jelentősen növelte a brojlercsirkék mell- és combhús súlyát. Ez a példa is igazolja a GM-növények

jelentőségét az egészséges takarmány-előállításban, a takarmányok biológiai értékének javításában és a tudományos kutatásfejlesztésben (Popp et al., 2016a,b,c, d).

Nem szabad azonban megfeledkezni arról sem, hogy a GM-növényeknek természetük során kedvezőtlen hatásaik (hátrányaik) is lehetnek (glifozát-rezisztencia kialakulása gyomnövényekben, *Bt-toxint* termelő növények elleni rezisztencia kialakulása rovarokban, vagy a GM-növények ún. génszökése (*gene flow*), amelyek során a transzgenikus növények génje átkerülne és elszaporodna az egymás melletti termesztés során a nem GM-növényekbe (például gyomnövényekbe).

Első alkalommal 2000-ben számoltak be egy gyomnövény (*Eleusine indica*) glifozáttal szembeni toleranciájáról, amely a glifozát tizenkétszeres dóziséval szemben is ellenálló volt (Lee és Ngim, 2000). Az utóbbi években több glifozáttal szemben ellenálló gyomnövényt (*Amaranthus palmeri*, *A. tuberculatus*, *Ambrosia artimisiifolia*, *A. trifida*, *Brassica scoparia*, *Conyza canadensis*, *C. bonariensis*, *C. sumatrensis*, *Echinochloa colona*, *Lolium rigidum*, *L. multiflorum*, *Plantago lanceolata*, *Sorghum halepense* stb.) mutattak ki Argentínában és Brazíliában, ahol nagy területeken termelnek GM-növényeket és ahol jelentős a glifozát-tűrő gyomnövények megjelenése (vö.: Darvas et al., 2011).

A GM-növények egy nagy csoportját azok a növények képviselik, amelyek a *Bacillus thuringiensis* spóráképző, entomopatogén talajbaktériumok által a rovarok emésztőrendszerében a bél perforációját okozó, kristályt alkotó *Cry*-fehérjéket (*Bt-toxinok*) termelnek. A *Cry*-fehérjék specifikusak egyes rovarokra és számos variánsuk ismert. A *Cry*-fehérje-gének növényekbe történő beépítésével rovarellenálló növényeket lehet előállítani. Az első ilyen növény az 1987-ben előállított rovarellenálló dohány volt (Vaeck et al., 1987). Az elmúlt években több rovarrezisztens GM-növényt (gyapot, kukorica, burgonya, szója, paradicsom, rizs) állítottak elő (Dudits és Györgyey, 2013; Heszky, 2013a,b), de megfigyelték azt is, hogy kisselektálódhatnak olyan rovarmutások, amelyekre már nem hatásos a *Cry*-fehérje-toxin. Mutációk – recesszív természetük miatt – csak akkor fordulnak elő, ha a mutációkat hordozó rovarok egymás között szaporodnak, és ennek következtében a recesszív tulajdonság homozigóta formában nyilvánul meg. A mutációk kialakulását természetesen nem lehet megakadályozni, de ún. „menedékszónák” kialakításával (a „menedékszónákba” a rovarrezisztens GM-növények mellé *Cry*-fehérjét nem termelő növényeket ültetnek, ahol a *Cry*-fehérjére érzékeny rovar alapváltozatai fennmaradnak, szaporodnak, és ha rezisztens növényeken meg is jelennek ellenálló egyedek, és szaporodnak a „menekülési zóna” érzékeny egyedeivel, akkor azok érzékeny egyedeket hoznak létre) sikerült *Cry*-rezisztens rovarpopulációk kialakulását megakadályozni (Dudits és Györgyey, 2013). A *Cry*-fehérjét szintetizáló növények minden része termeli ezeket a fehérjéket, ezért hátrányként szóba jöhet, hogy nemcsak a célszervezetek, hanem például védett rovarok (például lepkék) is kárt szenvedhetnek. Ennek bizonyítását azonban eddig tudományosan nem igazolták.

A GM-növények és a nem GM-növények egymás melletti termesztésével kapcsolatban felmerült olyan probléma, hogy a GM-növényekből génszökés (*gene flow*) következhet be és ez veszélyt jelent a nem GM-növényekre. Az eddigi kutatási eredmények ennek a lehetőségét azonban kizárják. Az természetesen előfordulhat, hogy a GM-növény szelekciós előnyhöz jut, de annak bizonyítását, hogy egy ilyen növény

génje az új tulajdonság előnyei miatt vadon élő növénybe jutna és a művelt területeken elszaporodna, nem sikerült igazolni. A természetben előfordulhat, hogy rokon, vadnövényfajjal megtörténhet a kereszteződés, de ebben az esetben a géntechnológiai úton átvitt gén (mivel a génhez kapcsolatlan öröklődik) szelekciós hátrányt eredményez az így kialakult növényben, és az így létrejött hibrid-növény nem válhat „szuper-gyommá” (Adam, 2003; Hopkin, 2005; Dudits és Györgyei, 2013).

Az izolált génekkel végzett transzformáció estében a kívánt hatást biztosító gén (például károsítókkal szembeni rezisztencia, szárazságtűrés stb.) célzott beavatkozást jelent, ellentétben a tradicionális agroökológiai nemesítéssel (például keresztezés), amikor a szülői gének tízezrei ellenőrizetlenül kombinálódnak. A transzgenikus technológia fejlesztésére a pontosabb, célzott irányítottságra vonatkozóan az igen intenzív kutatásoknak köszönhetően olyan újabb és újabb technikák születtek, amelyek a kiválasztott cél-gének segítségével javítják a növények terméseredményét és terméstudajdonságait. Erre igen nagy szükség is van, mivel a jövőben az élelmiszer- és takarmányigény jelentős növekedésével kell számolni (Popp et al., 2016d). Egyes elemzések szerint 2010 előtt gabonafélék termésének növekedési üteme 32 millió tonna / év volt, a szükséglet mértékét viszont 2050-ig 37%-kal kell emelni, ez pedig évi 44 millió tonna többletermés betakarítását jelenti, ami csak a genetikai alapok javításával, a természeti technikák fejlesztésével, az újonnan előállított fajták termőképességének javításával, a növényi gének és genomok célzott szerkesztésével új nemesítési technikákkal és új génebeszeti módszerekkel (például cink-ujj-nukleáz technológia, oligonukleotid irányított mutagenézis és intragenézis, RNS-függő DNS-metiláció stb.) érhető el (vö.: Taster és Langridge, 2010; Lusser et al., 2011; Dudits, 2014b; Popp et al., 2016d; Balázs, 2016a; Balázs és Dudits, 2017).

A GM-növényekkel kapcsolatos előnyöket és hátrányokat, a kialakított új tulajdonság(ok) jelentőségét, az éghajlati, társadalmi, gazdaságossági és szabályozási összefüggéseket minden esetben vizsgálni kell az élelmiszer-biztonságra és a takarmánybiztonságra tekintettel. A transzgenikus növényekkel kapcsolatban talán helyes az a megállapítás, hogy az élelmiszer-biztonság és a takarmánybiztonság elérésének egyedüli eszközeként nem szabad őket túlbecsülni, nemcsak azért, mert az új tulajdonságokat hordozó GM-növények száma viszonylag kevés, és 1996-óta alig emelkedett, hanem azért sem, mert a klasszikus növény nemesítés (agroökológiai nemesítés) időigényessége ellenére is a mezőgazdasági termelés bővítésének kulcsfontosságú eszköze, amely hozzájárul a haszonnövények genetikai sokféleségének növeléséhez, a helyi (lokális) körülményekhez (talaj, éghajlat stb.) való adaptációhoz, az élelmiszer-biztonsághoz és a takarmány-biztonsághoz.

Az élelmiszer-biztonság, az élelmezés-biztonság, a takarmánybiztonság, a takarmányozás-biztonság (*fodder security*), valamint az élelmiszerlánc (*food chain*) és a takarmánylánc (*fodder chain*) szoros kapcsolatban vannak. A biztonság megteremtésében elsősorban az előállítónak, de a kormányoknak is egyértelmű, át nem ruházható felelősségük van. Ezért, miként azt Dudits (2014) egyik munkájában is hangsúlyozta, „...jelentős károkat okoz a kutatásban, az innovációban és nem utolsó sorban a versenyképes környezetbarát mezőgazdaság feltételeinek megteremtésében” az a tény, hogy a hazai médiában a GMO-k (genetikailag módosított szervezetek, *Genetically Modified*

Organisms), mint „nemkívánatos rosszak” szerepelnek, és a politikai, ideológiai viták közepette súlytalanná válnak a szakmai és tudományos szempontok (Dudits, 2014; Fehér, 2014; Koncz, 2014). Amikor ilyen problémákkal kell szembesülni, nem volna szabad megfedkezni azokról a biotechnológiai kutatásokkal kapcsolatos, nemzetközileg is elismert eredményekről, több mint 20 szabadalomról, amelyek magyarországi alap kutatásokhoz köthető külföldi támogatásokkal valósulhattak meg.

Ezek közé tartozott – a teljesség igénye nélkül – a *Hoechst Schering AgrEvo GmbH*; a *Bayer Crop Science*; a *CIBA Geigy Limited, Basel* és mások együttműködése és kutatási támogatása, amelyek közül érdemes kiemelni a T25 totális gyomirtókkal (*Basta*[®], *Rely*[®], *Finale*[®], *Liberty*[®]) szemben ellenálló kukorica hibrideket (*LibertyLink*[®]- hibridek), amelyeket az Európai Élelmiszer-biztonsági Hatóság (*European Food Safety Authority, EFSA*) engedélyezett élelmiszerként és takarmányként történő felhasználásra, hivatkozva arra, hogy „...ugyanolyan biztonságosak mint a hagyományos úton előállított hibridek”. A *Bayer Crop Science LibertyLink*[®] hibridek piaci jelentősége megnövekedett, tekintettel arra, hogy a glifozát-rezisztens gyomok elterjedése miatt az USA-ban szükségessé vált az alternatív védekezési eljárás alkalmazása. A hazai kutatásfinanszírozás elégtelen volta miatt, a multinacionális cégekkel közös tulajdonú szabadalom, és vetőmag-értékesítés arányában a *Bayer Crop Science* például jogdíjat fizet a hazai kutatásban résztvevő intézeteknek (Gabonakutató Non-profit Kft., Szeged; MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpont, Szeged), vagy infrastrukturális beruházásban nyújt segítséget a *CIBA Geigy Limited, Basel*.

A glifozát toxikológiai hatásai ugyan vita tárgyát képezik a nemzetközi irodalomban, tekintettel arra, hogy a glifozát-molekula tulajdonságai (például erősen poláros, mérete kicsi, fényelnyelése gyenge, fluoreszcenciás aktivitása nincs stb.) miatt a környezeti mintákból történő kimutatása, meghatározása nehéz (Darvas et al., 2011; Szigeti et al., 2014). A glifozátok analitikai meghatározásának fontos szerepe van a környezetben, az élelmiszerláncban és a takarmányláncban előforduló esetleges veszélyek kimutatása miatt. A glifozátokkal kapcsolatos vizsgálatok több szempontra is irányultak [például ivóvíz veszélyeztetettség a felső talajvíz-rétegekben; a flavonoid-típusú vegyületek szintetizálódásának gátlása (glifozáttal kezelt *Roundup Ready* szójában); élelmiszerekben és takarmányokban detektálható mennyiségben történő kimutatás; a kétélűekre és a madarakra kifejtett esetleges toxikus hatás stb.]. A vegyészek számára kihívást jelentő detektálás során a Bréma-i Orvosi Laboratórium (*Medizinische Laboratorium, Bremen, Deutschland*) 174 önkéntes személy (köztük 10 magyar állampolgár) vizeletmintáiból 42,5%-ban mutatott ki határérték feletti (LOQ > 0,150 µg/l) mennyiségben glifozátot. Az USA-ban a felszíni vízminták 35-40%-ában mutattak ki glifozátot max. 8,7 µm/l mennyiségben. Darvas et al. (2011) és Szigeti et al. (2014) összefoglaló irodalmi munkái – több mint 100 irodalmi forrásmunkára hivatkozva – rámutattak azokra a környezeti- és egészségügyi ártalmakra (sok esetben ellentmondásokra), amelyek a glifozát használata során felmerültek [például bizonyos növények (szója) *Fusarium*-gombával szembeni ellenállóságának csökkenése, mutagenitást és karcinogenitást előidéző hatások stb.].

Az EU-ban 38 növényvédő-szer (hatóanyag) engedélyezett, és ezek között megtalálható a glifozát is, amelyről az Egészségügyi Világszervezet (*World Health Organization*,

WHO) humán egészségügyi (*non-Hodgkin limfóma, mielóma, bőrrák, mellrák*) „kockázati jelentést” adott ki. Az Európai Élelmiszer Biztonsági Hatóság (*European Food Safety Authority, EFSA*) véleménye az, hogy a glifozátnak bizonyos határérték alatt nincs egészségügyi kockázata. Feltehető azonban, hogy a szer folyamatos fogyasztása (például ivóvízzel) egészségügyi károsodást okoz. A pro- és kontra-véleményekre tekintettel – a további vizsgálatokig – az Európai Bizottság nem tartotta indokoltnak a glifozát „emberi karcinogénként” való besorolását és 1917 decemberéig engedélyezte használatát.

A transzgénikus szója termesztése számos országban jelentős fellendülést mutat. A GM-szója, GM-kukorica és GM-gyapot százalékos aránya a termények globális vetésterületében 2014-ben a következő volt: szója 82%, kukorica 30% és gyapot 68%. Figyelemre méltó az is, hogy a hagyományos (nem GM) szója vetőmagot előállító cégek száma jelentős csökkenést mutat (Shi et al., 2009). A szója európai importjával kapcsolatban különös tekintettel az európai takarmány piacra Popp et al. (2016a,b,c) közölt áttekintő adatokat. Magyarország évente kb. 550 ezer tonna szóját importál (kb. 450 ezer tonna extrahált szójadarát és 100 ezer tonna szójababot) főleg állatok takarmányozására és ennek a mennyiségnek 90%-a genetikailag módosított. Valkó (2014), Tikász és Varga (2016) szerint Magyarországon az állattalomány éves szójadara szükségletének alig 14%-át fedezik GMO-mentes szójadarával. Az importból származó szójadara 5%-a GMO-mentes és a hazai GMO-mentes szójabab 57%-a külföldre kerül, ezért a hazai takarmányozást GMO-mentes szójára nem lehet alapozni.

Gundel (2011) adatai szerint az EU-ban az importált szója és szójaliszt mennyisége kb. évi 35 millió tonna. Nem ismert, hogy a 2014. évi magyarországi szójatermés, amely kb. 40%-kal nagyobb volt, mint a 2013. évi és összességében 113,6 ezer tonna, enyhít-e a szójaimporton? Ez a kérdés azért is felvethető, mert egyes információk szerint a hazai GMO-mentes szója exportra kerül (Falusi és Falusi, 2014). A Közös Agrárpolitika (KAP) reformjának köszönhetően, a szója területalapú támogatása 2015-ben növekedett és feltehetően maga után vonta a kb. 40 ezer hektáros terület növekedését is. Magyarország területe (klimatikus és talajadottságai alapján) akár 300-400 ezer hektáron (más szakértők szerint 200 ezer hektár) is alkalmas szójatermesztésre, és a fajtaválaszték (64 fajta a fajtajegyzékben) is nagy. A közeljövő tervei szerint a 2011. évi 40 000 hektár, a 2013. évi 43 149 és a 2014. évi 42 800 hektár vetésterületet 100 ezer hektárra kell növelni, amely 250-300 ezer tonna szójabab előállítását tenné lehetővé (Kajdi, 2015). 2014-ben 309 millió tonna szójatermést takarítottak be a világban (átlagban 8%-kal többet, mint korábban). Egyes országokban 52%-kal (Oroszország), 38%-kal (Ukrajna), 29%-kal (Európai Unió), 17%-kal (India), 15%-kal (Kanada) növekedett a termés. A nagy szójatermelő országok a kereslet növekedésére és egyéb növények (például repce, napraforgó, földimogyoró, gyapot, pálmamag) feldolgozásának csökkenésére tekintettel növelik az exportpiacokon a szójadara mennyiségét, amelynek 80-90%-a genetikailag módosított: Argentína 28, Brazília 14,7, USA 11,5, Paraguay és India 3-3 millió tonna. A 2014. év végén a szójabab 380 USA dollárról 410-440 USA dollárra/tonna növekedett, majd csökkent (Tikász és Molnár, 2015).

4.10. A GM-vetőmag az élelmiszer- és takarmánybiztonságban

A 20. század végén és a 21. század elején igazi világverseny bontakozott ki a transzgenikus növényfajták elterjesztésében és főleg a piacok megszerzésében. Ebben a versenyben élen járnak a nagy vegyipari, biotechnológiai és vetőmag vállalatok, amelyek tőkekoncentrációja a vetőmagiparban és vetőmagpiacon igen jelentős bevételeket eredményez, és ennek következtében hatalmas összegeket képesek befektetni az alap kutatásokba, a GM-növények előállításába, a szabadalmaztatásba és a fajták elterjesztésére a világban. Ez az óriási versenyhelyzeti előny a géntechnológia minden lépésének (gének, módszerek, fajták) szabadalmaztatására is kiterjed és az egész világra érvényes, továbbá magába foglalja azt is, hogy hasonló GM-fajtát a szabadalom tulajdonosának engedélyezése nélkül előállítani nem szabad.

Sylvie Bonny (2014) a franciaországi Mezőgazdasági Kutatások Agronómiai Intézetének (*Institut National de la Recherche Agronomique, INRA, Grignon, France*) kutatóprofesszora „*Taking stock of the genetically modified seed sector worldwide: market, stakeholders and prices*” (A genetikailag módosított vetőmagszektor felmérése világszerte: piac, érdekelt felek és árak) címmel megjelentetett irodalmi összefoglaló (review) dolgozatában számos kutató munkájára hivatkozva megállapította, hogy „A biotechnológiai módszerekkel előállított növényfajták alkalmazása elengedhetetlen az élelmiszer-biztonság és a fenntartható mezőgazdaság megvalósításában.” Megemlítette azt is, hogy „...mások ezt hamis megoldásnak tartják, amelyet néhány cég hasznonszerzése érdekében szorgalmaz.” Utalt arra a koncentrációs tendenciára is, hogy az emberiség élelmezése (élelmiszerrel történő ellátása) néhány vetőmagtermelő cégtől függ, tekintettel arra, hogy a vetőmagellátás és az élelmiszer-ellátás szoros kapcsolatban van egymással. Jonathan Jones a *John Innes* Központ (Nagy-Britannia) *Sainsbury* Laboratóriumának professzora szerint az *Ecologist* 2011. augusztus 1. számának adott nyilatkozatában az mondta, hogy az lenne a legjobb, ha a magáncégek és a közszféra társulna. Példát említett arra, hogy a *John Innes* Központ a burgonya fitoftórának (*Phytophthora infestans*) ellenálló GM-burgonya (*Maris Piper* fajta) kifejlesztése során, ha egyezséget kötne a Badeni Anilin és Szódagyár (*Badische Anilin und Soda Fabrik, BASF*) német céggel, akkor a gazdák és a vásárlók körében is népszerű fajtára az angol szupermarketekben is nagyobb lenne a kereslet (Levitt, 2011).

Tekintettel arra, hogy egy GM-fajta kifejlesztése, engedélyezése több 100 millió amerikai dollárba kerül – amit a hazai intézmények nem tudnak kifizetni –, ezért magyar kutatásból, fejlesztésből származó vetőmag csak nemzetközi együttműködésben, innovációs partnerként valósulhat meg. Erre jó példa az 1990-es évek elején az MTA Szegedi Biológiai Kutató Központ és a Szegedi Gabonakutató Intézet munkatársai által kidolgozott, transzgenikus kukoricahibridek előállításába bevont német *Hoeschst* cég *Finale* nevű gyomirtó szerével szemben ellenállóvá tett növény, amelynek szabadalmaztatását a *Hoeschst* cég menedzselte, és amely a *Hoeschst Liberty Link* GM-kukoricahibrid-család szabadalmaztatásához vezetett. A hibridcsalád azóta is köztermesztésben van az USA-ban és Brazíliában, miközben licencét cégfúziók (*Hoechst, AgrEVO, Aventis* stb.) után 2001-ben a növényvédőszer- és vetőmag-ellátó csoport (*Bayer Crop Science, AG, Németország*) megvásárolta (Heszky, 2013d).

Az első glifozát-ammónium toleráns fajta a *LibertyLink*[®] repce volt, amely 1996-ban került az USA-ban és Kanadában köztermesztésbe. A repce után cukorrépából, kukoricából, gyapotból, rizsből és szójából állítottak elő *LibertyLink*[®] (LL) fajtákat. A történelmi hűséghez tartozik, hogy a 2000-es évek elején a Szegei Gabonatermesztési Kutató Kht.-ben LL-búza fajtákat állítottak elő, de a kereskedelmi célú kibocsátásához a Magyar Géntechnológiai Hatóság nem járult hozzá, sőt a fajtajelölteket és a szaporítóanyagokat is megsemmisítette (Heszky, 2013d).

Mint ismert a multinacionális cégek (*Monsanto, Pioneer, Syngenta, Bayer* stb.) a GM-növények előállítói, forgalmazói és a vetőmagipar kikerülhetetlen szereplői. Ennek hangsúlyozása azért különösen fontos, mert a napokban vált ismertté a német Bayer és a GM-vetőmagvakat és növényvédő szereket gyártó amerikai Monsanto óriáscégek összeolvadása, amely egyedülálló az iparág történetében. Az összeolvadás minden valószínűséggel nem jelent a cégek közötti versenyhelyzetet, ui. a Bayer főleg Európában és Ázsiában, a Monsanto pedig az USA-ban érdekelt. Valószínűsíthető azonban, hogy a Föld népessége a 21. század közepére eléri a 2,2-2,5 milliárdot és egyre nagyobb termőképességű növényeket és hatékonyabb növényvédő szereket igényel. Ez feltehetően áremelkedéssel jár együtt, ami növeli a gazdálkodók termelési költségeit. A fúziót ellenző, főleg környezetvédő csoportok tiltakozása tk. abban nyilvánul meg, hogy a vetőmag-kereskedelem, a globális élelmiszer-ellátás a multinacionális cégek kezében összpontosul, csökken a növényfajták száma, ami egyben a biodiverzitás csökkenését is jelentené. Nem kisebb az aggodalom a GM-növények elterjedésével kapcsolatban. Ha viszont a GM-növényekről egyre szélesebb körben bizonyítottá válik, hogy nagyobb termőképességűek és a károsítókkal szemben jobban ellenállóak (és ha ezeket a gazdák is megtapasztalják), akkor a GMO-szabályozást Európában is központi kérdésként kell kezelni, ha Európa növelni akarja befolyását a világ élelmiszer-termelésében. A Bayer és a Monsanto cégek fúziója a bolygó élelmiszer-termelését meghatározó (befolyásoló) agrárgazdaság kialakulását vetíti elő, amely az EU és Magyarország számára is kihívást jelent. Ezért kiemelkedően fontos szempont, hogy a hazai kutatás kapjon szerepet az új technológiák kidolgozásában és alkalmazásában, a termékek minősítésében, amely a Dudits (2016c) által javasolt „Nemzeti Géntechnológiai Kísérleti Telep” létrehozásával és működtetésével hozzájárulna a GM-növények tudományos igényességgel történő tanulmányozásához, a hazai élelmiszer-ellátáshoz és -biztonsághoz, amely az elkövetkezendő években a magyar agrárium versenyképességét is szolgálná a világban.

4.11. A GM-növények és a Transzatlanti Kereskedelmi és Befektetési Partnerség: előnyök, hátrányok

Mint ismert 2014. novemberében az Európai Parlament (EP) Környezetvédelmi és Közegészségügyi Bizottsága a GM-növények termesztésével kapcsolatos jogszabályt módosította. Ennek értelmében nem az Európai Bizottság (EB), hanem a tagállamok önállóan dönthetnek arról, hogy engedélyezik-e saját területükön a GM-növények termesztését. Magyarország álláspontja (nem kíván területén GM-növényt termesztetni és ilyen növényből élelmiszert előállítani) változatlan. Ezt az álláspontot

veszélyeztetik a transzatlanti szabadkereskedelmi tárgyalások, amelyben több mint 800 millió fogyasztó és a világ GDP-jének 40%-a (USA: 23%, EU: 17%) érintett.

Az Amerikai Egyesült Államok (USA) és az Európai Unió (EU) közötti 2013-óta tartó szabadkereskedelmi tárgyalások [Transzatlanti Kereskedelmi és Befektetési Partnerség (*Transatlantic Trade and Investment Partnership, TTIP*), valamint a Kanadával kötendő szabadkereskedelmi megállapodás (*CETA*) – ami tartalmilag semmiben sem tér el a TTIP-től, tekintettel arra, hogy Kanadában igen jelentős az amerikai nagyvállalatok jelenléte és ezek is kedvező feltételekkel léphetnének be az európai piacra – lehetőség a feltörekvő gazdaságok prosperitásának ellensúlyozására merült fel, de azt várják tőle, hogy az európai gazdaság 119 milliárd euróval, az amerikai pedig 95 milliárd euróval bővüljön, amely számos kihívást tartalmaz. A TTIP-től – amelyet egyesek a történelem legjelentősebb szabadkereskedelmi tárgyalásának neveznek, és amelyről majd az aláírás (ha lesz megállapodás) után 6-8 évvel 0,4-0,5%-os GDP növekedést várnak – az importvámok csökkentésével kívánják elérni a javak szabad áramlását korlátozó akadályok lebontását és mindkét fél számára érvényes törvények konvergenciáját (egymáshoz közelítését). Az elképzelés szerint az EU elismerné az USA élelmiszer-biztonsággal kapcsolatos szabályozását (noha az EU élelmiszer-biztonsági előírásai sokkal szigorúbbak) és kezdeményezné az EU és az USA törvényeinek hosszú távon történő lehető legnagyobb mértékű közeledését. Az EU tárgyalópartner hangsúlyozta, hogy a tagállamok biztonsági előírásait nem fenyegeti veszély, és a GM-élelmiszerekkel kapcsolatos európai szabályozás nem változik meg.

A tárgyaló felek között – még a 14. „zárt ajtók mögötti” Brüsszel-i 2016. júliusi tárgyalás után is – mély szakadék van. Az USA azt szeretné elérni, hogy a GM-növények termesztése engedélyezésre kerüljön az EU-ban (és Magyarországon) és ezzel a szabadkereskedelem korlátozása megszűnjön. Nem titkolt szándék az sem, hogy a GM-növények vetőmagja korlátozás nélkül kerülhessen az EU-ba, így Magyarországra is, amely mint ismert a Magyar Alaptörvényben foglaltakkal ellentétes. Ezzel kapcsolatban érdemes hivatkozni a magyar földművelésügyi miniszter 2016. április 12-14 közötti amerikai tárgyalására Michael T. Scuse agrár-miniszterhelyetttel (vö.: Tóth, 2016; Darvas, 2016). A magyar miniszter megerősítette, hogy a magyar kormány elkötelezetten GMO-mentes véleményen van és ez ellentétes az amerikai álláspontal, a GM-növények termesztésével, a szabad kereskedelmi megállapodásra a Transzatlanti Kereskedelmi és Befektetési Partnerségre tekintettel. Az amerikai miniszterhelyettes azzal érvelt, hogy a Magyarországra kerülő, évente mintegy 700 ezer tonna import-szója 70%-a genetikailag módosított – amely köztudottan ártalmatlan –, ezért nem indokolt a magyar termelők és fogyasztók tartózkodása a GM-növényekkel szemben. Az amerikai miniszterhelyettes utalt arra, hogy 2050-re a világ lakossága 9,7 milliárd fő lesz, az édesvíz-készletek és a megművelhető területek csökkennek, ezért szükség van olyan stressztűrő növényekre, amelyekkel csökkenteni lehet a növényvédőszer felhasználását. Ehhez azonban a fogyasztókat olyan „tudatos élelmiszer-fogyasztásra” kell tanítani, amelynek alapját a tudományosan megalapozott véleményeknek kell képezni. A magyar földművelésügyi miniszter arra az amerikai felvetésre, hogy az Amerikai Egyesült Államok fontosnak tartja a GM-növények termesztését és szeretné megkötni a TTIP megállapodást azt válaszolta: „ezt mi is szeretnénk”, ezért kért

amerikai GMO-vetőmag mintákat tanulmányozás céljából. Dudits Dénes akadémikus a magyar földművelésügyi miniszter „vetőmagminta” kérését „előremutató kezdeményezésnek” is tekintheti abban az esetben, ha egy olyan „Nemzeti Géntechnológiai Kísérleti Telep” létrehozása valósulna meg, ahol a GM-növényeket biztonságosan lehetne tanulmányozni, értékelni és államilag felügyelni. Ha ez megvalósulna és kiderülne, hogy vannak olyan GM-fajták, amelyek a magyar gazdák érdekeit szolgálnák, akkor a GM-növények hazai, jelenlegi tiltása is értelmét veszítené (vö.: Dudits 2016c).

Míkola István a Külgazdasági és Külügyminisztérium biztonságpolitikai és nemzetközi együttműködésért felelős államtitkára – aki részt vett a brüsszeli tanácskozáson – azt nyilatkozta, hogy Magyarország abban az esetben, ha érdekeit megfelelően tudja érvényesíteni, támogatja a transzatlanti szabadkereskedelmi tárgyalásokat, és kiáll az emberi élet és egészség, az állategészségügy és az állatjólét, a környezetet és az élelmiszer-biztonságot, valamint a fogyasztók érdekeit védő EU-jogszabályok mellett, de a GM-növényekre vonatkozó jelenlegi szabályozás nem képezheti alku tárgyát és a kereskedelmi megállapodás fellazítását.

A *TTIP* – amelynek célja az amerikai és európai gazdaság kapcsolatának elmélyítése – előtt feltétlen szükséges a nemzeti partnerszervezetek álláspontjának kialakítása. Erre legkorábban 2016. végén kerülhet sor, de egyes vélemények szerint még évek kellene, ui. a kellő átláthatóság hiányában a hazai különböző szervezetek között is véleménykülönbség van. A hazai vegyipar képviselői nyugtalanok a tengerentúli verseny miatt, a gyógyszeripar, a számítástechnikai cégek viszont támogatják a szabadkereskedelmi megállapodást, hasonlóan kifejezetten pozitívnak értékelik a megállapodást a hazai bankszektor, járműalkatrész ipar és a közúti fuvarozó vállalatok képviselői. A magyarországi mezőgazdasági termékek kereskedelmének liberalizációja, a beruházásvédelem, a pénzügyi szolgáltatások szabályozása, a tengeri és légi szállítások piacának megnyitása, a közbeszerzések és a földrajzi eredetmegjelölések oltalma mind-mind olyan kérdés, amelyre még hosszú tárgyalások várnak.

Jeronim Capaldo a Világfejlődés és Környezet Intézet (*Global Development and Environmental Institute, GDEI; University of Boston, Tufts, USA*) kutatója az egyetem 2014 októberi „A Transzatlanti Kereskedelmi és Befektetési Partnerség: Széthullás, munkanélküliség és instabilitás Európában” c. 14-03 sz. munkatanulmányában rámutatott arra, hogy a *TTIP*-tanulmányok nem nyújtanak megbízható alapot az irányelvekkel kapcsolatos döntésekhez, tekintettel arra, hogy egy nem megfelelő gazdasági modellre támaszkodnak. Ezért, egy olyan másik modellre van szükség, amely a gazdasági változásokra és szakpolitikai trendekre vonatkozó, valószínűbb hipotéziseken alapul. Az eddigi számítások szerint jelentős eltéréseket mutatnak az eddigi értékelektől: (1) A *TTIP* esetleges aláírása után 10 évvel nettó exportkiesés következne be, amely leginkább az észak-európai gazdaságokat sújtaná (*GDP* 2,7%-os csökkenés) és hatással lenne Franciaország (1,9%), Németország (1,1%) és az Egyesült Királyság (0,9%) *GDP*-csökkenésére is; (2) A *TTIP* nettó *GDP*-csökkenéshez vezetne a fenti országokat tekintve mintegy 0,5-0,2%-ban; (3) A *TTIP* a munkajövedelmek csökkenéséhez vezetne, amely kb. 5 500 € jövedelem-kiesést eredményezne munkavállalóként. Az észak-európai országok, az Egyesült Királyság és Németország munkavállalóit 4800-, 4200- és 3400 € csökkenés érné; (4) A *TTIP* munkahelyek megszűnésével járna,

amely az Európai Unión belül kb. 600 ezer munkahelyet jelentene. A munkahely megszűnés sorrendben az észak-európai országokat (223 ezer), Németországot (134 ezer), Franciaországot (130 ezer) és a dél-európai országokat (90 ezer) sújtaná; (5) A *TTIP* aláírása esetén a *GDP* bérhányada csökkenne, a munka- és tőkejövedelem aránya átrendeződne. A munkajövedelem 7%-a az Egyesült Királyságban, 8%-a Franciaországban és 4-4%-a Németországban és Észak-Európában válna profittá; (6) A *TTIP* a kormányzati bevételek csökkenéséhez vezetne, az államháztartási hiány növekedést mutatna; (7) A *TTIP* pénzügyi instabilitáshoz és az egyensúlyhiány növekedéséhez vezetne.

A munkatanulmány szerint a *TTIP*-elemzések nem nyújtanak megfelelő alapot a jelentős kereskedelmi reformokhoz és az EU számára a kereskedelmi volumen növelése nem fenntartható stratégia. A munkajövedelmek támogatására van szükség ahhoz, hogy az európai gazdasági növekedés bekövetkezzen.

A Magyar Parlament (MP) 2015. február 27-i vitanapján megállapodás született arról, hogy (1) A *TTIP* nem születhet meg az EU tagállamok kormányainak és parlamentjeinek hozzájárulása nélkül; (2) A *TTIP* Magyarországra nézve kedvezőtlen, mert kiszolgáltatottá válna az amerikai geopolitikai érdekeknek; (3) A multinacionális cégek perelhetnék Magyarországot a GM-mentesség miatt; (4) A közös piac rontja az EU versenyképességét. Náray-Szabó Gábor akadémikus, az MTA korábbi (1996-1999) főtítkárhelyettese, majd az Oktatási Minisztérium (OM) főosztályvezetője és helyettes államtitkára (2002-ig) egy vele készített interjúban (2015. március 6.) azt nyilatkozta, hogy nem lehet megmondani most, hogy Magyarország veszít-e, vagy nyer-e a megállapodás aláírásával. A GM-növényekkel kapcsolatos kérdések tagállami hatáskörben maradnak. Nagyobb problémát jelenthetnek viszont azok a bírósági ügyek, amelyek az elmaradt haszonért beperelhetnék az országot. A *TTIP* aláírásával az az egyik legnagyobb probléma, hogy egy cég és egy nemzetállam vitájában nem a helyi (sőt nem is egy európai) bíróság mondhatja ítéletet, hanem egy, az üzleti körökhöz közel lévő nemzetállamok feletti szervezet. Ez az ún. Beruházó Bírósági Rendszer (*Investor Court System, ICS*), amely egyértelműen a beruházó érdekeit védi és túlhatalmat biztosítana – ellentétes a nemzetállamok jogrendjével. Nemzetközi bíróság előtti függetlenségre volna szükség, de bírósági fellebbezésre nincs lehetőség, ui. az USA és az EU fölötti igazságszolgáltatás *de jure* nem létezik. A magyar kormány 2015. március 6-án kinyilvánította, hogy „olyan egyezményt nem támogat, amely gazdasági jogviták eldöntését kiemelné a magyar bírósági rendszerből, és valamilyen távoli bírósághoz helyezné át”. Csath (2016c) a *TTIP*-megállapodással kapcsolatban azt is problémaként említette meg, hogy veszélyeztetné a 2015. évi decemberi Párizs-i klímamegállapodást – amelynek fontos eleme a földgáz és olajalapú fosszilis energia-felhasználás arányának csökkentése a zöldenergia javára –, ui. az Amerikai Egyesült Államok a rendelkezésére álló palagázt Európában szeretné értékesíteni (eladni). További problémát jelent – a Beruházó Bírósági Rendszer (*Investor Court System, ICS*), amelyet Csath (2016c) „demokrácia” kérdésnek nevez, és aminek az a lényege, hogy a kormány nem védhetné meg választóit a profit-érdekekkel szemben, ha a külföldi cég profitkiesés címén kártérítést követelne – az Amerikai Egyesült Államok és Európa (lassú gazdasági növekedés, tartós munkanélküliség, magas államadósság, csökkenő világgazdaságban betöltött

szerep) gazdaságai közötti növekvő különbség, amely a TTIP-megállapodás aláírása esetén az EU gazdaságát előnytelen helyzetbe hozná.

Egyes környezet- és természetvédő szervezetek [például a Föld Barátai Amerikai Szervezet (*Friends of the Earth*), a Föld Barátai Európai Szervezet (*Friends of the Earth*), a Magyar Természetvédők Szövetsége, a Föld Barátai Magyarország, valamint a Magyar Biokultúra Szövetség képviselői rámutattak az esetleges megállapodás aláírásával kapcsolatos veszélyekre. Ezek között van a GM-élelmiszerek biztonsága, a biotechnológiai ipar tagállamok törvényeinek megváltoztatása nélkül is megvalósítható célkitűzése, a vetőmagvak tesztelésével kapcsolatos normák megváltoztatása, a növények GM-összetevőinek százalékban kifejezett növelése, a GM-növények vetőmagjának elterjedése stb. A környezetvédő szervezetek még azt is valószínűsítik, hogy a TTIP záradékokkal lehetővé tenné az amerikai nagyvállalatok (például *Monsanto*, *Philip Morris*) számára – akik a GM-növények (vetőmagvak) eladásában, valamint európai termesztésében érdekeltek –, hogy bepereljék azokat a nemzeti kormányokat, ha úgy látják, hogy „befektetéseik” (nyereségük) demokratikusan elfogadott döntés eredményeként sérül.

Tekintettel arra, hogy a Magyar Alkotmány tiltja területén a GM-növények termesztését és ilyen növényekből élelmiszer előállítását, ezért a TTIP-tárgyalások során számos kérdés (például a nemzeti kormányoknak van-e vétőjoga stb.) megtárgyalására lenne szükség. A TTIP az USA és az EU érdekeinek tisztázása nemcsak kül- és belpolitikai kérdés, hanem mindenekelőtt érdek- és értékalapú nemzetállami kérdés is, amelynek során a hosszú távú külpolitikai irányvonal finomhangolására is szükség van.

A megállapodás aláírását késleteti az is, hogy az EU szerint az amerikai élelmiszerbiztonsági szabályok és a gyakorlat is megengedőbb, mint az európaié. Az egyezmény aláírása igen jelentős konkurenciát jelentene a magyar gazdálkodóknak annak ellenére, hogy a hazai termékek a belföldi és a külföldi piacokon is versenyképesek, amelynek alapját az integrált növényvédelem biztosítja. Magyarország számára az agrárium, az élelmiszer-termelés stratégiai kérdés, ezért a Magyarországot képviselő tárgyaló partnerekre fontos feladatok várnak. A Magyar Országgyűlés 11/2016/VI. 17 sz. határozata szerint „...a Parlament jóváhagyása nélkül nem léphet életbe a Transzatlanti Kereskedelmi és Beruházási Partnerség” szerződése.

A 2016. júliusi brüsszeli tárgyalások után a német gazdasági miniszter Sigmar Gabriel szerint a tárgyalások „zsákutcába” kerültek. Valamivel enyhébben fogalmazott Frank-Walter Steinmeier német külügyminiszter, aki szerint „...még sok a tennivaló az Európai Unió és az Egyesült Államok között folyó transzatlanti kereskedelmi és beruházási partnerségi (TTIP) tárgyalásokon”. A tárgyalások kimenetelét illetően hasonlóan fogalmazott Francois Hollande francia államfő is. Angela Merkel német kancellár szerint „...kétségtelen vannak nézeteltérések” a felek között. Ezek a vélemények – másokkal egyetemben – arra mutatnak, hogy az EU és Washington közötti szabadkereskedelmi tárgyalások aláírására 2016-ban nincs remény, hacsak az EU nem akarja „alávetni magát az amerikaiaknak.”

A Kanadával kötendő szabadkereskedelmi megállapodást (CETA) csak hét évvel a tárgyalások megkezdése után sikerült 2016. október 30-án Donald Tusk (az Európai Tanács elnöke), Jean-Claude Juncker (a bizottság elnöke), Robert Fico (szlovák

kormányfő, soros elnök) és Justin Trudeau (Kanada miniszterelnöke) közreműködésével aláírni. A megállapodás elhúzódsában nagy szerepe volt Vallóniának. A valonok ui. a jogorvoslati mechanizmus miatt nem járultak hozzá a CETA aláírásához. A belga államberendezkedés értelmében a szövetségi kormány ui. csak az ország összes közösségének beleegyezésével írhatja alá a megállapodást, ez adott vétőjogot Vallóniának. Belgium francia nyelvű régiójának parlamentje – hasonlóan a magyar parlament egy-két ellenzéki pártjához – hosszú időn át ellenezte az aláírást, végül azonban megállapodás született az aláírás feltételeiről, amelyet az Európai Tanács székháza előtti demonstráció kísért, annak ellenére, hogy az európai csúcsvezetők véleménye szerint a megállapodás hatékonyabbá teszi (a vámok megszűnésével) az együttműködést és segíti az európai cégek hozzáférését a kanadai állami beruházásokhoz, közbeszerzésekhez és a befektetési piacokhoz. Nem szabad azonban elfeledkezni arról, hogy az aláírás veszélyeket is hordoz magában. A CETA aláírása után nem csak új piacok nyílnak meg, hanem a már megvévő piacokon új vetélytársak is megjelennek. Hazai nagytekintélyű közgazdászok szerint a magyar gazdasági érdekek védelme, a protekcionizmus lekerült a napirendről, és ezzel főleg két gazdasági ágazat vált sebezhetővé. A kanadai mezőgazdasági termékek elfojtják a magyar agráriumot, a szegényebb magyar piac ui. nem fogja eltartani a jobb minőségű, de drágább terméket előállító hazai termelőket.

4.12. Kilátások

A növény-, az állat-, a humán orvosi-, a gyógyszerészeti tudományokra, valamint az iparban felhasználható kutatási eredményekre a jövőben igen fontos feladatok várnak. A fenntarthatóság és a fejlődés összhangjának megteremtése mellett olyan újabb és újabb tudományosan megalapozott ismertekre van szükség, amelyek a mennyiségi és minőségi termelés mellett az élelmiszer-biztonságot, a takarmány-biztonságot, a környezet védelmét és az emberi- és állati egészséget szolgálják.

A Gazdasági, Együttműködési és Fejlesztési Szervezet (*Organization for Economic Cooperation and Development, OECD*) biotechnológiával kapcsolatos kijelentésének: „A biotechnológia a tudomány és a technológia alkalmazása élő szervezeteken, azok részein, termékein vagy modelljein azzal a céllal, hogy megváltoztassunk élő, vagy élettelen anyagokat, tudás, termékek, vagy szolgáltatások létrehozásáért” fontos szerepe van a modern gondolkodás megvalósításában és a fejlődésben.

A hazai és a nemzetközi együttműködésen alapuló élelmiszerlánc-, és takarmánylánc-biztonság olyan globális hálózat, mely működésének alapvető célja az agroökológiailag nemesített növények, a biotechnológiailag előállított ún. GM-növények, az élelmiszereket és takarmányokat javító adalékanyagok (*food improvement agent*), mind pedig a kémiai-, biológiai és biotechnológiai úton előállított gyógyszer-alapanyagok, gyógyszermolekulák, gyógyászati alapanyagok, monoklonális antitestek (immunoglobulin), ehető vakcinák (például kolera ellen immunitást biztosító fehérje), mint „termékek”, garantált, kiváló minőségének, egészségvédő-, vagy egészség-helyreállító (gyógyító, terápiikus) hatásának biztosítása, valamint ezen „termékek” előállításában, kereskedelmében és felhasználásában felelős szerepet tanúsító

vállalkozások, hatóságok, oktatási-kutatási intézmények, politikai és civil szervezetek és nem utolsósorban a közvéleményt (lakosságot) tájékoztató média felelősségteljes, hiteles szereplésének elősegítése. Nem kevésbé fontos nemzeti érdek, hogy az USA és az EU közötti szabadkereskedelmi tárgyalás (*TTIP*) –a történelem eddigi legjelentősebb szabadkereskedelmi tárgyalása –, amely egyesek szerint Magyarország jövője szempontjából is meghatározó, támaszkodjon a tudományosan megalapozott ismeretekre, nemzeti érdekekre és értékmegőrzésre, amelyek az emberiség haladását és igazságos együttműködését szolgálják.

A tudomány eredményeinek és a bizonyítékokon alapuló egészségügyi rendszerek megismertetésének fontos szerepe van a még mindig, sporadikusan tapasztalható információs asszimetria (szubjektív, laikusok részéről tapasztalható, bizonyítékokkal nem alátámasztott érvrendszer) megváltoztatásában a szimmetrikus információ elérésében. Ebben fontos szerepe van egy olyan tudáshálózat kialakításának, amelyben az agrár-, kertészeti, és élelmiszer-tudományi képzés, a növényvédelmi (növényorvosi) képzés, a humán egészségügyi-, a gyógyszerész, az állatorvos-tudományi, az egészségügyi szakasszisztens, az élelmiszerlánc-felügyeleti szakember képzés komplex szemléleten alapuló, összehangolt munkája nélkülözhetetlen. A modern oktatás-kutatás, az élelmiszerlánc-biztonság, multidiszciplináris-tudástranszfer, a hatékony élelmiszerlánc- és takarmánylánc felügyeleti intézményrendszer, valamint az emberek, a társadalom magas fokú tudatossága és felelőssége biztosíthatja a 21. század emberének egészségét, védelmét és biztonságos jövőjét és jólétét.

VI. Energia

„Ne legyen kétségünk: a bioüzemanyag-ipar
nemcsak gazdaságilag nem éri meg.
A bolygónknak is rossz.”²²

1. Fosszilis energiahordozók

Az energia leegyszerűsített története az ember egykori izomerejétől (emberi erőforrás) az állati izomereőre, az állati izomereőről a vízre, a vízről a szélre, majd a fosszilis energiahordozókon és az atomenergián alapuló nukleáris energia felhasználásában foglalható össze röviden. A 19. század derekától a domináns klaszter (technika, szervezeti és társadalmi újítások) a szenet, a vasat, az acélt és a vasutakat fogta össze, miközben az ipar a gyárkéményeivel együtt a városokban összpontosult, amelyeket McNeill (2011) „koxvárosi klaszternek” nevezett el. Ebben a történetben legnagyobb szerepet az ipari forradalmat lehetővé tevő kőszén biztosította, amely ellátta a malmokat, a kohókat, a mozdonyokat stb. Az 1800-as évek végén Nagy-Britannia gőzgépeinek teljesítménye 6 millió ló, vagy 40 millió ember teljesítményének felelt meg. A 19. század második felében a kőszénnek volt köszönhető az elektromos áram prosperitása is. Ridley (2012) szerint a kőszén például annyi energiát jelentett Nagy-Britanniának, mintha 15 millió ha – csaknem Skócia területű – erdőt égettek volna el. A 19. századi brit csodát a fosszilis energiahordozó teremtette meg, amely lehetővé tette a 20. század emberének, hogy a felhasznált energia 85%-át fosszilis eredetű anyagból állítsa elő. A legtöbb szenet még ma is elektromos áram előállítására használják fel.

A 20. században (1930-ban) a szén helyett az olaj, majd az új energiaforrások, az új gépek, és az új ipari kapcsolatok jelentettek egyre több ember számára egyre nagyobb hatalmat, tekintettel arra, hogy az energia, a technológia és a gazdasági rendszerek egyre jobban összefonódtak. Az 1940-es évektől uralkodóvá vált, és az 1990-es évekig domináns klasztert jelentett az amerikai gépgyártás Detroit-i központja, amelyet *Motown*nak, vagyis motorvárosnak („motorvárosi klaszternek”) nevezték el (McNeill, 2011). Nagyvállalatok szervezték egységbe, alapját pedig a szerelő szalagok, a kőolaj, az elektromosság, a gépjárművek, a vegyszerek, a műanyagok és a műtrágyák jelentették. Ezek a „klaszterek” a gazdaságban, a társadalomban és a környezetben jelentős, de nem egyforma mértékben éreztették hatásukat. Az ökológiai hatások voltak a legjelentősebbek, amelyeket a „géptől függő” és a különböző technológiák következményei váltották a ki a 20. században.

²²Bryce, R.: Gusher of Lies. Perseus Books (2008).

Az 1980-as években a világ figyelme a globális népességnövekedés gyorsulásának, az emberi igények fokozódásának és a fosszilis energiahordozók (szén, szénhidrogének, nyersolaj, földgáz) kimerüléseinek összefüggéseire mutatott rá (Szarka, 2010; Vida, 2012). Nagy globális kihívást jelentett a földfelszín alatti vizek fogyása, a talajok degradációja, a klímaváltozás és a Föld lélekszámának növekedésével együtt járó élelmezési, egészségügyi és energetikai problémák. Richard E. Smalley (1943-2005), Robert Curl amerikai és Harold W. Kroto angol tudóssal együtt elnyert Nobel-díjas (1969-ben) amerikai kémikus, a *Rice University* (Houston, Texas) professzora egyik munkájában összeállított egy rangsort, amely a 10 legfontosabb globális kihívást jelenti az emberiség számára (vö.: Smalley, 2003). Ebben a rangsorban az energiaellátás, a vízellátás és az élelmiszerellátás van az első három helyen, de olyanok is megtalálhatók az első tízben, mint például a szegénység és a túlnépesedés, a betegségek stb. Nováky és Tóth (2012) szerkesztésében megjelent könyvben az olvasható, hogy a világ globalista, feminista, individualista, urbanizált, IT (internet)-függő, öregedő, magányosodó, vérszegény (főleg Afrikában a természetes vérpótlás fertőzöttsége miatt), energiaszegény, kriminalizált és korrupt.

Kétségtelen tény, hogy a növekedő világnépesség exponenciális felhasználást igényel, amely például az olajkészlet fokozatos kimerülésével – az ún. olajcsúcs (*peak oil*) elérésével – tovább nem fokozható (Popp, 2013). Természetesen nem a teljes kimerülésről van szó, hanem a kitermelt mennyiség csúcsának eléréséről, amely után már nem fokozható tovább az évente kitermelhető mennyiség; egy bizonyos állandó szinten marad, majd azt követően csökkenni kezd, amely már problémát jelent a világ-gazdaságban és árnövekedést idéz elő. Egyes adatok szerint a jelenlegi olajkészletek 40 évig, a földgáz 70 évig, a kőszén 200 évig, a hasadó anyagok (eddiggi technológiával) 80 évig, új eljárásokkal több ezer évig is elegendőek. Az USA olajtermelése 1971 óta csökkenő tendenciát mutat és már 2007-re elveszítette kapacitásának kétharmad részét, ami megfelel évi 3%-os gazdasági csökkenésnek és 2030-ra már 30%-os csökkenés várható. Paul Chefurka kanadai jövőkutató – a közfelfogással szemben – azt állítja, hogy az emberiség lélekszáma 2100-ra egy milliárd fő alá esik, amelynek oka az energiaforrások kimerülése lesz. Véleménye szerint a megújuló energiák exponenciális elterjedése és az új technológiák ipari alkalmazása nem reális elképzelés (Fáy, 2012; cit.in: Nováky és Tóth, 2012).

A Világbank előrejelzése szerint a 21. század első évtizedeiben a gépjárművek száma 1 milliárd fölé emelkedik, és ha nem áll be gyors változás az új üzemanyag-technológiák használatában, akkor a környezeti problémák sokasodása mellett az üzemanyag-fogyasztás tekintetében is súlyos helyzet áll elő, amely felveti a növekvő olajárak mellett az energiabiztonság kérdését is. Mint ismert, a világ nyersolajtermelése 2006-ban érte el maximumát (70 millió hordó/nap), azóta ez alatt stagnál. Tehát a „fele elfogyott”, amint ezt Leggett (2008) „A fele elfogyott. Olaj, gáz, forró levegő és a globális energiaválság” (Typotex Kiadó, Budapest) című, könyvében leírta. A nyersolaj ára 20 USA-dollár volt az 1900-as évek végén és 2008-ban elérte a 147 dollárt, amely hozzájárult a gazdasági válság kirobbanásához. A 2016. évi olajár csökkenés (júniusban 51, augusztusban 40, novemberben 45,87 dollár/hordó volt). A kereslet lanygulása és a magas raktárkészletek miatt következett be. Korábban az élelmiszerek

megtermelése, a mezőgazdasági géppark üzemeltetése (talajművelő-, növényápoló-, betakarító-, feldolgozó- és szállító gépek), a növényvédő szerek, a műtrágyák igen energiaigényes előállítása, vagy a szintén energiaigényes csomagoló- és műanyagokat előállító ipar az olcsó kőolajra támaszkodott.

A legújabb bejelentés szerint (2016. november 18.) Dohában az Olajexportáló Országok Szervezetének (*Organization of Petroleum Exporting Countries*) számos országa (pl. Szaúd-Arábia, Algéria, Irán, Kuvait, Libia, Venezuela, Bahrein, Egyesült Arab Emírségek, Katar és Nigéria), valamint a szervezeten kívüli Oroszország egyeztetett a termelés csökkentéséről; ennek a megállapodásnak az aláírására 2016. november 30-án Bécsben kerül sor. A kitermelés csökkentése ellenére a kőolaj ára az előrejelzések miatt nem változik, tekintettel arra, hogy magasak az olajtartalékok, és az energiahozdozó iránti kereslet csökkent (vö.: Illés 2016a).

2. Megújuló energiaforrások

Az új, megújuló energiaforrások keresésére történő törekvést az egyre csökkenő mennyiségű energia és az egyre növekvő energiaárak tették szükségessé. A világ energiafogyasztása 2030-ig várhatóan évente 2%-kal növekszik. Pongrácz (2014a) „Száguldva és cammogva” c. dolgozatában rámutatott arra, hogy az Európai Unió 2011-ben a teljes energiafelhasználás 13,1%-a származott megújuló energiából, és 2012-ben ez az arány már 14,4% volt. Az EU-tagállamok fele azonban az EU-s átlag alatt van. Magyarország 9,8%-kal a 19. helyet foglalta el. Magyarországon a „Megújuló energia-hasznosítási cselekvési terv” szerint a 2006. évi 9,3%-ról, a 2011. évi 9,8%-ról 2020-ra 14,65%-ra kell emelni a megújuló energia részesedését a teljes energia termelésből. A korábban elsősorban fára korlátozódó biomassa (vö.: Láng, 1985) mellett újabban élelmiszer- és energianövényeket, az ipar és a mezőgazdaság melléktermékeit, valamint az emberi tevékenység szerves hulladékait használják fel, amelyek az előrejelzések szerint 2050-re 25-30%-kal járulnak hozzá a globális energiaellátáshoz. Lukács (1989, 2007a,b, 2009) a biomassa kifejezést a zöldenergia szinonimájának tekinti, és alatta minden olyan energiahordozóból előállított energiát ért, amelynek alapja a növényi fotoszintézis során előállított fa, vagy lágyszárú növény. A bioüzemanyag-előállítás azonban jelenleg számos problémával terhelt.

Az első (I.) generációs technológia, főleg élelmiszernövényekből [bioetanol előállításánál a nagy keményítő- és cukortartalmú kukorica és cukornád, a biodízelgyártásban pedig az olajnövényekből (repce, szója)] állít elő bioüzemanyagot. 2012-ben a bioetanol (magas cukor- és keményítőtartalmú növények erjesztésével, majd a fermentum bepárlásával nyert, kb. 100%-os töménységű alkohol) – amely az első generációs bioüzemanyag-termelés mintegy 80%-át jelenti – a világ cukornádtermelésének 22%-a, a melasz 24%-a, a kukoricatermés 8%-a, a globális búzatermés 1,5%-a és a cukorrépatermés 3%-a volt. A biodízel (olajnövényekből, valamint növényi és állati eredetű sűtőzsiradékokból át-észterezéssel készített üzemanyag) előállítására felhasználásra került a globális repcetermés 25,7%-a, a szójatermés 14,5%-a, a napraforgó 0,4%-a és a pálmaolaj 7,8%-a (Jobbágy, 2013). Az energetikai függetlenedés iránti igény

azt eredményezte, hogy a 2006-ban előállított 39,19 milliárd liter bioetanol és az 5 760 ezer tonna biodízel-előállítás 2012-ben 86 milliárd literre (bioetanol), illetve 18 500 ezer tonnára (biodízel) növekedett.

Ismert, hogy az USA teljes kukoricaterméséből előállítható 133 milliárd liter etanol 17%-kal, a világ összes kukoricája pedig 40%-kal csökkentené a benzin felhasználását (Makay, 2008). Ennek ellenére az USA korlátozza a kukorica felhasználását az etanoltermelésben, hogy ne veszélyeztesse az élelmiszer- és takarmányipar nyersanyagellátását (Popp et al., 2011; Popp, 2013). Magyarországon 2020-ig 10%-os bioüzemanyag-felhasználás miatt 110-120 ezer hektár kukorica és 300-350 ezer hektár repce- és napraforgó-területre van (lenne) szükség. Megjósolhatatlan, hogy a mai olajfüggőség helyett nem következne-e be élelmiszer- (és takarmány) függőség (Popp, 2008). Az energianövények nagyarányú termesztése minden valószínűséggel növelné az élelmiszer- és takarmánynövények árát is. Ismert az is, hogy a bioüzemanyaggyártás mesterséges fokozása monokultúrák termelésére ösztönzi a gazdálkodókat, ami környezetvédelmi és növényvédelmi szempontból további problémákat jelent. Balázs (2011) rámutatott arra, hogy a zöldenergia támogatási rendszer aggasztónak tekinthető. Ez azzal járna, hogy az élelmiszertermelésre kiválóan alkalmas talajokat biomassza termelésre használnák fel. Ez pedig nemcsak az élelmiszerárak emelkedéséhez vezetne, hanem jelentős támogatást vonna el az agrárágazattól. Az EU mezőgazdasági minisztereinek 2008. január végi értekezletén elhangzott, hogy fontos feladat a bioüzemanyag-termelés környezetvédelmi hatásait és a megvalósíthatóság ökonómiai kérdéseit is megvizsgálni, tekintettel arra, hogy a termelés 20-30 szorosára növekedett és több mint 3,6 millió hektár termőföldre terjedt ki (Farkas et al., 2008). Az EU-ban 2030-ig tervezett 25%-os bioüzemanyag-felhasználás 65 millió hektár termőföld szükségletet igényel, ami 60%-a az EU-tagállamok összes szántóföldi területének. Ez a helyzet a kérdés újragondolását igényli (Horn, 2008a,b). Az EU-ban 2015-ben életbe lépett az az új szabályozás, miszerint korlátozzák az élelmiszernövényekből (gabona, cukorrépa, olajnövények) előállított bioüzemanyag mennyiségét (maximum 7%-os bekeverés a határ).

Mint ismert, a növekvő olajárak ellenére, az olaj helyettesítésére a jó megoldást még nem sikerült megtalálni. A cukornád kivételével a növényi anyagok bioetanolá, biodízellel alakításának perspektívái kétségesek, mivel energetikai szempontból értelmetlen a termelés, és csak anyagi támogatással válik kifizetődővé (Vida, 2012).

Felvethető az a kérdés is, hogy etikus-e energianövényeket termelni a fejlődő országokban (a termelési költségek alacsony volta miatt) addig, amíg a világban közel 1 milliárd ember éhezik és 9 millió ember hal meg évente éhínség és alultápláltság miatt. Jean Ziegler az ENSZ különleges élelmiszerügyi jogi jelentéstevője a bioetanol-gyártást „az emberiség elleni bűnténynek” nevezi, tekintettel arra, hogy a gabona nagy mennyiségben energetikai célokra történő felhasználása miatt drágultak az élelmiszerek, ami a világ több pontján élelmiszeri válságot idézett elő. Az EU által 2007 nyarán kiadott, klímaváltozási adaptációval foglalkozó Zöld könyv („Green Book”) aggályokat fogalmazott meg azzal kapcsolatban, hogy a biomassza alapú energiatermelés potenciális veszélyt jelent a világ élelmiszerére. Jobbágy (2013) szerint viszont a bioüzemanyagok nem veszélyeztetik az élelmiszerellátást sem alapanyag-szükségleti, sem gazdasági

(árnövekedés) szempontból, munkahelyteremtő hatásuk viszont kifejezetten előnyös; egy millió liter biodízel-termelőkapacitás létesítése 4 új/megőrzött munkahelyet jelent. 2020-ra a termékpálya szereplői várhatóan 926 ember megélhetését fogják biztosítani. Nem hagyhatók figyelmen kívül viszont azok az egyéb hátrányok sem, amelyek a bioetanollal kapcsolatosak. Ilyen például a környezetszennyezés, amely a nagy mennyiségű fosszilis energiahordozó felhasználása miatt következik be és növeli az üvegházhatást. Crutzen et al. (2007) rámutatott arra, hogy az energianövények nitrogén műtrágyázása – ami a hozam szempontjából elengedhetetlen – növeli a légkörbe kerülő dinitrogén-oxid (N_2O) mennyiségét, ami szerepet játszik a globális felmelegedésben és mértéke felülmúja azt a szén-dioxid (CO_2) mennyiségét, ami a bioüzemanyag felhasználásával megtakarítható lenne.

Az újabb generációs, ún. cellulózalapú technológia (II. generációs technológia) – amely magas cellulóztartalmú mezőgazdasági és erdészeti melléktermékeket, energetikai, biztonságosan természetű faültvényeket (például nemesnyár, fűz- és akácfa) (vö.: Borovics, 2014), valamint hulladékot használ fel – piaci bevezetéséig (amely csak 2020 után várható) a bioüzemanyag-termelés növelése továbbra is az élelmiszer-növények felhasználásával történik, ami a jelenlegi probléma fennmaradását jelenti (Popp, 2013, 2014). A II. generációs technológia az I. generációs technológia kudarcának beismerését is jelenti, amelynek egyik fő oka az, hogy az élelmiszer-növényekre alapozott technológia költségei (talaj-előkészítés, vetés, műtrágyázás, aratás, betakarítás, alapanyag elszállítása a feldolgozó üzembe stb.) többé kerülnek, mint a kőolaj és a földgáz kitermelése. A jelenlegi problémát fokozza az is, hogy a bioüzemanyag-gyártás csak állami támogatással lehet versenyképes, e tekintetben pedig fontos kérdés a hatékonysági, környezeti és etikai szempontok figyelembe vétele is (Balázs, 2011; Popp, 2013). A cellulóz alapú nyersanyag ugyan jelenleg még sokkal olcsóbb, de azt is figyelembe kell venni, hogy a cellulóz lebontásához szükséges enzimek igen magas ára miatt az etanollá történő átalakítás sokkal drágább, mint kukorica esetében. Ismert tény továbbá, hogy a biomassza-termelés helyszükséglete miatt az élelmiszer-termeléstől vesz el helyet, intenzív tápanyag- és növényvédőszer-szükséglettel jár, csökkenti a biodiverzitást, talajdegradációt okoz és nem gazdaságos, tekintettel arra, hogy a kinyert energia haszna alig több a befektetésnél.

Figyelemre méltó a Debreceni Egyetem *Plantbiogen*-programja, amely négy évelő biomassza növénycsoportba [1. Évelő rizómás energianád-fajok (*Arundo donax*, *Miscanthus x giganteus*); 2. Évelő félcserje energiamályvák (*Althaea cannabina*, *Kitaibela vitifolia*, *Kitaibela x kovatsii*, *Sida hermaphrodita*); 3. Rövid vágásfordulójú fás energianövények (*Acer negundo*, *Ulmus pumila*, *Salix viminalis*, *Paulownia tomentosa*); 4. Évelő lágyszárú energianövények (*Helianthus tuberosus*, *Silphium perfoliatum*, *Fallopia multiflora*)] tartozó növényekkel folytat produkciós biológiai vizsgálatokat, amelynek eredményei felhasználhatók a biotechnológiával segített nemesítés során (Fári et al., 2014). Mint ismert, az élelmiszertermelésre nem alkalmas, marginális területeken termesztett évelő, szárazságtűrő, allergén pollent nem termelő, invazív-mentes, öntözést nem igénylő, gyomirtó szer használatát nélkülöző, károsítókkal szemben ellenálló, jó szén-dioxid-megkötő (talajban és a föld feletti részekben is) képességű növények az új *in vitro* szaporítási módszerekkel, molekuláris genetikai technikákkal, a holisztikus és

új nemesítési módszerek integrált alkalmazásával, új generációs bioenergia ipari fajok és fajták előállításával új fejezetet nyithat a bioipar számára (Lusser et al., 2012; Popp et al., 2014; Fári et al., 2014). Figyelemre méltóak azok a hazai kutatási eredmények, amelyek energiafűzből (*Salix viminalis* var. *Energo*) poliploid változatok előállítására terjedtek ki (Dudits et al., 2016). A *Poli Plusz* (PP) fűznövények a biomassza tömegnövelésre és a kedvezőtlen klímahatások ellensúlyozására is alkalmasak. Az így előállított növények gyorsabban növekedtek, nagyobb biomasszát produkáltak. Hasonló eredményeket értek el géntechnológiával nemesített nyárfák esetében is amelyekkel növelehtő volt a bioetanol-gyártás hatékonysága is (vö.: Dudits, 2016a).

Matt Ridley (2012) angol etológus „A józan optimista, a jólét evolúciója” (Akadémiai Kiadó, Budapest) c. könyvben azt írta, hogy „Ne legyen kétségünk: a bioüzemanyag-ipar nemcsak gazdaságilag nem éri meg. A bolygónknak is rossz.” Felhívta a figyelmet azonban arra, hogy az I. generációs bioüzemanyagok első nemzedéke (cukornád, kukorica, repce stb.) után olyan növények is szóba jöhetnek bioüzemanyagok előállítására (III. generációs technológia), amelyek ökológiai lábnyoma kisebb. Példaként megemlítette a trópusi, kevesebb vízfelhasználást igénylő cukorrépát (Fam.: Chenopodiaceae, *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* var. *altissima*). Achten et al. (2007, 2008) véleménye szerint a tápanyagokban szegény talajokon is jól termő *Jatropha* (Fam.: Euphorbiaceae, *Jatropha curcas*) növények is alkalmasak bioüzemanyag előállítására és esélyt lát a vízben élő algák – amelyeket értelemszerűen még öntözni sem kell – ilyen célú felhasználására.

Dinya (2010) véleménye szerint a biomassza-ellátottság tekintetében Magyarország – ellentétben a közvélekedéssel – nem nagyhatalom, és a hazai energiaigény biomassza-alapú energiával történő lefedése pedig megalapozatlan illúzió. Irracionalitás a fosszilis erőművek átalakítása is biomassza tüzelésre (például a Mátrai Erőmű széntüzelésének kiváltásához 120 km átmérőjű körnek megfelelő területen kellene energiaerdőt telepíteni), tekintettel arra, hogy a szén és biomassza együttes égetésének hatásfoka alig 30%-os. Nem kevésbé figyelembe veendő szempont az is, hogy a nagy hozamú biomassza-termelés kemikáliákkal történő fokozása a környezet szennyezéséhez és a talajok degradációjához vezetne.

Heinberg (2011) adatai szerint a megújuló energiaforrások kb. 0,5%-os részesedése nem versenyképes a 87,1%-ot adó nem megújuló energiaforrások leváltására. Ennek ellenére azt látni, hogy a nap-, a szél-, a víz- és a geotermikus energiával kapcsolatos kutatások és beruházások újabban finanszírozási versenyt élveznek és hatással lehetnek a II. és III. generációs bioüzemanyag-technológia alakulására is (Popp, 2013).

Az Európai Unió (EU) energiapolitikájában fontos szerepe van a megújuló energiaforrásoknak, amelyek a fenntarthatóság, az ellátásbiztonság és a versenyképesség fokozásával hosszabb távon biztosíthatják az alacsonyabb energiaárakat, az energiatakarékosságot, a szektor innovációs lehetőségeit, a munkahelyteremtést. Dombi (2013) szerint ezek megteremtése esélyt adhat az „új ipari forradalomnak.” Az EU egyes tagországaiban a hasznosíthatóság tekintetében igen jelentős eltérések vannak. Az ausztriai és a svédországi 25%-os arányt figyelembe véve Magyarországon csupán 5%-ra tehető a hasznosítási arány. Vajda (2004) szerint a hazai megújuló energiafajták közül a tűzifának 78,7, a geotermikus energiának 7,9, a biomasszának

5,5, a vízi energiának 4,8, a háztartási szemétnak 2,1, a biogáznak és a napenergiának 0,5-0,5%-os szerepe van. Dombi (2013) szerint a villamos energia előállítása terén a megújuló energiaforrásokra alapozott technológiák közül a biogázüzemek, a szél-erőművek és a vízerőművek; a hőellátás szempontjából pedig a biomassa CHP és a geotermikus távfűtés a legkedvezőbb. Fenntarthatósági szempontból azonban a legelőnyösebb a szélenergia és vízenergia, ezért ezek hasznosítására kell elsősorban törekedni.

A Magyar Energetikai Hivatal (MEH) szerint 2012-ben a villamosenergia-rendszer erőműveinek energiahordozó felhasználása a következő volt: atomerőmű 46%, szénhidrogén 26,4%, szénerőmű 19,8%, biomassa, biogáz, egyéb megújuló 5%, szél-erőmű 2,2% és vízerőmű 0,6%.

2.1. Napenergia

Az utóbbi években a napenergia hasznosítása iránti érdeklődés megnövekedett. A napenergia felhasználása ugyan fenntartható, elvileg lehetővé tenné a fosszilis és nukleáris energiaforrások kiváltását, de a napenergia befogadásához igen jelentős infrastruktúra kiépítésére lenne szükség. A napenergiára alapozott technológia tökeigénye igen magas, 1 kW teljesítményre vonatkoztatva a napelemes megoldás fajlagos igénye több mint háromszorosa a földgáztüzelésnek. Napenergia-hasznosítás szempontjából az évi 1 900-2 200 órás napsütés Magyarországot az európai összehasonlításban a kedvező országok közé sorolhatjuk, annak ellenére, hogy szezonálisan (téli és nyári napsugárzás) nagy különbségek vannak (Farkas, 2010). A napenergia leggazdaságosabban meleg víz előállítására alkalmas és éves átlagban 30-50%-os hatásfokkal hasznosítja a napenergiát (a követelményeknek megfelelő napkollektorok esetében), de a legnagyobb sugárzási időszakban a hatásfok elérheti a 90%-ot is. 2010 és 2020 között Magyarországon a napkollektorokkal történő napenergia hasznosításra alkalmas felület kb. 32 millió m² (Farkas, 2010). A napelemes panelek (szoláris farmok) építésével kapcsolatban optimista vélemények láttak napvilágot, mivel a napelemes áramtermelés kétévenként megkettőződik és kb. 20 év múlva elérhető a világ mai energiafelhasználásának szintje. Ezzel a véleménnyel kapcsolatban azonban mások óvatosságra intenek (Vida, 2012).

A napenergia részesedése a mezőgazdaságban az erdő- és vízgazdálkodásban a nemzetgazdaság energiafelhasználásának kb. 4%-a. Az üvegházak, épületek fűtésére és a termények szárítására felhasznált energiaigény 35-40%-a az összes mezőgazdasági energiaigénynek (Farkas, 2010).

A napelemek egyre fontosabb szerepet játszanak az épületek energiaellátásában. Az Egyesült Királyságban (London) található *The Chrystal* nevű magasház villamos energia ellátását például napelemekkel biztosítják. Olaszországban a *Watly*-víztisztító gép – amely a világ legnagyobb víztisztító számítógépe – H-alakú 40 méter hosszúságú, félköríves építményének tetején elhelyezett napelemek és napkollektorok biztosítják az elektromos- és hőenergiát, valamint az akkumulátorokban tárolt energia más berendezések (például mobiltelefonok) töltésére is alkalmas.

A Magyar Tudományos Akadémia öt osztálya (Műszaki-, Agrártudományok-, Kémiai-, Föld- tudományok, és Fizikai Tudományok Osztálya) és a Környezettudományi Elnöki Bizottság (KÖTEB) 2016. június. 16-án „A napenergia hasznosításának helyzete és perspektívái” c. témakörben rendezett ankéton elhangzott előadások áttekintették a napenergia hasznosításával kapcsolatos hazai és a nemzetközi helyzetet, az aktív- és passzív hőhasznosítás kérdéseit, környezeti és társadalmi hatásait.

Igen jelentős technikai áttörést jelentett a napenergiát felhasználó, tárolt elektromos energia által hajtott 2,3 tonnás *Solar Impulse 2* napelemes repülőgép, amelyet négy elektromotort hajtó 17 ezer napelem működtet, és amely a világon üzemanyag nélkül elsőként, napenergia felhasználásával 42 ezer kilométer megtételével átrepülte az Atlanti-óceánt. A *Solar Impulse 2* nemcsak a napenergia felhasználásának fontosságára, hanem a pilóta nélküli repülőgépek fejlesztési lehetőségére, az innovációra is mutat. Érdemes talán azt is megemlíteni, hogy az USA Nemzeti Repülési és Űrkutatási Hatóság (*National Aeronautics and Space Administration, NASA*) „*NASA Juno*” nevű űrszondáját – amely 74 kilométer / másodperc sebességgel, 2,8 milliárd kilométer hosszú út után megérkezett a Jupiterhez, majd sikeresen pályára állt – három nagy 500 W energiát termelő napelem-panellel látták el. Ez a Naptól legmesszebbre jutott, napenergiával hajtott űreszköz, ami a jövő űrutazásai szempontjából kiemelkedő jelentőségű.

2.2. Szélenergia

A szél (mint változékony meteorológiai elem) és a szélenergia a hazai energiaellátásban a legdinamikusabban fejlődő, fontossági szempontból a 2.-3. megújuló energiaforrás (Dobi, 2009; Romvári, 2013a,b; Dombi, 2013).

A szélenergia felhasználását (például őrlés) lehetővé tevő szélmalomok (szárazmalomok) építése a Németalföldről 1548-ban Sopron és Moson vármegyébe érkező kiváló iparosok hírnevében álló anabaptistáknak (olyan emberek, akik csecsemőiket nem keresztelték meg) köszönhető, akik jelentős szerepet játszottak a gazdasági fejlődésben (Rosta, 1999). A szélmalomok főleg az 1800-as évek elején, a holland „tornyos” típusú szélmalomok mintájára terjedtek el (Bárány et al., 1970; Romvári, 2013a). Az elektromos energiatermelésre alkalmas első szélerőmű (szélturbina) 1887-ben készült el Skóciában, amelyet a 20. században az USA-ban és Dániában felépített modern szélturbinák sorozatgyártása követett.

Magyarországon az Inota mellett 2000-ben felépült üzemi célú szélerőmű és a 2001-ben közüzemi hálózatra kapcsolt kulcsi erőmű után 2005-ben adták át az első 5 turbinával és 10 MW teljesítménnyel felépült szélerőműparkot Mosonmagyaróváron. Az ország területének 40%-a alkalmas szélerőművek telepítésére (Szalai et al., 2010), ennek ellenére utoljára 2006-ban adott ki a szakhatóság szélparkok létesítésére engedélyt. Az utolsó turbina 2010-ben épült meg és jelenleg az országban 37 szélfarm működik 172 toronnyal, amelyek összteljesítménye 329 MW (Romvári, 2013a). A legnagyobb kapacitással az ikervári (34 MW) és a kisigmándi (38 MW) működik. A szélenergia a Magyarországon előállított megújuló energiának mintegy 5%-át, a szélerőművek pedig a hazai áramfogyasztás 1,7%-át adták 2012-ben.

A szélturbinák aránya a világ energiatermelésében viszonylag alacsony, kb. 0,3%-os. Kivételt képez Spanyolország (14%) és Németország (6,5%). Németországban 2010. április 27-én helyezték üzembe az első *offshore* szélparkot (*alpha ventus*) Borkhum szigetétől 45 km-re az Északi-tengeren, amely 70 ezer háztartás energiáját látja el. A legtöbb új szélerőművet Németországban helyezték üzembe (3238 MW), ezt követte az Egyesült Királyság (1833 MW) és Lengyelország (894 MW). Magyarországon 2012 és 2014 között nem telepítettek új szélerőművet (Pongrácz, 2014b).

A szélenergia fontos szerepet játszik az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésében. Megjegyzendő azonban, hogy például Dániában a 6000 szélkerék működése ellenére mégsem sikerült csökkenteni a károsanyag-kibocsátást, ui. szélcsendes időben szükség van fosszilis energiára, fosszilis üzemanyagra, ezért Dánia szélenergiát exportál Svédországba és Norvégiába, ahol viszont gyorsan működésbe lépnek a vízerőművek, amikor Dániában éppen szélcsend van (Ridley, 2012).

Nem hagyható figyelmen kívül az a tény sem, hogy a szélturbinák (amelyek optimális magassága 70-100 m, és tekintettel arra, hogy a magassággal egyenes arányban nő a szél sebessége) a lakosság egy részéből esztétikai, fizikai, ökológiai ellenérzést váltanak ki. Ennek ellenére igen nagy előnyük, hogy olyan megújuló energiaforrások, amelyek folyamatosan rendelkezésre állnak és újra termelődnek, továbbá az, hogy ára független más energiahordozó árától. Ezért a hazai energiaellátásban nem nélkülözhetők. Ismert az is, hogy a piaci termeléshez a szélerőművek állnak a legközelebb. Áramtermelési képességük (kihasználtságuk) hazai körülmények között évi 2000 óra. Rendszer-üzemeltetői vélemények szerint 1000 MW szélerőmű 100 MW hőerőmű termelését, vagy ennél valamivel kisebb atomerőművi teljesítményt tud kiváltani. Ismert az is, hogy a szélenergia háromszorosa a szénből nyert energia árának.

A szélturbinák fontos szerepet játszanak a toronyházak energiaellátásának biztosításában. A kínai *Sanghaj Tower* 632 méter magas tetejére telepített szélturbina biztosítja az épület energia szükségletét. A 2011-ben átadott 309,6 m magas, 71 emeletes kínai *Pearl River Tower* (a világ legkörnyezet-barátibb épülete) energia szükségletét szintén a szélturbinák (és a napelemek) biztosítják, amelyek 58%-os energia felhasználás csökkentését teszik lehetővé hasonló épületekkel történő összehasonlításban.

A Magyar Szélenergia-ipari Társaság jelentése rámutatott arra, hogy a mostani 330 MW szélfarm-kapacitás akár 2000 MW-ra is növelhető lenne, de a magyar szakhatóság utoljára 2006-ban adott ki engedélyt szélerőmű létesítésére, amely 2010-ben épült meg. Tekintettel arra, hogy több európai országban is fejlődik a szélenergia-ipar, ezért kiszámítható jogi-, befektetési- és gazdasági környezet megteremtésével biztosítani kellene a környezetbarát villamosenergia-termelést, annál is inkább, mivel az erőmű selejtezések miatt 2030-ra jelentősen csökkenhet az erőmű kapacitás.

A szélfarmok telepítésének jelenlegi szigorítása egyes vélemények szerint felveti azt a problémát, hogy Magyarország az EU-val szemben vállalt kötelezettségének – amely szerint 2020-ra 14,65%-ra növeli a megújuló erőforrások részesedését – nem lesz képes megfelelni.

2.3. Vízenergia

A vízenergia a leghosszabb múltra visszatekintő olyan primer természeti erőforrás, amelynek megújuló energiaként elsődleges szerepe van a villamosenergia-ellátásban. Szeredi et al. (2010) szerint a vízenergia több mint 150 ország villamosenergia-szolgáltatásában játszik meghatározó szerepet és ötvennél több országban a villamosenergia-fogyasztás több mint felét a vízenergia biztosítja. A vízenergia termelésben élenjáró országok – amelyek a világ vízenergia termelésének felét biztosítják – Brazília, Kanada, Kína, Oroszország és USA. A vízi erőművek által termelhető energia-kapacitás növekedése várható 2060-ig (ez a jelenlegi kapacitás kétszerese). Ázsia, Afrika, Dél-Amerika vízerő potenciálja jelenleg alig 20%-ban van kihasználva.

A magyarországi villamosenergia-rendszerben a vízenergia szerepe jelenleg nem jelentős, és a prognózis szerint az EU-ban vállalt megújuló energiahasznosítási mértéket nem tudja teljesíteni. Megállapítható azonban, hogy 1980 után a vízenergia-hasznosítás folyamatosan, mintegy 2,3%-kal növekedett és a növekedés hosszabb távon is prognosztizálható, amely hozzájárul az elektromos ellátás biztonságához. A vízenergia használatának számos előnye van (műszaki kockázatai jelentéktelenek, üzemeltetési és karbantartási költségei alacsonyak, a felmerülő költségei más tüzelőanyag árától függetlenek, a létesítmények élettartama hosszú, szerepe van az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának csökkentésében, nem termel hulladékot és nincs káros környezeti hatása). A vízenergia-hasznosítás környezeti hatásai 1 kWh villamos energiára vetítve 300-szor kisebbek, mint például a lignit, 250-szer kisebbek, mint a szén- és olajtüzelésű, és 50-szer kisebbek, mint a földgáz tüzelésű erőművek esetében (Szeredi et al., 2010).

A Bős (Gabcikovo)- nagymarosi vízlépcsőrendszer körüli mindmáig tartó szlovák-magyar vita miatt a Bósi Erőműből a vízszint-különbség, vízhozam alapján járó évi mintegy 1000 GWh villamosenergia-termelésből nem részesül Magyarország. Mint ismert, a Duna magyar-szlovák közös határszakaszon a villamos energiatermelésre tervezett csúcsra járatos gátrendszer első terveit Mosonyi Emil (1910-2009) Kossuth- és Széchenyi-díjas vízpépítő mérnök, egyetemi tanár, az MTA r. tagja vezetésével az 1950-es években tervezték. 1977-ben a két ország (Magyarország és Csehszlovákia) miniszterelnökei szerződésbe foglalták a vízlépcső rendszer megvalósítását és üzemeltetését, majd 1980-ban az előkészületeket felfüggesztették és 1983-ban újabb kétoldalú szerződések megkötése és az építések (Dunakiliti duzzasztómű) részbeni megkezdése után, a felvetődő tudományosan vitatható kérdések és kedvezőtlen ökológiai és gazdasági következmények feltételezése miatt, magyar részről a beruházást felfüggesztették. Ebben szerepet játszott az is, hogy a hazai energiahálózat, tekintettel az akkori Szovjetunióból szállított olcsó energiára, nem lelkesedett a vízlépcső-rendszer megépítéséért.

Az Országgyűlés ugyan 1988-ban megszavazta a nagymarosi erőmű megépítését, de a Duna Kör népszavazás-kezdeményezésre folytatódó tüntetések, tiltakozások miatt 1989-ben a munkálatokat felfüggesztették és a magyar kormány 1992-ben felmondta az 1977-ben megkötött kétoldalú nemzetközi szerződést. Ezt követően az eredeti megállapodások ellenére Magyarország számára hátrányos módon a dunacsunyi gáttal a Bósi Erőműre terelték a Dunát és 1992-ben üzembe helyezték a

Bősi Vízerőművet. A Duna ilyen módon történt egyoldalú elterelése következtében a Duna vízének csak kb. 10-20%-a (kb. 200-400 m³/s) folyik a szigetközi szakaszon a mederbe, amely a Szigetközben ökológiai katasztrófát okozott. Ennek mérséklésére magyar részről a Dunakilitinél megépített ideiglenes fenékgát javította a Szigetköz vízellátását és mérsékelte az ökológiai károkat. A Duna egyoldalú elterelése, illetve az 1977. évi államközi szerződés megszüntetése miatt a két ország 1993-ban a Hágai Nemzetközi Bizottság ítéletét kérte. A hágai 1997. szeptember 25-i ítélet mindkét szereplő felet elmarasztalta az 1977. évi szerződés megszegéséért, és az 1977. évi szerződést érvényben levőnek tartotta. A bíróság az 1992-ig félig felépült erőműrendszer létezését jóvá hagyta, és a felső szakasz környezetileg fenntartható állapotba hozásán túl újabb létesítmény létesítésére, és a már meglévő elbontására nem kötelezte a feleket. A közös üzemeltetési rendszerrel, a kölcsönös kártérítésekkel és a költségek rendezésével kapcsolatos megállapodás hiányában nem részesülünk a Bősi Erőműből származó évi mintegy 1000 GWh villamosenergia-termelésből, amely jelentős veszteséget jelent az ország villamosenergia-ellátásra, és nemcsak a vízerő-hasznosítását hátráltatja, hanem a hajózási feltételeket és egyéb vízgazdálkodási fejlesztést is. Nagy Boldizsár nemzetközi jogász a vízlépcső-üggyel kapcsolatban megállapította, hogy a Duna, Csehszlovákia által elkövetett elterelése jogsértő volt. Jogsértő az is, hogy Magyarország a bősi erőmű közös üzemeltetésében sem vehet részt, és nem gyakorolhatja a vízcsatornában a nemzetközi hajózás feletti jogot (Lázár, 2016).

A Magyar Tudományos Akadémia Környezettudományi Elnöki Bizottsága (MTA KÖTEB) 2012. október 11-én rendezte meg „A vízenergia hasznosítását gátló és előmozdító feltételek, környezeti hatások” c. konferenciáját, amelynek az adott különös időszzerűséget, hogy a vízenergiával kapcsolatban a hazai közvélemény és a szakmai szervezetek sem eléggé tájékozottak, és nem ismertek azok a fejlemények, amelyek a jövőben várhatók. A konferencián elhangzott előadások a Magyar Tudomány c. folyóiratban jelentek meg (7:770-827, 2014): I. Bevezető (Németh Tamás, Ádám József és Szarka László); II. A vízenergia hasznosításának nemzetközi helyzete, EU-s tervek (Fáy Árpád); III. A vízenergia-hasznosítás hozzájárulása a fenntarthatósághoz (Gerse Károly); IV. A vízenergia-hasznosítás hazai lehetőségei és korlátozó tényezői (Mészáros Csaba); V. A vízenergia-hasznosítás tervezésére és működésére vonatkozó környezeti előírások (Ijjas István); VI. A piaci feltételek változásainak hatása a vízenergia hasznosításának eszközeire (Szeredi István).

Az előadások – amelyeket nemzetközileg elismert tudósok tartottak – alapvető megállapításokat tartalmaztak: (1) A világ a vízenergia fokozott felhasználása felé halad, amelyet a Világbank és az Európai Unió (EU) is támogat, tekintettel arra, hogy Európa legfontosabb megújuló energiaforrása; (2) Az EU kötelezettséget vállalt arra, hogy 2020-ra az energiafelhasználásban 20%-ra emeli a folyamatosan rendelkezésre álló megújuló energiaforrások arányát, amelyben a vízművek szerepe felértékelődik; (3) A hazai víz-erőkészlet a nemzetközi adottságokhoz viszonyítva szerény [a kiaknázható villamos teljesítmény 989 MW (Duna 707, Tisza 99, Dráva 88 és egyéb folyók 95 MW)], amelynek jelenleg csak kb. 6%-a van kihasználva; (4) A Bős-nagymarosi vízlépcsőrendszer körüli huzavona legfőbb akadálya a hazai vízenergia-hasznosításnak. Az ellenérvek között szerepel például „Magyarország síkvidéki ország, ahol nem lehet gazdaságosan vízenergiát

termelni”; „A duzzasztás környezeti károkat okoz” stb. Ezzel szemben Németországban és Ausztriában számos vízlépcső síkvidéken épült. A duzzasztás ugyan megváltoztatja a vízfolyások dinamikáját, de ez a vízfolyás élővilágának összetételében jelentős változást nem okoz; (5) A Bős-Nagymaros megállapodás rendezése elkerülhetetlen (közös üzemeltetési rendszer, kölcsönös kártérítés és a költségek rendezése), ui. a Bósi Erőműből a vízszint-különbség, vízhozam alapján járó mintegy 1000 GWh villamosenergia-termelésből nem részesülünk, (6) A víztározós erőművek létesítése az energiatározó kapacitásra tekintettel (a külföldi, német, norvég, osztrák, svájci stb.) világszerte növekedett, ezért Magyarországon, ahol jelenleg ilyen nem működik, feltétlen szükség lenne; (7) A konferencia előadói közül Mészáros Csaba, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék c. egyetemi docense véleménye szerint a 2011-ben megjelent Új Széchenyi Tervben (URL2) a vízenergiával mint megújuló energiával kapcsolatban megjelentek [„Magyarország vízenergia-adottságai csak részben kedvezőek, kevés a hegyes területünk, országosan eltérő a csapadék eloszlása térben és időben, a nagy vízhozamú folyóink (Duna, Tisza) pedig kisesésűek”; „A vízenergia hasznosításhoz duzzasztóművek létesítésére lenne szükség, ami környezetvédelmi problémákat vethet fel. Ezért az elméletileg kihasználható potenciál tekintetében, a vízenergia-vagyon szétszórtsága miatt, a nagyobb duzzasztóművek létesítése helyett a kiskapacitású vízenergia előnyeit indokolt kiaknázni”] nélkülözik a tárgyilagosságot és az ésszerűséget; (8) Az eredetileg tervezett vízlépcsők (Nagymaros, Adony, Fajsz) hiánya miatt a Duna hazai szakaszán nem megfelelő a hajózási mélység és a víziúthálózat minőségi jellemzői (például hajó kikötők sűrűsége és szolgáltatásai stb.) az EU-s átlagnál rosszabbak, ami a folyami szállítás versenyképességét rontja; (9) A vízenergia-hasznosítás terén a magyar társadalom tájékozottsága nagyon hiányos, és ez a nagyfokú tudatlanság – amely gyakran a médiumokban megjelenő negatív információkból származik – lehetetlenné teszi az egyes projektek megvalósítását a vízenergia-hasznosítás ésszerű fejlesztését; (10) Az osztrák kormány kudarca az 1985. évi Hainburg-nál tervezett létesítmény esetében (tiltakozás a dunai vízlépcső-építéssel szemben) alapot adott hazai magyar „zöld szervezetek” részére a későbbi Bős-nagymarosi vízlépcső rendszerrel szemben. Az osztrák kormány később hatalmas energiát fordított a társadalom tájékoztatására a Bécs külvárosában tervezett freudenai vízlépcső előkészítéséről, és figyelembe vette a társadalmi igényeket és véleményeket, amelyek eredménye lett az 1991. évi májusban megrendezett 73%-os többségi népszavazás, amely a vízlépcső-építés mellett döntött. Az 1998-ban átadott többfunkciós létesítmény, a tiszta, megújuló energiatermelés előnyeit, a biztonságos hajózást, az árvíz elleni biztonságot, az ökológia, a turizmus, a sport- és a rekreációs lehetőségek biztosításával az osztrák társadalom érdekeit képviseli.

A Magyar Tudomány Ünnepe alkalmával 2014. november 5-6. között került sorra „A víz hiánya és többlete, mint potenciális veszélyforrás” c. nemzetközi tudományos szakmai konferencia (vö.: Váradi, 2015). Ezen a konferencián több mint ötven különböző tematikájú előadás hangzott el (például a vízveszély felismerése és kezelése, a globális vízgazdálkodás, a víz szerepe a fenntartható fejlődésben, integrált vízgazdálkodás, éghajlatváltozási prognózisok, az agrárium és a víz, ivóvízellátás, szélsőséges csapadékviszonyok, víztározók, a víz és élelmiszer-higiéniai veszélyforrások, a víz és

az élelmiszerbiztonság, vízbázisok védeleme stb.). A konferencia előadói rámutattak a vízgazdálkodásra, mint igen fontos társadalmi tényezőre és szerepére, a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás feladataira és nem utolsósorban az állam, a társadalom, az igazgatás, a helyi közösségek közötti együttműködés fontosságára, valamint a multi- és interdiszciplináris megközelítések fontosságára a tudományban. Mindezek – amint erre Várallyay (2015) is rámutatott előadásában – „...nélkülözhetetlen elemei egy fenntartható mezőgazdaság-fejlesztési/vízgazdálkodási/környezetvédelmi/vidékfejlesztési stratégiának. Nováky (2015) rámutatott arra, hogy a vízkészletek csökkenése, az aszály- és árvízi kockázatok növekedése kedvezőtlen a víz- és élelmiszerbiztonságra, a fenntartható fejlődésre, az élet- és vagyonbiztonságra, a vizek ökológiai állapotára és nem utolsósorban a foglalkoztatottságra.

A Magyar Tudományos Akadémia az MTA Ökológiai Kutatóközponttal, az MTA-BME Vízgazdálkodási Kutatócsoporttal és az Országos Meteorológiai Szolgálattal 2016. november 4-én, a Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából Nemzeti Víztudományi előadóülést szervezett az MTA székházában. A hazai víztudományi program ismertetésén túlmenően az előadói ülés kiemelten foglalkozott a Balaton sajátos légköri cirkulációjával, a Balaton ökológiai állapotával és a hidrológiai ciklussal stb.

2.4. Geotermikus energia

A geotermikus energia (földi meleg), mint megújuló energiaforrás egy olyan belső energia, amelyet a földkéreg, a köpeny és a mag nagy hőmérsékletű tömegei tárolnak, és amely a belső és a földfelszíni hőmérséklet különbözősége miatt, a nagy mélységű forró zónákból hordozó közeg (víz, vízgőz) segítségével a felszín felé tör, és amelyet mélyfúrású kutakból (tárolókból) a felszínre lehet hozni. Az első geotermikus gőzre telepített villamos energiát termelő üzem létesítésére 1904-ben került sor Landerelloban (Olaszországban) (Babok és Tóth, 2010). Ma a legjelentősebb elektromos erőművek az USA-ban, a Fülöp-szigeteken, Indonéziában, Mexikóban és Olaszországban vannak. A geotermikus energia előnye, hogy a 180 °C-nál magasabb hőértékű vizet nyomás-csökkentéssel vízgőzzé lehet alakítani, és turbinákhoz vezetni. A 120 °C-nál alacsonyabb hőmérsékletű vizet pedig közvetlen fel lehet használni távfűtésre, üvegházak, talajok, uszodák, utak, repülőtéri kifutók fűtésére, élelmiszerek és takarmányok szárítására stb.

Magyarország 193 termálkútja 67 ha üvegház (növényház) és 232 fóliasátor fűtését teszi lehetővé (Babok és Tóth, 2010). A legnagyobb fogyasztó a 65 MW kitermelt hő teljesítménnyel a Szentesi Árpád-Agrár Zrt. A hazai geotermikus energia 40 település 9000 lakását látja el energiával.

Magyarország természeti adottságai kedvezőek a geotermikus energia hasznosítására. Számos előnye van: környezetbarát, évszaktól (ellentétben a napenergiával) és a fosszilis energiahordozók (olaj, földgáz) importjától és áremelkedésétől független, új munkahelyeket teremt, gyorsítja a vidék fejlődését, fejleszti a turizmust (balneológia), az idegenforgalmat és az ezzel járó kiszolgáló ágazatokat (kereskedelmet). Előnyös abból a szempontból is, hogy a geotermikus energiával történő távfűtés költsége 40%-kal kevesebb, mint a gáztüzelésű távfűtés, és igen nagy előnye, hogy ellentétben

a fosszilis energiahordozókkal nem merül ki és megújul. Hátrányai között megemlíthető, hogy a kitermelése helyhez kötött, nagy távolságokra nem szállítható, beruházási költségei viszonylag nagyok, a víz visszasajtolása költséges, amely a beruházás és az üzemeltetés költségeit növeli (Babok és Tóth, 2010).

A geotermikus energia felhasználásával kapcsolatban a Debreceni Egyetem Műszaki Kar Georen kutatócsoportjában 55 kutató foglalkozik a geotermikus energia felhasználásának elméleti kérdéseivel, a rendszerek üzemeltetésének optimalizálásával, a fenntarthatóság kérdéseivel, vízkémiai vizsgálatokkal, geológiai és hidrogeológiai modellezéssel, életciklus elemzésekkel, gazdaságossági vizsgálatokkal stb. A kutatócsoport által 2012-ben elkészített jelentés szerint Európában az áramtermelés abszolút mennyiségét tekintve Olaszország áll az első helyen (5200 gigawattóra 2007-ben), Izland 1483, Törökország pedig 108 gigawattórát termel évente. A termelt energia részarányát tekintve Izland energiaszükségletének több mint 26%-át, Olaszország pedig csak alig több mint 2%-át adta a geotermikus energia. Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terve (2010) kijelölte azokat a legfontosabb alapelveket, feladatokat, cselekvési irányokat és intézkedéseket, amelyek az EU által Magyarország számára 2020-ra érvényes felhasználást (13%-os célérték) jelentik. A magyar kormány lehetségesnek tartja a megújuló részarány 14,65%-os elérését is, amellyel az ország az EU-tagállamok rangsorában az utolsó helyek egyikéről a középmezőny alsó részébe léphet elő.

Magyarország geotermikus adottságai kedvezőek; nagy mennyiségben állnak rendelkezésre kis-, illetve közepes (130°C-nál alacsonyabb), és vannak olyan nagy hőmérsékletű (130-250°C) készletek is, amelyek még áramtermelésre szolgáló erőművi hasznosítást is lehetővé tesznek. Magyarországon évente mintegy 100 millió m³ termásvíz kerül kitermelésre (a becslések szerint a vízkészlet minimum 500 milliárd m³, ebből körülbelül 50 milliárd m³ termelhető ki gazdaságosan). A mesterséges visszajuttatás és a természetes utánpótlás üteme fontos kérdés annak eldöntésében, hogy a kitermelés mennyisége gazdaságos-e. A kutatócsoport adatai szerint egy geotermikus rendszer termelésének megvalósítása Magyarországon több százmillió forint. Hangsúlyozni kell azonban azt is, hogy az ország jó geotermikus adottságai ellenére a kitermelés (esetleg fokozott kitermelés) a környezetvédelem és a fenntarthatóság szempontjait is figyelembe véve érdekellentétes is lehet. Ennek feloldását csak azok az elmélyült kutatások teremthetik meg, amelyek az adott régió geotermikus és hidrogeológiai fenntarthatóságát és energiatermelő hasznosítását tisztázzák, illetve a fenntarthatóság vs. gazdaságosság egyensúlyát reálisan megítélik. A kutatócsoport kutatásainak eddigi eredményei szerint a hazai geotermikus energia hasznosításával érdemes foglalkozni, de túlzó elvárásokat nem szabad támasztani; a geotermikus energia körülmények közötti felhasználása és visszajuttatása azonban sokáig hasznos lehet.

3. Nukleáris energia

A nukleáris energia magreakciókban vagy magátalakulásokban felszabaduló energia. Kétféle módon szabadulhat fel magenergia: a maghasadás (fisszió) során nehéz atommagok hasadnak magokká. Irányított láncreakció során a nukleáris reaktorokban a

fissziós folyamatokban hő képződik, amelyet mechanikai, majd elektromos energiává alakítanak át. A tüzelőanyag (üzemanyag) leginkább urán, az urán 235 tömegszámú izotópjá. Több reaktortípus létezik. Elsősorban gáz és vízűtéses reaktorok terjedtek el. Vannak olyan reaktorok, amelyekben a hűtést víz tölti be, ezeket könnyű vizes reaktoroknak hívják (Katona, 2014 levélbeni közlés).

A hazai villamosenergia-termelés 40-50%-át a 4 reaktorblokkal üzemeltető Magyar Villamos Művek (MVM) Paksi Atomerőmű Zrt. (PA-atomerőmű) biztosítja. Az első blokkot 1982. december 12-én, a második blokkot 1984. augusztus 26-án, a harmadik blokkot 1986. szeptember 15-én és a 4. blokkot 1987. augusztus 9-én helyezték üzembe. A Paksi Atomerőmű megépítése Magyarországon a 20. század legnagyobb energetikai beruházása volt.

Az általános, külföldi gyakorlat szerint az atomerőművek blokkjainak üzemelési ideje 40 év, a PA-atomerőmű blokkjainak üzemeltetési ideje 30 év, amelyet 20 évvel (kérésre) meghosszabbítanak. Ennek megfelelően az egyes blokkok üzemeltetési ideje 2032-ben (1. blokk), 2034-ben (2. blokk), 2036-ban (3. blokk) és 2037-ben (4. blokk) lejár (Katona, 2014). A 89/2005 kormányrendelettel kiadott Nukleáris Biztonsági Szabályzatok és a 118/2011 (VII.11) sz. kormányrendelet szerint az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) a jogi keretek szerint megadta az üzemidő hosszabbításra az engedélyt. A PA-atomerőmű az országban legolcsóbban termel áramot (2012-ben 1 KWh 12 Ft 28 fillér volt; ez az ár magában foglalja a kiegészítő üzemanyag és radioaktív hulladék elhelyezésének, valamint az erőmű majdani leállítását követő leszerelésének költségeit is. A PA-atomerőművel kapcsolatban érdemes megjegyezni az alábbiakat: (1) Üzemeltetése nem jár éghajlatváltozást okozó kibocsátásokkal és évente kb. 6 millió tonna szén-dioxid (CO₂) megtakarítást eredményez; (2) Üzembiztonsága magas szintű az év 8760 órájából 7880 órát üzemel; (3) Az ország egyik legnagyobb teljesen állami tulajdonban lévő és nyereséges vállalkozása; (4) A térség legnagyobb foglalkoztatója (5000 család megélhetését biztosítja) és nem utolsó sorban; (5) A biztonságos üzemeltetést magas színvonalú szakmai tudás és kultúrafejlesztés jellemzi, amely az ország szellemi potenciáljának fontos részét képezi.

A nukleáris energia közismerten jelentős szerepet játszik nemcsak az energiaellátásban, hanem csökkentette a légszennyezést is, mert alternatívát jelentett a fosszilis tüzelőanyagok égetésére (McNeill, 2011). Az Európai Unióban 14 tagország használ atomenergiát ezekben 131 atomerőmű működik. Újabb erőművek építése indokolt az EU-ban. Az EU-Bizottság szerint a tagállamoknak szorosabb együttműködésre van szüksége az új típusu reaktorok fejlesztésében és építésében. A világban jelenleg működő 436 reaktorból 361 életkora meghaladta a 17 évet. A külföldi reaktorok megengedett életkorát ugyan 40 évre korlátozták és nem valószínű a hosszabb üzemidő jövőbeni engedélyezése. Továbbá az elkövetkezendő két évtizedben körülbelül 300 reaktor (például a németországi Grafenrheinfeld-ben és a franciaországi Fessenheimben működő atomreaktor) üzemeltetése fejeződik be és csupán 50-60 reaktor építésére kerül sor (Csehország 2030-ig két új atomreaktort helyez üzembe). A Fessenheim-i (Franciaország) atomerőmű 900 MW-os ikerblokkjai például 1977-ben kezdték meg a villamosenergia-termelést. A rendelkezésre álló adatok szerint 2030-ig a nukleáris energiatermelés csökkenése prognosztizálható (Vida, 2012).

Az atomerőművek működésével kapcsolatban gyakran hangoztatott a leállítás és/vagy helyettesítés kérdése. Az atomerőművek kiváltása, leállítása más, újonnan létesítendő termelési módokkal elvileg lehetséges, ennek azonban komoly feltételei és hatásai lennének. A PA-atomerőmű teljesítményének kiváltásához a magyarországi termőterület legalább 10%-án kellene energianövényeket termelni. A problémát fokozná az a tény is, hogy a biomassza termeléséhez, begyűjtéshez, szállításhoz foszforos energia felhasználására lenne szükség. A PA-atomerőmű teljes, vagy részleges leállítása és más erőműtípusokkal való kiváltása – illetve a helyettesítő kapacitás kiépítéséig az igények importtal történő kielégítése – egyértelműen a villamos energia árának növekedésével járna, amely a négy atomerőművi blokk 2000 MW-nyi teljesítményét figyelembe véve mintegy 20%-os árnövekedést jelentene. Ha a helyettesítés csak megújuló energiákat használó technológiákkal történne, akkor az a villamos energia árát több mint 20%-kal növelné, amely visszavetné a nemzetgazdaság villamosenergia-fogyasztását és a nemzetgazdaság versenyképességét (Kovács, 2014).

Reményi (2009) egyik korábbi munkájában a magyarországi energiastratégiával kapcsolatban rámutatott a nem kívánatos tényezőkre: nagy a szénhidrogének aránya, rossz az energiahordozók közötti arány, a gáz (import) részaránya magas, az olaj részesezése túlzott (csökkentése a közlekedés igénye miatt azonban nem lehetséges). A szerző az arányváltozásban két fontos szempontot sorolt fel: egyrészt a szélerőművek létesítése lenne kívánatos, másrészt a gáz kiváltására a nukleáris energia felhasználása lenne a legjobb. Véleménye szerint célszerű lenne a PA-atomerőmű telephelyén új atomerőművi blokkot létesíteni és feketeszénre alapozott középhatóvú nagy erőművet is építeni. Bár mindkét esetben importtal kell számolni, de a PA-atomerőmű fűtőanyagának beszerzése nem látszik problémásnak; az import szén jól tervezhető áron a világ számos helyéről beszerezhető és Európa több nagy tengeri kikötőjében fogadható.

A magyarországi villamosenergia-ellátással kapcsolatban érdemes azt is megjegyezni, hogy a Mátrai Erőmű – amely a *Rheinisch Westfälische Elektrizitätswerk (RWE)* tulajdonában van, de a blokknak többségi tulajdonosa a Magyar Villamos Művek (MVM) – fontos szerepet játszik a hazai áramtermelés szempontjából, tekintettel az Észak-Magyarországon végighúzódbó kb. 1 milliárd tonnás lignitvagyonra, amely biztosítékot jelent a versenyképes áron előállítható villamos energiára. Lukács (2007b) adatai szerint a Mátrai Erőmű lignit-biomassza együttégetéssel évi 0,6-0,8 millió tonna biomasszát használ fel energiatermelésre.

A hazai gazdasági élet versenyképessége tekintetében igen fontos kérdés az ország energetikai függetlenségének biztosítása. Hárfás Zsolt az Atomenergia Info szakértője szerint (Hárfás 2014 levélbeni közlés) a hazai villamosenergia-rendszer terhelése 5306 MW, az import pedig 2470 MW, amely 47%-os importot jelent. Ilyen magas importfüggőség veszélyezteti az ellátást és villamosenergia-ár tekintetében kockázatokat jelent. Az ország számára ezért alapvető kérdés az energetikai függőség megszüntetése. A legújabb adatok szerint ismert, hogy az Országgyűlés 2014. június 23-án jóváhagyta az Orosz és a Magyar Kormány közötti megállapodást, az új Paks II blokkok építésének finanszírozásához nyújtandó hitellel kapcsolatban. Az új Paks II a jelenlegi tervek szerint 2025/2026-ban kezdené meg működését. A jelenlegi hazai feltételekkel, műszaki és gazdasági paraméterekkel számolva, különös tekintettel a 60 éves tervezett

üzemidőre, a hiteltörlesztés időszakában (az első 21 évben) 17 Ft/kWh, ezt követő az ún. „39 éves aranyvég” időszakban pedig a mai árakon számolva 9 Ft/kWh a blokkok működésével kapcsolatos összes költség.

Az atomerőművekkel kapcsolatban felmerülő társadalmi félelemben szerepet játszik az 1957-ben Windscale-ben (Nagy-Britannia), 1986-ban Csernobil-ban (Szovjetunió-Ukrajna), valamint 2011-ben Fukusima-ban (Japán) bekövetkezett atomkatasztrófa, amelyek a 20. század illetve a 21. század eddigi legsúlyosabb baleseteit okozták. A csernobili baleset során a radioaktív sugárzás 90 millió *curie*²³ volt, amely több százszorosa a Japánban Hirosimára és Nagaszakira ledobott atombombáknál. McNeill (2011) Savchenko (Sevcenko) (*in: The Ecology of the Chernobyl Disaster, Paris: UNESCO, 1995*) munkájára hivatkozva megállapította, hogy a csernobili katasztrófa következtében 14-475 ezerre tehető a rákban megbetegdő emberek száma, akik közül már 32 ezren a baleset után 10 éven belül meghaltak, és 640 ezer ha földet és erdőt kellett kivonni az emberi használat alól.

A Nemzetközi Atomenergia-ügynökség vizsgálata szerint az új Paks-i atomerőművi blokk (a blokk hőteljesítménye 3200 MW, villamos teljesítőképessége 1200 MW) megfelel a 3+ generációs követelményeknek, amely tk. ellenáll olyan külső behatásoknak, mint például a földrengés, a szökőár, a külső robbanás, a szélvihar stb. is. A telephely vizsgálatoknál fontos szempont volt a környezetvédelem és az extrém időjárás lehetséges hatásainak elemzése. A Paks II biztosítékot jelenthet a hazai villamosenergia-ellátásban és árstabilitásban, növelheti az ország versenyképességét és gazdasági tervezhetőségét is.

4. Energiaváltás, a „harmadik ipari forradalom”

Löwe (2014) és mások [például Stefan Lázár (1935-2016) a Magyar Nemzet németországi tudósítója és Pósa Tibor *in: Magyar Nemzet* 2014. április 9 és 12] terjedelmes cikkben foglalkoztak a Németországot érintő energiaváltozás (-változtatás) kérdéseivel, amelyek alapvetően az egyre kevesebb és drágább (évi több mint 80 milliárd euró importköltség) olaj-, szén- és gázmennyiséggel, a környezetszennyezéssel, a klímaváltozással, valamint az atomerőművek helyett a megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos. Az energiaváltás (-változtatás) szükségességére hatással volt a 2011. évi japán fukushimai reaktorkatasztrófa is, amely gátat vetett az újabb atomerőművek

²³*Curie (Ci)* a radioaktív anyagok aktivitásának Marie és Pierre Curie fizikusok által elnevezett mértékegysége. Az 1950. évi nemzetközi egyezmény szerint 1 *curie* (jele *Ci*) bármely radioaktív anyag azon mennyisége, amelyben másodpercenként $3,7000 \times 10^{10}$ atom bomlik el (ugyanannyi, mint az akkori pontosággal 1 g bomlástermékeiktől mentes rádiumban mért másodpercenkénti radioaktív bomlások száma). Megjegyzés. A *Ci* már elavult és nem törvényes egység. Az SI szerint az aktivitást reciprok *s*-ben (Bq) adják meg. $1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ s}^{-1} = 3,7 \times 10^{14} \text{ Bq}$. Marie Curie neve kapcsolódik legjobban össze a radioaktivitás korai vizsgálatával (a radioaktivitás megnevezés is tőle származik). Antoine Henry Becquerel (1852-1908) 1896-ban fedezte fel a radioaktivitást és 1903-ban Marie Curie (szül.: Maria Sklodowska 1867-1934) és Pierre Curie (1859-1906) fizikusokkal együtt a radium és a polónium felfedezéséért fizikai Nobel-díjat kaptak. Marie Curie a rádium tiszta előállításáért (10 tonna uránércből) 1911-ben kémia Nobel-díjat kapott (Gribbin, 2004).

építésének Japánban. Németország ettől kezdve energiapolitikáját is megváltoztatta; 17 atomerőművből kilencet azonnal le is állított.

Németország mint fejlett ipari ország legfontosabb gazdaságpolitikai projektje „A megújuló energiátörvény reform” (*Reform des Erneubare-Energien-Gesetzes*), amelyről Sigmar Gabriel környezetvédelmi miniszter (2005-2009), majd gazdasági- és energiaminiszter a következőket mondta: Az energiaváltás belátható időn belül az egyik legfontosabb gazdaságpolitikai projekt („*Die Energiewende ist auf absehbare Zeit eines der wichtigsten wirtschaftspolitischen Projekte*”). A projekt célkitűzései: (1) Az atomenergia mellőzése mellett a megújuló energiára helyezi a hangsúlyt; (2) Az olaj- és gázimport függőség megszüntetése; (3) A klímavédelem biztosítása; (4) Új technológiák bevezetése és új munkahelyek biztosítása; (5) Példamutatás más országok számára azzal, hogy az új energiapolitika gazdaságilag, és a klímavédelem annál eredményesebb lehet, minél több ország bevezeti, ezért szükséges a környező európai országokkal a kapcsolat felvétele.

Sigmar Gabriel gazdasági- és energiaminiszter hangsúlyozta, hogy az „Energia-váltás” európai gondolat, de a nemzetközi perspektívákat is szem előtt kell tartani („*Es ist wichtig, die Energiewende europäisch zu Denken und die Internationale Perspektive im Auge behalten*”). A német energiapolitika az ellátásbiztonságra, a gazdaságosságra és a környezeti biztonságra helyezi a hangsúlyt, amelynek kutatásában 25 város (Aachen, Allendorf, Bischberg, Berlin, Bremerhaven, Erlangen, Essen, Freiburg, Halle, Karlsruhe, Kassel, Köln, Magdeburg, Mainz, München, Münster, Oldenburg, Postdam, Quickborn, Schwandorf, Stuttgart, Wetzlar, Würstadt) egyetemének, kutatóintézetének, gazdasági intézményének és szövetségnek 38 munkahelyen dolgozó számos munkatársa vesz részt. Mint ismert, Németország 1998-ban döntött arról, hogy 2022-re bezárja atomerőműveit és 2025-re az áramellátás 40-45%-át, 2050-re 80%-át és az összes energiaellátás 60%-át megújuló energiaforrásokból kívánja biztosítani. Ma úgy látszik, hogy a 2022. évi időpont túlságosan korai, ugyanis a szén tonnánkénti felhasználásáért plusz 5 eurós erőművi díj fizetése mellett még mindig olcsóbb a termelés, mint a szélerőművek és a napelemek által termelt energia esetében. A megújuló forrásokból termelt energia ára jelenleg három-hétszeres. Azt sem elhanyagolható megemlíteni, hogy Németországban a ligniterőművek adják az ország áramtermelésének 26%-át, míg a szél, nap és biomassza 23,4%-ban járul az ország energiatermeléséhez. Az atomerőművek bezárása és a hiányzó energia fosszilis energiahordozókkal történő pótlása növeli a szén-dioxid-kibocsátás kedvezőtlen hatásait, ami környezetvédelmi szempontból nem kívánatos.

Németországban szenvedélyes vitákhoz vezetett a csaknem 13 ezer km-es autópálya-hálózat elektromos árammal történő ellátásának terve. Az elekropálya létrehozását a Schleswig-Holstein tartomány tengerparti részén felépült szélturbinák (szélpark) által termelt olyan energia szolgáltatná, amelyet az autó- és gépgyártás központjába Baden-Württembergbe és Bajorországba szállítanak. A *SuedLink*-projekt 2022-ben kezdené meg működését. Az egyenáramú 3 800 km-es vezeték 800 km-es távolságra 60-70 méteres oszlopokon – ami a lakosság tiltakozását váltotta ki az elcsúfított környezet miatt – juttatná el az áramot öt német tartományt érintve. Felmerült a föld alá telepítés lehetősége is, de ez a bekerülési költségek megháromszorozódását jelentené.

Az elképzelések szerint a gigantikus terv megvalósítása elérné az egyjegyű euró milliárdot. Megvalósítása esetén a *SuedLink*-projektet mintegy háromezer km-es távolságon egy újabb projekt követné. A tervvel kapcsolatos vita tovább folytatódik, ugyanis a német lakosság a napelemek – amelyek a világon felállított napelemek felét jelentik – szolgáltatva energiát helyezi előtérbe a szélturbinák szolgáltatva energiával szemben. A nemzetközi sajtóban (például *The Washington Post*) olyan vélemények is napvilágot láttak, hogy Európa modellt akar mutatni a világnak és megteremti azt a modellt, amit nem kell csinálni, illetve a zöldenergiába befektetett beruházás aláássa a fejlődés lehetőségét.

Az 1970-es években kirobbant olajválság és a benzin árának igen jelentős emelkedése felszínre hozta az alternatív hajtású autók előállításának szükségességét, és az 1990-es években a kőolajkészletek kimerülése az autógyártókat a hibridautók (hagyományos és elektromos meghajtású autók) előállítására készítette. Az autófejlesztési világversenyben az elektromos autók előállítása a kőolajalapú motorizáció alternatívája lett, amennyiben az akkumulátor feltöltéséhez előállított elektromos áram nem fosszilis energiából készül.

Németország 130 éves, és a világ autói para előtt is óriási kihívások vannak. Az üzemyanyagárak állandó emelkedése, változása az egyre növekvő üzemyanyag szükséglet miatt Németországban és a világban új autói pari korszak kezdődött („*Heute beginnt eine neuere Ära*”) nyilatkozta N. Reithofer, a BMW-konzern vezetője (Löwer, 2014). A német autói par (BMW, Volkswagen, Mercedes) elektromos autói (i3, i8, e-up SLS AMG Electric Drive) 2013-ban Frankfurtban, New Yorkban, Londonban és Pekingben is bemutatásra kerültek. 2014. év végére a német autói par 16 további elektromos szériamodellt (eMo) állított elő és 2020-ban az elektromos autók száma eléri az 500 ezret (jelenleg 25 ezer van). A legújabban előállított új BMW Plug-in Hybrid modellek (*BMW iPerformance plug-in hybrid*) és a benzin + elektromos motor kombinációval működő modellek (például *BMW TwinPower Turbo*, *BMW 225xe Performance Active Tourer* stb.) a mobilitás forradalmát jelentik. Figyelemre méltó, hogy a német kormány és a gépjármű ipar 2016. májustól 4000 euró, illetve 3 000 euró támogatást ad azoknak az autóvásárlóknak, akik elektromos autókra illetve hibridüzemű autóra váltanak.

Japánban 1996-ban (az USA-ban 1997-ben) került sor a japán Toyota RAV4 EV elektromos autó bemutatására és 1997-ben elkészült az első *Full Hybrid Prins* autó. 2010-ben a Tesla és a Toyota által kooperációs autó gyártására került sor. 2011-ben a Toyota 11 új hibridmodellt mutatott be és 2012-ben megjelentek a Toyota *Prins Plug in Hybrid* elektromos autói. A Volkswagen-konzern tervezi mintegy 30 modellje gyártásának leállítását és helyette új technológiára vált. A német kormány egyezségben az autógyártókkal 1,4 millió dollárt fektet be az e-mobilitás fejlesztésébe. Az elektromos autók gyártásában élen járó amerikai Tesla Motors céggel egyetemben megkezdte a 3. és 4. generációs akkumulátorok fejlesztését, amelyben az okostelefonokhoz hasonlóan a Dél-Amerikában, Chilében, Argentínában és Bolíviában legnagyobb mennyiségben előforduló kis fajsúlyú fém, a lítium a legfontosabb. A keresletet jelzi, hogy a lítium ára az elmúlt egy évben háromszorosára (20 ezer dollár) emelkedett. Az „új autói pari korszak” új technológiájának részét képezi a BMW, az Audi, a Tesla Motors és a Volvo „*MobilEye*” autóvezető technológiája, amely különböző algoritmusok segítségével figyeli az utakat, az utakon

közlekedő járműveket és gyalogosokat is és ezzel segítségére van az autóvezetőknek, különös tekintettel a biztonságos közlekedésre. Figyelemre méltó az is, hogy a Tesla Motors érdeklődést mutatott a szintén amerikai napelem-gyártó *SolarCity* felvásárlásával kapcsolatban. Megemlíthető még a kínai technikával, egyetlen feltöltéssel 325 km-es távolságot (1/4 órás töltési idő) megtevő BYD-elektromos busz, amelyet 25 európai nagyvárosban tesztelnek. Az eddigi tapasztalatok szerint működési és fenntartási költsége 80-90%-kal kisebb, mint a földgáz üzemű autóbusszoké. Különleges újításnak tűnik az a Kínában előállított 22 méter hosszú, 7,8 méter széles és 4,8 méter magas elektromos akkumulátorral működő 300 utast szállító „alagútbusz”, amely kötött pályán (sineken) közlekedik (*Transit Elevated Bus, TEB*). Előnye, hogy kiméli a környezetet, magassága miatt nem foglal el helyett az utakon és képes arra, hogy az úton két sávban közlekedő autók fölött elhaladjon, vagy lehetővé teszi, hogy alatta autók haladjanak el.

Az elektromos autóipar mellett jelentős előrelépést mutat a német elektromos kerékpár ipar (*E-Bikes*) is, amelynek termelése már meghaladta az egy milliót. Jelentős fejlesztések várhatók a „töltőállomások” infrastruktúrájának kiépítésében is; Berlinben 10 ezer „töltőállomás” kiépítése várható a közeljövőben. A német energiaváltást J. Rifkin amerikai szociológus, ökonómus a gazdasági- és atomkorszak után a „harmadik ipari forradalomnak” nevezi.

Az energiaváltás a repülőgép-iparban is jelentős változásokat eredményezhet. A 2030-ra megépülő „Progress Eagle” három emeletes óriás repülőgép – amely Oscar Vinals spanyol tervező nevéhez fűződik – szénszálas műanyagból, alumíniumból, titánból és kerámialapocskákból készül. A „szuperjumbó” szárnyain és a törzs felső részén több száz napelem-táblát helyeznek el; a gép farokrészénél a legnagyobb üzemanyag-cellás motor leszálláskor és/vagy süllyedésnél szélturbinává alakul, a levegő hajtáná a motor lapátjait, amelyek áramot termelnének. Az üzemanyag-cellás gépek, forradalmasíthatják a repülőgép-gyártást, és gyors elterjedésüket még a repülőterek jelenlegi infrastruktúrája nehezíti (Anonymus 2016d).

Az elektromos mobilitás történetéhez tartozik, hogy már a robbanó motoros járművek használata előtt Jedlik Ányos (1800-1895) bencés szerzetes, fizikus, a Magyar Tudományos Akadémia tagja, a Pesti Egyetem Bölcsészettudományi Kar rektora világra szóló eredményeket ért el az elektromosság kutatása területén (például dinamó, villamos motorkocsi stb.). 1828-ban építette meg a világ első elektromos hajtású autómódeljét.

A magyar kormány 2015 szeptemberében jelentette be a Jedlik Ányos-tervet és a hozzá kapcsolódó Jedlik Ányos-cselekvési tervet, amely tartalmazza az elektromos közlekedéshez tartozó infrastruktúra kérdéseit is. 2016-ban elkezdődött Győrben az Audi Hungaria Motor Kft. új gyárának építése. Az Audi tervei szerint ez lesz a villamos meghajtású motorok gyártásának központja. Az elektromos autók gyártásának növekedésére tekintettel (szerte a világban) figyelemre méltó, hogy a dél-koreai Samsung cég Gödön (Magyarország) elektromos vezérlésű járművek részére akkumulátorok gyártását kezdi meg, és 2018-ra éri el teljes gyártókapacitását (50 ezer/év). Az elektromos autók üzemeltetéséhez tartoznak a „villámtöltő” berendezések telepítései az autópályák mentén és a megyei jogú városokban is. Az M7-es autópálya Székesfehérvár-i pihenőjében újabban megnyitott térítés nélküli, 400 voltos, max. 22 kW kapacitású töltőállomás 60 perces töltési időt tekintve lehetővé teszi a Balaton

nyugati medencéjébe (Siófok-Fonyód-Hévíz) történő biztonságos eljutást. Kaposvár megyei jogú városban 2017-ben hét elektromos gépjárművek töltésére szolgáló állomást építenek, amelyre a Jedlik Ányos terv keretében 30 millió Ft áll rendelkezésre (Szita Károly, 2016 szóbeli közlés).

A Nemzetgazdasági Minisztérium (NGM) nemrég hozta nyilvánosságra, hogy az önkormányzatok autónként 2-3 millió forint összegben pályázhatnak (max. 12 millió Ft értékhatárig) elektromos autótöltő állomások létesítésére, amely jelentős hozzájárulás a tisztán elektromos üzemű gépjárművek elterjedéséhez. A Nemzetgazdasági Minisztérium szerint jelenleg már több mint 1000 elektromos meghajtású (zöld rendszámú) autó közlekedik a magyarországi utakon és 2020-ig a tervek szerint 30 ezer elektromos autó forgalomba állítása a célkitűzés. Ennek eléréséhez – német példa alapján – 1,5 millió Ft/autó vásárlási kedvezmény jár, ui. az ingyenes parkolás nem eléggé ösztönző.

A magyarországi Jedlik Ányos-terv a hazai elektromos mobilitást tűzte ki. Magyarországon, 2014 tavaszán került bemutatásra az EVOPRO-csoport – 32 céget tömörítő magyar tulajdonú multinacionális cég – saját fejlesztésű villamos midibuszának prototípusa. Az elektromos (e-busz), földgáz- vagy hibridhajtású busz sorozatgyártása esetén jó megoldást kínál a fokozott környezetvédelem alatt álló városrészek (például Budapest, Budai vár) közlekedésében. Igazi áttörést jelent az INTER TAN-KER Zrt. 2002-óta fejlesztett és gyártott környezetkímélő, elektromos midibusza, amely 2013-ban megkapta Nemzeti Közlekedési Hatóság közúti közlekedésre alkalmas minősítését. Az egy feltöltéssel elérhető hatótávolsága 300 km, amely alkalmassá teszi a közösségi közlekedésben való használatra. 2014. május 22-én mutatták be a győri Széchenyi István Egyetemen az utcai közlekedésre is alkalmas kétszemélyes autó prototípusát. A SZElectra nevű autó 340 kg-os, akkumulátorral működik, 50 km, illetve újabb telep beszerelésével 200 km megtételére alkalmas.

VII. A magyar agrár-felsőoktatás és -kutatás alapjai a 18. és a 19. században

„Mi magyarok nem vagyunk olyan gazdagok nagy emberekben, hogy könnyelmű felületességgel elhanyagolhatnók őket. Kell, hogy emléküket tiszteljük, hagyatékukat szerető gonddal őrizzük. Az angoloknak nagyjaik számára megvan a Westminster Apátságuk, a franciáknak a Pantheonjuk. Mi csak szellemiünkben tudunk pantheont készíteni nagy íróink, politikusaink, tudósaink emlékének.”
Holenda Barnabás (1896-1967)²⁴

1. Az alapok

A 18. század második felében a magyar agrár-, kertészeti- és erdészeti oktatás európai és világviszonylatban is az elsők közé tartozott. Az 1760-as években a bécsi *Theresianum*, majd 1777-ben Nagyszombatról Budára helyezett jezsuita alapítású egyetem tanáraként Mitterpacher Lajos (1734-1814) a mezőgazdasági ismeretek elterjesztésében 1777-ben megjelent „*Elementa rei rusticae in usum academiaram Regni Hungariae. Pars 1. Buda: Typis Regiae Univ. 1777, Praefatio*” című könyvével elévülhetetlen érdemeket szerzett. Ő volt a mezőgazdasági tudomány úttörőinek egyik legkiemelkedőbb professzora. Tanítványai közül legnagyobb hírnévre tett szert Nagyváthy János (1755-1819), aki a keszthelyi Georgikon létesítésének is kezdeményezője, és nemcsak Festetics György (1755-1819) gróf uradalmának főtisztje és szellemiségének követője, hanem barátja is volt. A kor egyik legnagyobb műveltségű embere nemcsak mintegy 600 kötetet számláló könyvtárral rendelkezett, hanem jelentős szakíró is volt. Legismertebb könyvei közé tartozott, „A szorgalmatos mezei gazda” (Pest, 1791); a „Magyar házi gazdaasszony” (Pest, 1820); a „Magyar gazdaszt” (Pest, 1821); a „Magyar Practicus Termesztő” (Pest, 1821); a „Magyar Practicus Tenyésztő” (Pest, 1822). A Georgikon első tankönyve volt az az „instrukciókat” tartalmazó kiadvány, amely a gazdasztok számára a gazdálkodással kapcsoltban szolgálati utasítást tartalmazott.

Az első hazai tanügyi szabályzat a *Ratio Educationis (I. Ratio)* – amelyet Nemere (2005) szerint a „nevelésmániás” császárnő-királynő Mária Terézia (1717-1780) vezetett be 1777-ben azzal a megjegyzéssel, hogy „az oktatásügy politikum és az is marad” (*Das Schulwesen ist und bleibt allzeit ein Politicum*) – alapelve az volt, hogy „Ne terheljék a tanulók fejét olyasmivel, aminek az életben nem tudják hasznát venni.

²⁴Jedlik Ányos természettudós és feltaláló köszöntése (1967).

Az iskola tanítsa azt, ami az ipar, a kereskedelem és a mezőgazdaság úzéséhez nélkülözhetetlen”. Ebben az első tanügyi szabályzatban a mezőgazdasági oktatásról több paragrafus is intézkedett [például a mezőgazdaságtan (*oeconomia rustica*) „dicséretét emlegetni, sokszoros hasznát és széles körű előnyeit ajánlani felesleges”]. Az első mezőgazdasági tanszéket (*theoria oeconomia ruralis*) a Nagyszombatról (ma Trnava, Szlovákia) Budára helyezett jezsuita alapítású egyetemen hozták létre 1777-ben, amely a *Ratio Educationis I* kiemelkedő intézkedése volt. A tanszéket Mitterpacher Lajos jezsuita természettudós vezette. A mezőgazdaságtan keretei között oktatták a földművelést, a dohány-, komló- és szőlőtermesztést, a rétgazdálkodást, a talajművelést, állattenyésztést és a termék feldolgozást, illetve -tartósítást.

A 18. század végén a szarvasi Középponti Gazdaképző Intézet (1777), a keszthelyi Georgikon (1797), majd a 19. század elején a magyaróvári Gazdaságbéli Intézet (1818) voltak a magyar agrároktatás úttörő intézményei. Európai- és világviszonylatban is Magyarországon az agrároktatás az elsők között volt, amely kisebb-nagyobb megszakításokkal akadémiai-, majd főiskolai- és egyetemi keretben folytatott mezőgazdasági képzést.

A 19. században Mitterpacher Lajos halála előtt 1806-ban megszületett a *II. Ratio Educationis (II. Ratio)*, amely megerősítette a Budára helyezett jezsuita alapítású egyetem önálló mezőgazdasági tanszékét és tartalmazta a mezőgazdasági értelmiség képesítésével kapcsolatos rendelkezéseket (például a professzori állást doktorátushoz kötötték és jelentős teret szenteltek a gyakorlati képzésnek). A 19. század elején 1808-ban jött létre az Erdészeti Tanintézet, amely az 1735-ben alapított selmecebányai Bányászati-kohászati Iskola (*Berg-Schola*) (1770-től selmecebányai Bányászati Akadémia) mellett kezdte meg működését. A szarvasi, a keszthelyi és a selmecebányai intézmények teremtették meg a hazai agrár-felsőoktatást, amelynek kialakulását és fejlődését egy korabeli erdész-mottó jellemzi: „...magból lesz a mogyoró, makkból a büszke égre törő tölgy, jelentéktelen semminek hinnéd, mi fává terebélyesedik később (*E nuce fit corylus, ex glande ardua quercus/ Exiguum nihil esse putes, quod crescere possit*)” (vö.: Majer, 1977).

1848-ban Eötvös József (1813-1871) akadémikus, a Batthyány-kormány Vallás- és Közoktatásügyi minisztere és munkatársai elkészítették a Magyar Egyetem Alapszabályai című törvénytervezetet, amely tulajdonképpen kimondta az egyetemi karok teljes egyenjogúságát, a tanárok részére az önálló tudományos kutatás szabadságát és a tudományos meggyőződés szabad megnyilvánulását, valamint a magántanári intézmény létrehozásával biztosította a tudományos utánpótlást.

A 19. században eltérő fejlődési fázison átesett és különböző hely- és névváltozásokkal erdészeti (bányászati), mezőgazdasági és kertészeti felsőbb tanintézmények jöttek létre: selmecebányai Bányászati Akadémia, Erdészeti Tanintézet (1808), magyaróvári Gazdaságbéli Intézet (1818, amelyet 1874-ben akadémivá szerveztek át), selmecebányai Császári és Királyi Bányászati és Erdészeti Akadémia (1846), Császári és Királyi Gazdasági Felsőbb Tanintézet (Óvár 1850), a Haszonkertészeket Képző Gyakorlati Tanintézet (1853) – amelynek alapjait Entz Ferenc (1805-1877) a magyar borászat tudományos megalapozója rakta le –, a Vinczellér- és Kertészképző Gyakorlati Tanintézet (1860). Az 1867-es kiegyezés után az önálló Magyar Vallás- és

Közoktatásügyi Minisztérium (VKM) a tanügy korszerűsítése során Keszthelyen (1868), Debrecenben (1868), Kolozsváron (1868) és Kassán (1874) középfokú gazdasági tanintézeteket állított fel. Az Országos Magyar Gazdasági Egyesület Budai Vinczellér- és Pincemestereket Képző Tanintézet (1869) után 1874-ben Magyar Királyi Gazdasági Tanintézetek (Keszthely, Kassa, Debrecen, Magyaróvár) jöttek létre; ezeket követte a Budapesti Magyar Királyi Állami Vinczellérképezde (1880), a Magyar Királyi Kertészeti Tanintézet (1894), a selmebányai Magyar Királyi Bányászati és Erdészeti Főiskola (1894) felállítása.

2. A „Nagy Tanári Kar” és az utódok

A 20. századi „Tudós Tanárok és -Kutatók” a hazai egyetemeken és kutatóintézetekben a magyar agrár-, kertészeti és erdészeti tudományokban és az azokhoz szűkebb értelemben kapcsolódó (agrokémia, biofizika, biológia, botanika, élelmiszer-kémiai, biokémiai, mikrobiológia, molekuláris biológia, növényélettan, növényi genetika, növényi biotechnológia, növénynevelés, növénytermesztés, vetőmagtermesztés, növényvédelem, talajtan) és tágabb értelemben köthető (agrártörténelem, agrometeorológia, hidrobiológia, kutatási módszertan, matematikai modellezés) tudományterületeken is kimagasló eredményeket értek el (vö.: Sági, 1972; Czímber és Horváth, 1993; Walleshausen, 1993, 1995; Bognár, 1994; Fehér et al., 1996; Huzián, 1999; Horváth 2005, 2007, 2008, 2012a,b,c,d; Marx, 2000; Kuroli, 2007; Mastalirné Zádor, 2008; Pőr és Zsidi, 2008; Zalainé Kovács et al., 2003; Szász et al., 2003; Marton, 2008; Németh, 2009; Faragó, 2012; Hargittai, 2006, 2011; Hargittai és Hargittai, 2015, 2016; Neumann Whitmann von, 2016).

Jelen munkával – amely visszaemlékezés mindazokra, akik a magyar agrár-, kertészeti és erdészeti oktatás és -tudomány 20. századi letéteményesei voltak – választ szeretnék adni az évszázadokon át végighúzódó kérdésre, amelyet Kempis Tamás (Thomas Hemerken, 1379-1471) németalföldi teológus a 15. században „*De imitatione Christi*” (Krisztus követése. Ecclesia, Budapest 2008) c. klasszikus művében feltett: „Mondd meg csak hol vannak most azok, akiket jól ismertél amikor még éltek, és tudományuk miatt tündököltek? Javadalmuk másokra szállt: s nem tudom, egyáltalán emlékeznek-e rájuk Míg éltek, úgy látszott, nem akárhány, most hallgat róluk a világ.”

2.1. A magyar agrár-, kertészeti és erdészeti oktatás és tudomány 20. században született és a 21. század elején élt kiválóságai^{25,26}

Bacsa Pál*	1921	2009	növénynevelés
Bacsó Nándor	1904	1974	agrometeorológia
Bagotai István	1904	1972	botanika
Bajai Jenő	1914	1996	növénytermesztés
Bakonyi Károly*	1921	2010	növénynevelés
Balás Géza	1914	1987	kertészet
Balázs Ferenc*	1913	2012	növénynevelés
Balázs Sándor*	1925	2016	kertészet
Balla László*	1933	2014	növénytermesztés, növénynevelés
Balogh János*	1913	2002	biológia
Barabás Zoltán	1926	1993	növénynevelés
Barabits Elemér*	1921	2003	növénynevelés
Baráth Zoltán	1924	1982	botanika
Barcsay László*	1930	2015	erdészet
Barcsák Zoltán*	1920	2006	növénytermesztés
Barna Béla	1931	1979	növénynevelés
Barsy Sarolta	1903	1980	növénynevelés
Barta Ernő	1919	1963	erdészet
Baskay-Tóth Bertalan	1903	1976	növénytermesztés
Bauer Ferenc*	1919	2003	növénynevelés
Baytay Iлона	1943	1992	növénynevelés

²⁵A felsorolásban igyekeztem mindazon tudósok nevét megemlíteni, akik a 20. században éltek, és akik szűkebb értelemben a legnagyobb befolyást gyakorolták az agrár-, kertészeti- és erdészeti tudományokra, és tágabb értelemben ezek társtudományainak fejlődésére. A *-gal jelölt személyek 2000. év után az elmúlt közeli években hunytak el, és szakmai munkásságuk a mai fiatal kutatók számára is példát jelent. Nagyrabecsüléssel tölt el azoknak a tudósoknak az ismertsége, akik ugyan 1900 előtt születtek, de oktatói, tudományos tevékenységüket az 1900-as években fejtették ki: Arany Sándor (1899-1984), Csapody Vera (1890-1985), Di Gléria János (1899-1976), Gulyás Antal (1884-1980), Haracsi Lajos (1898-1978), Hauser János (1891-1964), Horn Miklós (1899-1965), Husz Béla (1892-1954), Jávoroka Sándor (1883-1961), Jeszenszky Árpád (1896-1988), Kadocsa Gyula (1880-1962), Keller Oszkár (1882-1955), Kemenessy Ernő (1891-1985), Kreybig Lajos (1875-1956), Kocsis Pál (1884-1967), Mohácsi Mátyás (1881-1970), Péntes Antal (1895-1984), Obermayer Ernő (1888-1969), Surányi János (1886-1965), Szent-Györgyi Albert (1893-1986), Teichmann Vilmos (1898-1967), Terényi Sándor (1897-1987), Uzonyi Ferenc (1884-1972), Villax Ödön (1899-1964), Vladár Endre (1888-1967) és Westsik Vilmos (1883-1976).

²⁶Néhány személyi adat megküldésért köszönetemet fejezem ki: Bedő Zoltán (Martonvásár), †Csősz Lászlóné (Szeged), Faragó Sándor (Sopron), G. Tóth Magdolna (Budapest), Gyuricza Csaba (Gödöllő), Helyes Lajos (Gödöllő), Hornok László (Gödöllő), Jolánkai Márton (Gödöllő), Kajdi Ferenc (Mosonmagyaróvár), Kiss József (Gödöllő), Koncz Csaba (Martonvásár), Lencse Tamás (Keszthely), Mesterházy Ákos (Szeged), Mézes Miklós (Gödöllő), Nagy János (Debrecen), Neményi Miklós (Mosonmagyaróvár), Németh Attila (Mosonmagyaróvár), Osváth Zsolt (Budapest), Palkovics László Amand (Budapest), Pepó Péter (Debrecen), Várallyay György (Budapest) és Veisz Ottó (Martonvásár).

Bánki László	1915	1991	növényvédelem
Bálint Andor*	1920	2006	genetika
Bánó István	1917	1995	erdészet
Beczner László	1938	1988	növényvédelem
Beke Ferenc	1914	1988	növénynevelés
Belák Sándor	1919	1978	növénytermesztés
Bencze Lajos*	1912	2007	erdészet
Benedek Attila	1916	1995	erdészet
Berend István	1904	1994	növényvédelem
Berényi Dénes	1900	1971	agrometeorológia
Berényi János*	1954	2014	növénynevelés
Berzsenyi-Janosits László	1903	1982	növénynevelés
Besada, Waheeb Hanna	1935	1995	növényvédelem
Bezzegh László	1917	1990	erdészet
Béky Albert	1907	1973	erdészet
Béldi Ferenc	1927	1986	erdészet
Birck Oszkár	1916	1980	erdészet
Bocz Ernő*	1920	2010	növénytermesztés
Bócsa Iván*	1926	2007	növénynevelés
Bognár Sándor*	1921	2011	növényvédelem
Bordás Sándor	1915	1988	növényvédelem
Boros Rezső	1925	1968	kertészet
Bozai József*	1937	2009	növényvédelem
Böjtös Zoltán	1916	1987	növénynevelés
Brózik Sándor*	1951	2014	növénynevelés
Csapody István*	1930	2002	botanika
Csák Zoltán	1903	1974	növénynevelés
Cselőtei László*	1925	2012	kertészet
Csepregi Pál*	1924	2002	kertészet
Csetneki András	1929	1993	növénynevelés
Csizmazia-Darab József*	1918	2013	növénynevelés
Csorba Zoltán	1904	1981	növényvédelem
Csász Lászlóné*	1952	2016	növénynevelés
Czímber Gyula*	1936	2008	botanika
Cziráki József	1928	1992	erdészet
Daniel Lajos	1913	2000	növénynevelés
Dániel Lajos	1902	1978	kertészet
Debreczeni Béla	1930	1991	agrokémia
Derera Miklós*	1919	2011	növénynevelés
Dezső György	1918	1988	növénytermesztés

Diófási Lajos*	1929	2012	növénynevelés
Dobos Tibor*	1931	2008	erdészet
Dohy János (id.)	1905	1990	növényvédelem
Dolinka Bertalan*	1932	2012	növénynevelés
Domokos (Dorscher) János	1904	1978	kertészet
Dorogi Imre	1934	1997	agrokémia
Dóry Lajos	1904	1977	növénynevelés
Ecker István	1923	1998	növénytermesztés
Egerszegi Sándor	1920	1974	talajtan
Eifert József*	1923	2015	kertészet
Eperjesi Imre*	1930	2015	kertészet
Erdei Péter*	1928	2001	növénynevelés
Erdélyi Károly*	1924	2004	növényvédelem
Éces Károly*	1951	2014	biológia, ökotoxológia
Faragó Mihály*	1920	2007	növénynevelés
Farkas Gábor	1925	1986	növényélettan
Farkas Gáborné (Riedel Lucia)*	1921	2015	botanika
Farkas József*	1932	2005	növénynevelés
Farkas József*	1933	2014	élelmiszerkémia, mikrobiológia
Farkas Tibor*	1929	2003	kémia, biokémia
Farkas Vilmos	1915	1983	erdészet
Faust Miklós	1927	1998	kertészet
Fekete Zoltán	1911	1988	talajtan
Ferdinánd Dezső	1915	1996	kertészet
Ferenczy Lajos*	1930	2004	mikrobiológia
Filep György*	1932	2003	talajtan
Fótos Jánosné* Kádár Katalin	1950	2010	növénynevelés
Frenyó Vilmos	1908	1998	növényélettan
Friedrich Péter*	1936	2013	kémia, biokémia
Garay András*	1926	2005	biofizika
Garayné Szilvay Margit*	1930	2012	növénynevelés
Gál János*	1928	2001	erdészet
Gergács József*	1938	2008	erdészet
Gergely János*	1925	2008	mikrobiológia
Gesztelyi Ferenc	1900	1983	kertészet
Gondola Iván	1922	1970	botanika
Gráczol Géza*	1924	2002	növénynevelés
Gránicz György*	1938	2015	növénytermesztés

Gruber Ferenc	1905	1971	növénynemesítés (gyepgazdálkodás)
Gubicza Józsefné*	1931	2011	növénynemesítés
Gunda Mihály	1918	1989	erdészet
Györffy Barna	1911	1970	genetika
Györffy Béla*	1928	2002	növénytermesztés
Györfi János	1905	1966	erdészet
Györfi Júlia*	1949	2012	növénynemesítés
Györi Dániel*	1924	2012	talajtan
Hadlaczky Gyula*	1948	2013	genetika
Hajdú Frigyes	1917	1997	növényvédelem
Halász Tibor	1926	1990	növényvédelem
Hargitai László	1930	1996	talajtan
Hargitai Tibor	1925	1994	növényvédelem
Harnos Zsolt*	1941	2009	matematikai modellezés
Hausz Mihályné*	1919	2006	növényvédelem
Helmeczi Balázs*	1928	2012	mikrobiológia
Herczeg Márton	1936	1987	növénynemesítés
Herneckzi István	1920	1986	erdészet
Herpay Imre*	1924	2007	erdészet
Hidvégi László	1910	1976	agrokémia
Hiller István	1934	1993	erdészet
Hinfiner Kálmán	1906	1976	növényvédelem
Holló János*	1919	2012	élelmiszer-tudomány
Hollósi Szilárd*	1952	2001	növénynemesítés
Holly László*	1943	2015	botanika
Homonnay Ferenc*	1917	2006	növényvédelem
Hortobágyi Tibor	1912	1990	biológia
Horváth Adolf Olivér*	1907	2006	botanika
Horváth János	1910	1970	mikrobiológia
Horváth László Csaba	1964	2000	növényvédelem
Horváth Sándor*	1937	2014	növénytermesztés, növénynemesítés
Hunyadi Károly	1945	1998	növényvédelem
Huzián László	1923	1996	növényvédelem
Igmándy Zoltán	1925	2000	erdészet
Illés Terézia*	1937	2014	növénytermesztés (üzemtan)
I'so István Vince	1909	1982	növénynemesítés
Iván József*	1943	2003	növénynemesítés
Jablánczy Sándor	1908	1999	erdészet

Jakucs Pál	1928	2000	biológia, ökológia
Jánossy Andor	1908	1975	növénytermesztés
Járainé Komlódi Magda*	1931	2012	botanika
Járányi György	1922	1997	agrometeorológia
Jeanplong József*	1919	2006	biológia
Jenser Gábor*	1930	2015	növényvédelem
Jermy Tibor*	1917	2014	növényvédelem
Josepovits Gyula*	1922	2005	kémia, biokémia
Józsa László	1938	1986	növénytermesztés
Kapás Sándor	1922	1998	növénytermesztés
Kaptás Tibor*	1932	2014	növényvédelem
Kapeller Károly*	1932	2005	növénynemesítés
Kaszab Zoltán	1915	1986	biológia
Káldy József	1920	1983	erdészet
Kárpáti István	1924	1989	botanika
Kárpáti Istvánné*	1927	2011	botanika
Kárpáti Zoltán	1909	1972	botanika
Kecskés Mihály*	1921	2013	mikrobiológia
Kecskés Sándor	1926	2000	erdészet
Keresztesi Béla*	1922	2001	erdészet
Keresztény Béla	1924	1980	agrokémia
Keve András	1909	1984	biológia
Király László*	1930	2004	erdészet
Kisfalusi Ferencné Ahatova Tatjana	1945	1984	növényvédelem
Kiss Árpád*	1916	2001	növénynemesítés
Kiss Ernő	1929	1999	növénynemesítés
Kiss Ignác	1900	1969	erdészet
Klement Zoltán*	1926	2005	növényvédelem
Klimes-Szmik Andor	1910	1985	talajtan
Koch Gyula	1916	1998	erdészet
Kolbai Károly	1901	1972	növénytermesztés
Koleda István*	1926	2001	növénynemesítés
Kollányi (Kollároovits) László*	1934	2006	növénynemesítés
Koltay Árpád	1920	1987	növénytermesztés
Koltay György	1900	1961	erdészet
Koltay Árpád	1920	1987	növénytermesztés
Komlósi Csilla Augusztá*	1945	2013	növénynemesítés
Komlóssy György	1900	1984	növényvédelem
Komoróczy Rudolf*	1971	2002	molekuláris biológia

Kondorosi Ádám*	1946	2011	biológia
Kopeczky Ferenc	1911	1978	növénynevelés
Koppányi Tibor*	1926	2001	növényvédelem
Kosáry Domokos*	1913	2013	agrártörténelem (történelem)
Kovács András	1924	1988	növénytermesztés
Kovács Gábor*	1925	2007	növénynevelés
Kovács Gábor*	1955	2011	növénynevelés
Kovács Géza*	1956	2012	növénynevelés
Kovács Illés	1919	1997	erdészet
Kovács István*	1922	2015	növénynevelés
Kovács Jenő*	1930	2015	erdészet
Kovács Károly*	1926	2003	növénynevelés
Kovács Margit*	1930	2010	botanika
Kováts Zoltán*	1924	2010	növénynevelés
Kozár Ferenc*	1943	2013	növényvédelem
Kozma Pál*	1920	2004	növénynevelés
Kőhalmy Tamás*	1936	2003	erdészet
Kölös Gábor*	1922	2008	növényvédelem
Kőrös Lajosné* Balog Sarolta	1926	2009	növénynevelés
Kőrösmezei Csaba*	1942	2014	növényvédelem
Kurnik Ernő*	1913	2008	növénynevelés
Kuroli Géza*	1936	2016	növényvédelem
Kuthy Sándor	1904	1971	agrokémia
Lakatos András*	1925	2016	kertészet
Latkovics Györgyné*	1927	2014	talajtan
Láng Géza	1916	1980	növénytermesztés
Lehoczky János	1925	1993	növényvédelem
Lelley János*	1909	2003	növénynevelés
Mados (Kotzmann) László	1901	1945	talajtan
Magassy Lajos*	1929	2009	növénynevelés
Magyar János*	1911	2006	erdészet
Mahunka Sándor*	1937	2012	biológia
Majer Antal	1920	1995	erdészet
Makó Szabolcs*	1938	2009	növényvédelem
Maliga Pál	1913	1987	növénynevelés
Manninger G. Adolf	1910	1982	növényvédelem
Manninger István	1920	1990	növénynevelés
Maróti Mihály*	1917	2009	mikrobiológia

Martin Béla	1912	1990	talajtan
Matolcsy György	1920	1992	kémia, növényvédelem
Mándy György	1913	1976	biológia, botanika
Márk Gergely*	1923	2012	növénynemesítés
Márkus Ferenc*	1935	2003	növénynemesítés
Máthé Imre	1911	1993	botanika
Mátyás Vilmos	1911	1986	erdészet
Mendlik Géza	1937	1991	erdészet
Mészáros Károly*	1954	2007	erdészet
Mészöly Gyula	1910	1974	növénynemesítés
Mihályi Ferenc	1906	1997	biológia
Milinkó István*	1924	2014	növényvédelem
Mirkó Lajos*	1930	2003	agrokémia
Molnár Béla	1925	1998	növénynemesítés
Molnár Sándor*	1944	2014	erdészet
Moór Arthur	1923	1985	erdészet
Mudich Antal*	1929	2003	növényvédelem
Müller György (Georg Müller)*	1917	2004	talajtan
Nagy Bálint*	1930	2015	növényvédelem
Nagy Béla*	1926	2016	kertészet
Nagy György*	1926	2008	kertészet
Nagy Zsigmond*	1928	2013	növénynemesítés vetőmag-szaporítás
Nádasy Miklós*	1952	2010	növényvédelem
Náfrádi István	1924	1979	kertészet
Nechay Olivér	1913	1979	növényvédelem
Nemky Ernő	1909	1986	erdészet
Neuwirth János	1909	1975	erdészet
Németh János*	1931	2013	növénynemesítés
Németh Márton	1910	1986	kertészet
Nosticzius Árpád*	1934	2008	kémia, biokémia
Nyéki Jenő*	1919	2005	növénytermesztés
Nyujtó Ferenc	1922	1999	növénynemesítés
Okályi Iván	1900	1968	kertészet
Olgyay Miklós	1904	1958	kertészet
Ormos Imre	1903	1979	kertészet
Pagony Hubert*	1925	2003	erdészet
Pais István*	1923	2007	kémia
Pallay (Plauder) Nándor	1903	1983	erdészet
Pankotai (Iby) Gábor	1914	1997	erdészet

Papp Erzsébet*	1923	2011	botanika (illusztrátor)
Pántos György	1924	1986	erdészet
Pásztor Károly*	1924	2003	növénynevelés
Pál Gyula*	1929	2005	növénynevelés
Páter Károly	1900	1964	kémia, biokémia
Pecznik János	1914	1997	agrokémia
Pekáry Károly	1914	1984	talajtan
Penyigey Dénes	1909	1974	növénytermesztés
Petrasovits Imre	1925	1995	növénytermesztés
Petró Ede*	1941	2012	növényvédelem
Pintér Lajos	1947	1997	növénytermesztés
Podhradszky János	1914	1968	növényvédelem
Pogácsás György	1910	1977	növényélettan
Polgár Sándor	1914	1998	növényélettan
Pollhamer Ernő	1924	1998	növénynevelés
Ponyi Jenő*	1929	2014	hidrobiológia
Porpáczy Aladár	1903	1965	növénynevelés
Pozsár Béla	1922	1981	növényélettan
Priszter Szaniszló*	1917	2011	botanika
Probocskai Endre*	1913	2001	kertészet
Radnóczi Ferenc	1915	1979	kertészet
Ragasits István*	1945	2014	növénytermesztés
Rainiss Lajos	1916	1974	növényvédelem
Rajki Sándor*	1921	2007	növénynevelés
Rády Samir*	1941	2011	növénynevelés
Reichart Gábor	1917	1979	növényvédelem
Rédei P. György*	1921	2008	biológia, genetika
Réthy Béla*	1925	2010	vetőmag-termesztés
Révy Dezső	1900	1954	botanika
Roller Kálmán*	1913	2003	erdészet
Ruzsányi László*	1937	2003	növénytermesztés
Salánki János*	1929	2003	hidrobiológia
Sali Emil	1921	1985	erdészet
Sarkadi János*	1920	2006	talajtan
Sass Pál	1937	2000	kertészet
Sági Ferenc*	1927	2006	növényélettan
Sárdi Jenő*	1923	2014	növénytermesztés
Sáringer Gyula*	1928	2009	növényvédelem
Sárvári István	1923	1996	növénynevelés
Schmidt Gábor*	1944	2014	kertészet

Sedlmayer Kurt	1900	1965	növénynevelés
Simonné Kiss Ibolya*	1929	2015	növénynevelés
Simonyi Károly*	1916	2001	erdészet
Sipos Gábor	1903	1994	talajtan
Sipos Sándor	1925	1983	talajtan
Siroki Zoltán	1906	1987	botanika
Solymosy Ferenc*	1932	2010	kémia-biokémia, növényvédelem
Somkuti Elemér*	1923	2004	erdészet
Somos András	1911	1996	kertészet
Soó Rezső	1903	1980	botanika
Sopp László	1912	1993	erdészet
Sótonyi László*	1923	2009	növényi biotechnológia
Stefanovits Pál*	1920	2016	talajtan
Straub F. Brunó	1914	1996	kémia, biokémia
Sutka József*	1936	2010	növénynevelés
Sváb János	1922	1986	kutatási módszertan
Sváb Jánosné*	1923	2008	növénynevelés
Szabó Miklós*	1932	2014	növénytermesztés
Szabolcs Andrásné	1912	1984	növénytan
Szabolcs István	1924	1997	agrokémia
Szabolcs János*	1939	2010	növényvédelem
Szalai István*	1913	2012	botanika
Szalay György*	1928	2009	növénynevelés
Szalay-Marzsó László	1929	2000	növényvédelem
Szalmási Sándorné Dongó Ibolya	1927	1986	növénytermesztés
Szalva Péter*	1920	2002	növénynevelés
Szamák István*	1920	2010	növénynevelés
Szappanos András	1928	1995	erdészet
Szatala Ödön*	1924	2010	növényvédelem
Szederjei Ákos	1911	1991	erdészet
Szegi József*	1928	2009	talajtan
Szelényi Ferenc	1909	1991	talajtan
Szelényi Gusztáv	1904	1982	növényvédelem
Szendrey István*	1922	2005	erdészet
Szentgyörgyi László*	1929	2011	növényvédelem
Szepesi László	1930	1994	erdészet
Szepessy István*	1927	2015	növényvédelem
Széll Endre*	1941	2014	növénytermesztés
Szigeti István	1917	1995	növényvédelem

Sziklai Oszkár	1924	1998	erdészet
Szirmai János*	1909	2001	növényvédelem
Szodfridt István*	1930	2011	erdészet
Szontagh Pál*	1925	2008	erdészet
Szökő Gyula	1934	1974	növényvédelem
Szücs László	1916	1996	talajtan
Takács András*	1942	2004	növényvédelem
Tamássy István	1924	1995	növénynevelés
Terpó András*	1925	2015	botanika
Tétényi Péter*	1924	2009	botanika
Tihanyi Zoltán*	1931	2003	erdészet
Tomcsányi András*	1946	2014	növénynevelés
Tompa Károly*	1923	2002	erdészet
Tóth Benedek	1941	2000	mikrobiológia
Tóth Elek*	1911	2002	növénynevelés
Tóth Mihály	1900	1978	növénytermesztés
Tóth Zoltán	1931	1988	növényvédelem
Tuba Zoltán*	1951	2009	botanika
Tuskó László	1920	1984	erdészet
Ubrizsy Gábor	1919	1973	növényvédelem
Ujj Mészáros Károly*	1924	2012	növénytermesztés
Ujvárosi Miklós	1913	1981	botanika
Urbányi Jenő	1902	1945	növényvédelem
Varga György*	1936	2007	kertészet
Varga János	1926	1996	növénytermesztés
Vas Károly	1919	1981	élelmiszer-kémia (kertészet)
Vágó Mihály*	1925	2009	növénynevelés
Várallyay György (id.)	1900	1954	talajtan
Várhelyi István*	1925	2007	erdészet
Vecsey Tibor	1913	1977	agrokémia
Verő József	1904	1985	erdészet
Vezekényi Ernő	1900	1973	növénynevelés
Végh György*	1926	2001	kémia
Vinczeff Imre*	1923	2014	botanika, gyepgazdálkodás
V. Németh Mária*	1924	2011	növényvédelem
Vörös József	1915	1996	erdészet
Vörös József	1929	1991	növényvédelem
Walleshausen Gyula*	1923	2010	agrártörténelem (történelem)

Wellmann Imre	1909	1994	agrártörténelem (történelem)
Winkler Oszkár	1907	1984	erdészet
Zanathy Gábor*	1962	2015	kertészet
Zatykó Ferenc*	1938	2014	növénynevelés
Zólyomi Bálint	1908	1997	botanika
Zsoár Kálmán*	1922	2012	növényvédelem
Zsoldos Ferenc*	1927	2012	botanika

3. A Klebelsberg-i életmű a 20. században: Művelődés, tudomszervezés és iskola

A 20. század elején a kultusztárca költségvetése – amely 1902-ben 4%, 1908-tól több mint 5% és 1913-ban már 5,54% volt az állami költségvetésnek – kedvezően hatott a népiskolai programra, a köz- és a felsőoktatás fejlesztésére (Ujváry, 2014). Az I. világháború kitörésekor a kultusztárca költségvetése ugyan jelentősen mérséklődött (1914/1915-ben 1,85%, 1915/1916-ban 1,19%), de az 1867. évi kiegyezéshez viszonyítva (0,82%) reálértéke azonban változatlan maradt. Apponyi Albert (1846-1933) és Zichy János (1868-1944) akadémikusok rövid ideig tartó vallás- és közoktatásügyi minisztersége után Jankovich Béla (1865-1939) akadémikus, miniszter alapvető szerepet töltött be a magyar kultúrpolitika jövőbeli tervezésében. A Jankovics-koncepció kialakítására azonban csak az I. világháború befejezését követően a második Tisza-kormányban (1913-1917) került sor, amikor Klebelsberg Kunot (1875-1932) 1914 januárjától [ekkor már Bánffy Dezső (1843-1911) miniszterelnök (1895-1899) jóvoltából a miniszterelnökségen segédfogalmazói („fogalmazó segéd”), segédtitkári, titkári állást töltött be; a magasabb hivatalra jogosító rangot és állást 1907-ben miniszteri tanácsossá történt kinevezésével kapta meg] Vallás- és Közoktatásügyi Minisztérium adminisztratív államtitkárává nevezték ki (Palló, 2007). A kultuszminiszteri tárcát 47 évesen 1922. június 16-án kapta meg és 57 éves volt, amikor 1931. augusztus 24-én miniszteri tevékenysége befejeződött. Érdekes megjegyezni, hogy a miniszterelnökségi hivatalban töltött ideje alatt hat, mások szerint hét miniszterelnök mellett dolgozott: Bánffy Dezső (1895-1899), Széll Kálmán (1899-1903), Khuen-Héderváry Károly (1903), Tisza István (1903-1905), Fejérváry Géza (1905-1906), Wekerle Sándor (1906-1910), ismét Khuen-Héderváry Károly (1910-1912), Lukács László (1912-1913), és ismét Tisza István (1913-1917) (Izsák et al., 1993; Romsics, 2007; Ujváry, 2014).

A felsőoktatás ekkor már (1918-óta) négy tudományegyetemen, a Műegyetemen és számos főiskolán működött, de jelentősen megemelkedett a felsőfokú hallgatók létszáma is (az 1920-as években 15 ezer, az 1930/1931. évben több mint 16 ezer volt). A kultúrpolitika – tágabb értelemben benne az oktatás általában – prioritására jellemző, hogy a kultuszminisztérium támogatása 1922/1923-ban már 4,54%, 1923/1924-ben 7,27%, 1924/1925-ben 9,15%, 1926/1927-ben 9,30% volt az állami költségvetésből (Romsics, 1999). Klebelsberg Kuno szervezeti változtatásai között hangsúlyosan szerepelt

például az egyetemi tudósnevelés feltételeinek javítása, a külföldi magyar intézetek létrehozása, a Magyar Tudományos Akadémia helyzetének stabilizálása, tudományos állások szervezése stb. (Klebensberg, 1922; Kékes Szabó, 1996 és mások). A jelentős fejlesztéseket az indokolta, hogy 1921-től a Kolozsvári Egyetem Szegedre, a Pozsonyi Egyetem pedig 1923-ban Pécsre, a selmebányai Bányászati és Erdészeti Akadémia pedig Sopronba települt át. Klebensberg „egyetempolitikájának” egyik fontos szempontja az elcsatolt területekről Magyarországra kényszerült egyetemek megerősítése, a vidéki kulturális központok és egyetemek fejlesztése (vö.: Ladányi, 2000), és a Budapest-centrikusság decentralizációja volt, amelyet „kultúrgeográfiának” nevezett. Nagyrészt Klebensberg miniszterségének ideje alatt emelkedett a népiskola-építési program (például 441 tanterem, 221 tanítói lakás, 6856 népiskola az ország legelmaradottabb helyein), a polgári és középfokú oktatás (például az 5000-nél nagyobb létszámú községeket polgári iskola felállítására kötelezték; a polgári iskolát végzetek tovább tanulhattak középfokú tanító- és tanítóképző intézetekben, felső kereskedelmi- és mezőgazdasági iskolákban, vagy gimnáziumokban), és a felnőttoktatás (iskolán kívüli népművelés), amelynek elsődleges célja volt az alsóbb néposztályok analfabetizmusának csökkentése, a műveltség fejlesztése. Az 1930-as években már 20 379 népművelési előadó (8947 tanító, 2044 tanár, 2 589 lelkész, 2015 orvos és 4784 egyéb foglalkozású) segítette ezt a munkát (Ujváry, 2014). A gimnáziumok elitképző intézmények voltak; az öt „marslakó” három különböző gimnáziumba járt, a hét magyar, illetve magyar származású Nobel-díjas pedig hét gimnáziumban tanult (Hargittai és Hargittai, 2015, 2016).

Klebensberg miniszterségének ideje alatt nevéhez fűződik tk. a Pécsi, a Debreceni, a Szegedi Klinikák felépítése (1922-1927), a Testnevelési Főiskola (ma egyetem) 90 évvel ezelőtti, a svábhegyi Csillagvizsgáló Intézet (1926) és a tükrös teleszkóp (1928), a tihanyi Limnológiai Kutatóintézet (ma MTA Ökológiai Kutatóközpont, Balatoni Limnológiai Intézet) 1927. évi, az Országos Közegészségügyi Intézet (1927), a szegedi Fogadalmi templom (1930), a Nemzeti Emlékcsarnok (*Pantheon*) és a Nemzeti Megújulás Emlékmű felavatása. Erre az időre esett a Szegedi Ünnepi Játékok Dóm téri indulása is (1931. június 13). Klebensberg Kuno álma volt egy Természettudományi Központ, a „magyar Dahlem” (Dahlem, Berlin külvárosa, ahol a világhírű Berlin-Dahlem-i kutatóintézet van) felépítése Budapest-Lágymányos területén. Mint ismert ez az elképzelése akkor Budapest ellenállása miatt nem valósulhatott meg.

Klebensberg Kuno 1925 februárban tartott egyik előadásában a következőket mondta: „Szeretném a köztudatba belevinni, hogy a trianoni béke következtében lefegyverzett Magyarországon a kultusztárca voltaképpen honvédelmi tárca is. Honvédelmi tárca olyan értelemben, hogy most elsősorban a szellem, a művelődés fegyvereivel kell védeni hazánkat és ezekkel az eszközökkel kell mindig újból és újból bebizonyítanunk a világ nemzetei előtt, hogy a magyar viszontagságos életének második ezer esztendejében is életképes, erős és, hogy bántani nagy történelmi igazságtalanság” (Klebensberg, 1927; vö.: Miklós, 2008; Ujváry, 2014).

Klebensberg Kuno rövid életének utolsó éveiben az Alföld fejlesztésének kérdéseivel, a magyar kultúra nemzetközi megítélésének jobbításával, az intézményrendszerek korszerűsítésével foglalkozott. Az 1920-as évek végén, 1928-ban 1500 népkönyvtárat

létesített, 1929-ben megnyitotta a római *Collegium Hungaricumot*, 17 mezőgazdasági népiskolát és több elemi iskolát alapított. 1930-ban felavatta a Nemzeti Sportuszodát (Hajós Alfréd Sportuszoda) a Margit-szigeten. Miniszterségének nyolc éve alatt számos elképzelése valósult meg, és ezek között talán a legfontosabb volt az általa kezdeményezett „humán tőkébe” történt befektetések magas összege, amely „olyan jelentős gazdasági tényező, mint a termelési eszközökben megjelenő tőke felhalmozása” (Ujváry, 2014).

Váry Albert (1875-1953) koronaügyész-helyettes (1921), országgyűlési képviselő (1926-1939) Klebelsberg Kunot – halálát (1932. október 12.) követő gyászbeszédében – olyan nyugat-európai kultúrembernek nevezte, aki „kultúrköveteivel”, a magyar tudósokkal, művészekkel, írókkal és sportférfiakkal a magyar kultúrát világéretté emelte (Váry, 1932; cit. Miklós, 2008). Életművének folytatását a mezőgazdasági válság okozta hatások lefékeztek, a gazdasági recesszió következtében a kultusztárcát – benne Klebelsberg Kunot – „költekezése” és „luxuskiadásai” miatt méltatlan támadások érték, valamint azért is támadták, hogy Magyarország jövőjét a művelt, a közösséget, a nemzetet és a vele akkoriban egynek gondolt államot szolgálni kész és képes középosztályra alapozta. Huszti (1942) Klebelsberg Kuno életrajz-írója a következőket írta: „Klebelsberg küldetéses ember volt: földünkre küldetett, hogy legmélyebb elesettségünkben a magyar kultúra értékeinek megmentésével és további gyarapításával nemzeti balsorsunkkal szemben elszántan felvegye a harcot.”

A II. világháború befejezését követően – a diktatúra éveiben – Klebelsberg Kuno életművéről nem, vagy csak elítélően lehetett hallani (beszélni). Glatz Ferenc művelődésügyi miniszter (1989-1990), majd később a Magyar Tudományos Akadémia tagja (1993), elnöke (1994, 1996-2002), az Európai Akadémia (London), az Európai Tudományos és Művészeti Akadémia (Párizs, Salzburg) tagja, az újkori európai művelődéstörténet, tudománytörténet, kultúrpolitika kiemelkedő személyiségének köszönhető, hogy művelődési miniszterként „Tudomány, kultúra, politika. Gróf Klebelsberg Kuno válogatott beszédei és írásai (1917-1932)” c. műben (vö.: Glatz, 1990) elsőként megtörte az évtizedekig tartó Klebelsberg Kunot „elhallgató homályt”, aki hangsúlyozta Klebelsberg progresszív kultúrpolitikai tevékenységét, inkluzíve a közoktatás és a magasabb tudományok együttes fejlesztését, a népművelést és a magyar hagyományok és sajátosságok ötvözését az európai értékekkel.

Jókai Anna az Írószövetség elnöke (1990-1992), a Széchenyi Irodalmi és Művészeti Akadémia alapító tagja, Kossuth-díjas (1994), Magyar Örökség díjas (1998), a Magyar Érdemrend nagykeresztjével (2012), Kossuth-nagydíjjal (2014) kitüntetett író „Klebelsberg Kuno emlékezete. A tehetség nem előjogok forrása” c. írásában hangsúlyozta: „Klebelsberg Kuno hazaszeretete hiteles és kikezdzhetetlen. Korokon ível át, nem elévülő és nem elavuló, mert minden szélsőség között – vagy inkább fölött – a mérleg nyelvét tapintotta ki”. Hivatkozik Klebelsberg „nemzetféltő” kijelentésére, amelyben nem az egypártrendszeri önkényre célzott, hanem a nemzet összefogására: „Én nem tagadom, valóságos ellenszenvet érzek a párttorzsalkodásokkal szemben. Arra a meggyőződésre jutottam, hogy olyan súlyos helyzetben lévő nemzetnek, mint amilyenben most a magyar van, voltaképpen nem is volna szabad pártokra szakadnia.” Áttörést jelentett a Klebelsberg-életmű értékelésében a 2005. évi piliscsabai *Stephaneum*-ban

rendezett Kultúra és Nemzetpolitika c. tanácskozás is, amelyet Klebelsberg Kuno születésének 130. évfordulójára rendeztek. A tanácskozáson mintegy ezer résztvevő közül Pálinkás József akadémikus hangsúlyozta: „A kultúra nem állapot, hanem feladat, áldozatosan kimunkált rendezettség, amely az egyénnek biztonságot, szabadságot ad, a kultúra hiánya viszont káoszt, bizonytalanságot, kiszolgáltatottságot szül”. Glatz Ferenc akadémikus előadásában hangsúlyozta, hogy Klebelsberg Kuno a miniszteri címet nem hatalmi, politikai pozícióként, hanem az állam és a nemzet szolgálatáért értelmezte. Rámutatott arra, hogy bár konzervatív politikus volt, apai ágon arisztokrata, ennek ellenére bármilyen párt tagjával hajlandó volt egy asztalhoz ülni, kész és képes volt szót érteni.

Klebelsberg Kuno szellemi nagyságát, államférfiúi erejét jövőbe mutatóan hirdetik szülővárosában Magyarpécskán (Arad vármegye), valamint az 1939-ben a budapesti Eskü-téren (ma Március 15 tér), a Puskás Tivadar Távközlési Szakközépiskola (Budapest, Gyáli út 22) udvarán, és több helyen is (például Budapesten a Ciszterci templom és gimnázium között a Villányi úton), Mórahalmon, Szegeden, Makón, Peshidegkúton, Kaposváron, Tihanyban, Marcaliban emelt emléktáblák, emlékművek, szobrok, és a Szegedi Tudományegyetemen róla elnevezett könyvtár (SZTE Klebelsberg Könyvtár), általános iskolák, középiskolai kollégiumok, és mindazok a Római Magyar Történelmi Intézetben és a Bécsi-, Berliini- (a *Collegium Hungaricum* ösztöndíjasaként a Berlin-Dahlem-i Botanikai Intézetben 1925-1927 között folytatott kutatásokat Soó Rezső (1903-1980), a növényrendszertan és növényföldrajz nemzetközi hírűvé vált egyetemi tanára, az MTA r. tagja), a Római *Collegium Hungaricum*-ban volt ösztöndíjasok, vagy akik külföldi egyetemeken magyar tanszékeket és lektorátusokat vezettek és hazatérésük után többnyire középiskolai tanárként a magyarországi értelmiségi elitet alkották a tudományban, a művészetben, az irodalomban és a köztisztviselői pályán (Markó et al., 2003; Ujváry, 2014).

Klebelsberg Kuno nevéhez köthető a javaslatára, de a kormányzó (Horthy Miklós, 1868-1957) által 1930-ban alapított Corvin-rend (Corvin-lánc, Corvin-koszorú, Corvindíszjelvény), amely művészeti és tudományos értékekért adható legnagyobb elismerés volt. Magyarország első, 1930-ban Corvin-lánccal kitüntetett tudománypolitikusa Klebelsberg Kuno és Hóman Bálint (1885-1951) volt, valamint Dohnányi Ernő (1877-1960) zeneszerző, Herceg Ferenc (1863-1954) író, Korányi Sándor (1866-1944) belgyógyász, Teleki Pál (1879-1941) földrajztudós. Corvin-koszorú kitüntetést kapott tk. Bartók Béla (1881-1945) és Kodály Zoltán (1882-1967), Hóman Bálint történész, kultúrpolitikus (Markó et al., 2003; Romsics, 2015 és mások). A Corvin-láncot 2001-ben újra alapították olyan magyar, illetve külföldi állampolgároknak, akik a magyar tudomány és művészet, továbbá az oktatás és a művelődés fellendítése terén kimagasló érdemeket szereztek. Corvin-lánccal tüntették ki 2001-ben például Balogh János (1913-2002) zoológust, Lovász László matematikust az MTA jelenlegi elnökét, Makovecz Imre (1935-2011) építész és Teller Ede (1908-2003) fizikust. A 2002. évi kormányváltás után senki sem kapott Corvin-láncot olyan indoklással, hogy az a Horthy-korszakra emlékeztet. A 2010-es kormányváltás után két évvel, 2012-ben újra átadták és tk. Bor Zsolt fizikus, Kocsis Zoltán (1953-2016) zongoraművész és Vizi E. Szilveszter agykutató, az MTA korábbi elnöke kapta meg.

A „legnagyobb álmú magyar kultúrpolitikus” (vö.: Ravasz, 1933) Klebelsberg Kuno álmainak nagy része még életében megvalósult és folytatódott a 20. században és remélhetőleg folytatódik a 21. században a megváltozott társadalmi, kulturális környezetben.

Glatz Ferenc (2016) akadémikus, Herder-díjas történetíró a napokban jelentetett meg a „Konzervatív reform. Klebelsberg, Domanovszky, Szekfű, Hóman, Hajnal” (Kossuth Kiadó, Budapest, 2016) c., mintegy 919 oldalas „kutatói szenvedélybetegségének” negyed évszázadon át írt felbecsülhetetlen értékű életművét. Klebelsberg Kuno (1875-1932), Domanovszky Sándor (1877-1955), Szekfű Gyula (1883-1995), Hóman Bálint (1885-1951) és Hajnal István (1892-1956) – akiknek neve 1920 után összefonódott Magyarország kulturális és tudományos berendezkedésével, 1945 és 1949 közötti években a demokratikus ország megalapozásával, majd a proletárdiktatúrában személyük és munkásságuk kiszorítása Magyarország szellemi örökségéből és az utóbbi években személyükkel kapcsolatos rehabilitálás – munkásságuknak maradandó értékeit át kell menteni a 21. század nemzedékére. „Méltassuk azt, ami bennük csodálatos és hasznos volt” és „Oldani és újrakötni a társadalmat összetartó hálót”.

4. Az üzenet

Nem árt tudni, honnan jöttünk, ezért fontos megismerni a tudomány történetének alakítóit. Ipolyi Arnold (1823-1886) teológus, művészettörténész, a Magyar Történelmi Társulat elnöke, az MTA r. tagja 1860-ban megtartott székfoglaló előadásának életbölcsséget kifejező mondata „Őrizzük emlékeinket, gyűjtsük össze töredékeiket, nehogy végleg elveszenek, s ez által is üresebb legyen a múlt, szegényebb a jelen, s kétesebb a jövő” ma is követésre méltó.

VIII. Felsőoktatás, kutatás, középiskola

„... az egyetemet nem a néma falak,
hanem a tanárok szellemi ereje alapítja meg
jó hírnevében, áldásos működésben (1872).”

Berde Áron
a Kolozsvári Egyetem rektora²⁷

1. Egyetemek és a szellemi felemelkedés

Az európai civilizáció és általában az európai gondolkodás kialakulásában, fejlődésében az egyetemeknek meghatározó szerepük volt és van. A Dél-Itáliában, Salarnoban létrehozott Európa első egyeteme, majd a bolognai (1088), a párizsi (1200), a salamancai (1218), az oxfordi (1249), a prágai (1348), a krakkói (1364), a bécsi (1365) egyetem után 1367-ben I. Lajos király (1326-1382) által alapított pécsi és 1395-ben az óbudai egyetem, 1409-ben a német lipcsei és 1607-ben a giessen-i (ma *Justus-Liebig-Universität*) egyetem létrehozására került sor. A 16. századi „török hódoltság” másfél évszázada nem szolgálta a magyar egyetemi fejlődést. A ma is működő egyik egyetemünket, mai nevén Eötvös Loránd Tudományegyetemet (ELTE) Pázmány Péter (1570-1637) bíboros, esztergomi érsek alapította 1635-ben Nagyszombatban, amely 1786-ban költözött Pestre. Az egyetemi felzárkózás szempontjából ez az időpont tekinthető a kezdetnek. Nemcsak a hazai egyetem(ek), de a Magyar Tudományos Akadémia létrejöttében is „késés” volt. A római (1603), a német Leopoldina (1652; 2008-óta a Német Nemzeti Tudományos Akadémia), a firenzei (1657), a londoni (1662), a párizsi (1666) és a berlini (1700) akadémiák után 1825-ben gróf Széchenyi István (1791-1860) egyévi jövedelmét (a Széchenyihez azonnal csatlakozó országgyűlési nemesség pedig magánvagyonának hatalmas összegét) ajánlotta fel a Magyar Tudományos Akadémia megalapítására. Az igazi előrehaladásban, felzárkózásban legtöbbet tett Eötvös Loránd (1848-1919) – aki 1889 és 1905 között a Magyar Tudományos Akadémia elnöke is volt –, Klebelsberg Kuno (1875-1932), Hóman Bálint (1885-1951) és mások, akik a vidéki egyetemek és kutatóintézetek létrehozásával az ország gazdasági, társadalmi és szellemi felemelkedését szolgálták, és akik az oktatást, a kutatást és a kultúrát nemzetpolitikai, stratégiai ágazatnak tekintették (Berényi, 2007; Miklós, 2008; Minker, 2008; Klinghammer, 2013; Horváth, 2013).

²⁷Berde Áron (1819-1892) Laborfalván (Háromszék) született és Kolozsváron (Kolozs vármegye) halt meg. Németországi egyetemeken végezte természettudományi- és közgazdaság-tudományi tanulmányait. 1872 és 1873 között a Kolozsvári Egyetem első rektora volt. Nevéhez fűződik az első tudományos igényű magyar nyelven írt meteorológiai szakkönyv. 1858-ban a Magyar Tudományos Akadémia tagjává választották.

A Nagyszombatban alapított és Pestre 1786-ban költözött európai mintákat követő egyetem mellett korszakos jelentőségű volt a gróf Festetics György (1755-1819) által 1797-ben alapított keszthelyi Georgikon, amely Európa első mezőgazdasági felsőfokú tanintézménye volt, és azok a magyar felsőfokú gazdasági tanintézmények [Óvári (Magyaróvári), Debreceni, Kolozsvári, Kassai], amelyek a georgikoni példát követve más egyetemekkel együtt a 19. század végén és a 20. század elején a társadalmi, a gazdasági és az ipari fejlődést, szellemi építkezést szolgálták és olyan gazdasági, építészeti, irodalmi, képzőművészeti, szobrászati, zenei alkotásokat hoztak létre, amelyek példát mutattak Európa és a világ számára is (vö.: Horváth, 2012a).

2. A II. világháború utáni tudósképzés

A 20. század történelmi viharaiban „négyyszer eltört derekú” Magyarországon a számtalanszor átszervezett, megszüntetett és újjászületett oktatás, kutatás az események elszenvedője volt, annak ellenére, hogy a II. világháború után folytatódott az egyetemek, főiskolák alapítása, de ez sok esetben az univerzitás eszméjétől eltávolodott, államszocialista diktatúra irányítása alatt működő egyetemi, főiskolai hálózatot eredményezett, amely a szovjet oktatáspolitiká mintájára épült fel, és amelynek egyik legnagyobb hibája az volt, hogy az oktatást és a kutatást szétválasztotta: az egyetemek oktattak, a kutatóintézetek kutattak. Az 1949-ben bevezetett kötelező orosz nyelvi tanítás és tanulás negyven évnyi (1989-ig) időszaka alatt – kevés kivételtől eltekintve – nem szolgálta tudományos és szellemi életünk fejlődését, hiszen akadályokba ütközött az idegen nyelv elsajátításában legfontosabb tényező, a kölcsönös utazás, a személyes kapcsolatok, együttműködés és a szabad eszmecsere. A 20. század közepéig az egyetemek egyben kutató egyetemek is voltak. A kutatás primátusa a 20. század második felében a tömegoktatás elterjedésével szűnt meg.

A II. világháborút követően a hazai oktatást, kutatást és tudósképzést is a szovjet politika határozta meg, amely tk. megvonta az egyetemek évszázados jogát a tudományos fokozat adományozására. Az 1950-es években vált lehetővé ismét az egyetemek számára a doktori cím adományozása (néhány egyetemen, például az orvos-, az állatorvos- és jogászképzésben a diploma része volt: *Dr.med.*, *Dr.vet.*, *Dr.jur.*), amely azonban nem jelentett tudományos fokozatot. Az egyetemi diploma megszerzése után szakmai (fő tárgyból és melléktárgyból), és politikai tárgyból (például marxizmus-leninizmus, politikai gazdaságtan) eredményes vizsgák letételével és Doktori Bizottság (professzorokból álló testület) előtt történő Doktori értekezés (disszertáció) megvédésével lehetővé vált az egyetemi doktori cím (például mezőgazdaság-tudományi doktor), az ún. „kisdoktori” (*Dr.univ.*) elnyerése, amely noha nem jelentett tudományos fokozatot, mégis a három fokozatú tudósképzés alapját (első fokozat) jelentette.

A második fokozatot a Magyar Tudományos Akadémiától (MTA) független Tudományos Minősítő Bizottság szervezte, amely hazai és külföldi (szocialista országokban, elsősorban Szovjetunió, Német Demokratikus Köztársaság, Csehszlovákia) levelező, illetve ösztöndíjas önálló, többnyire 3 éves (a legtöbb esetben ezt meghaladó)

aspiránsképzést jelentett, amely felvételi, szakmai, ideológiai és idegen nyelvi vizgából és a Kandidátusi értekezés opponensek által történő bírálatából és szakmai bizottság előtti megvédéséből állt. Az aspiráns eredményes kandidátusi értekezés megvédése után elnyerte az adott tudományterület (például a mezőgazdasági tudományok kandidátusa) tudományos fokozatot (C.Sc.).

A harmadik fokozatot az MTA által adományozott ún. „nagydoktori” tudományos fokozat (például a mezőgazdasági tudományok doktora, újabban az MTA Doktora) jelentette, amely opponensekből, főleg akadémikusokból és akadémiai „nagydoktorokból” álló bizottság előtt történő Doktori értekezlet megvédéséből állt, és olyan személyek nyerhették el, akik évekkal korábban már megszerezték a kandidátusi tudományos fokozatot.

A rendszerváltozást (-változtatást) követően az 1990-es években az egyetemi „kisdoktori” címet (ezek egy kisebb részét az egyetemek *Ph.D.* fokozattá minősíthették) és a TMB által adományozható kandidátusi fokozatot (1997-ben a folyamatban lévő ügyeket lezárták) felváltotta az egyetemek Doktori Tanácsa (Bizottsága), illetve a Doktori és Habilitációs Bizottsága által adományozható egyetemi tudományos fokozat, a *Ph.D. (Philosophiae doctor)*, amelyre az egyetem Doktori Iskolájában 6 szemeszter (3 év) alatti tanulmányi kötelezettségeket igazoló végbizonyítvány (abszolutórium), doktori szigorlat (*rigorosum*) opponensek (az értekezés bírálói) és egyetemi tanárok előtt eredményes *Ph.D.* értekezés (általában a tanulmányok 4-5. évében) megvédése után kerülhetett sor három fokozatú minősítéssel: *summa cum laude* (kiemelkedő), *cum laude* (közepes) és *rite* (elégséges).

Az Emberi Erőforrások Minisztériuma a doktori képzést – a felsőoktatási törvény módosításával a 2016/2017-es tanévtől – négy évre (2+2) emeli és már a 2. év, vagyis 2018. tavaszi szemeszterében kell komplex vizsgát tenni. Ez a vizsga felváltja a korábbi évek doktori szigorlatát. A doktorandák és doktoranduszok csak abban az esetben folytathatják a második kétéves képzésüket, ha sikerül tárgyi és tudományos előrehaladásukat a kötelező vizsgán bizonyítani. Ez a vizsga kiszűrné azokat a hallgatókat, akik a tanulmánnyal és a kutatással kapcsolatos elvárásoknak (vizsgáknak) nem felelnek meg. Kiemelt jelentőségű volt 2016. augusztus 25-29 között a Pannon Egyetem Georgikon Karán (Keszthely) rendezett tudományos-kulturális találkozó, amelynek fő témája volt a megváltozó új doktori képzés. Ez az országos doktorandusz találkozó – amely mintegy 200 doktorandának és doktorandusznak adott otthont – nemcsak hasznos információkkal szolgált a megváltozott doktorképzésről, hanem bizonyította az egyetem és a Georgikon Kar tudománypártoló és -segítő elkötelezettségét, miként azt Gelencsér András az egyetem rektora köszöntőjében is hangsúlyozta. Az eredményes vizsga teszi lehetővé a tanulmányok folytatását, amely javítaná a *Ph.D.* és a *D.LA* képzés színvonalát és az ösztöndíj emelésével pedig javítaná a doktorandák és a doktoranduszok kutatási, szociális és kulturális szükségleteiket, kiadásait. Az angolszász országokbeli és magyarországi *Ph.D.* tudományos fokozat megfelelői Németországban a *Dr.phil. (Doktor der Wissenschaften)*, egyes szláv országokban pedig a *C.Sc. (Candidatus scientiarum)*. A zeneművészek, a képzőművészek, az építőművészek és az iparművészek számára *Ph.D.*-vel azonos tudományos fokozat a *D.LA (Doctor Liberalium Artium, Doctor of Liberal Arts)*.

Az 1990-es években az egyetemeken újra bevezették a habilitációt (*Dr. habil.*), amely 1945 előtt Magyarországon is tudományos minősítés volt. Tekintettel arra, hogy a habilitáció az oktatás minőségét (magyar és idegen nyelvű előadás is része) vizsgálja, ezért elsősorban (de nem kizárólagosan, ui. kutatók is megszerezhetik) az egyetemi oktatókra vonatkoznak. Az 1990-es évek tudománypolitikája alapot adott arra, hogy a *Dr.habil.* cím felválthatja az MTA Doktora címet (esetleg azonos értékű is vele), ezért a habilitáció követelményrendszere (például komoly publikációs teljesítmény meg nem követelése) lehetővé tette azok számára is a professzori kinevezést, akik nemzetközi publikációkkal nem, vagy alig rendelkeztek. További minőségi romláshoz vezetett, hogy több oktató nem saját egyetemén szerezte meg a habilitációt, hanem alacsonyabb követelményeket előíró egyetemen habilitált, majd saját egyetemén pályázott egyetemi tanári kinevezésre. Az egyetemi tanári kinevezés (*professzúra*) természetes *ab ovo* feltétele a *Ph.D.* fokozat megléte mellett a habilitáltság és egyre inkább (bár ezt a jelenlegi törvény nem írja elő) az MTA Doktora cím is.

3. A Bologna-i képzési rendszer

A világ első egyetemén, az 1088-ban alapított Bologna-i egyetemen 1999-ben írták alá azt az Európai Unió (EU) felsőoktatási rendszerét, amelyet a magyar egyetemek is egy évtizede, 2006-óta alkalmaznak. Az egyetemi képzési struktúrát és az egyetemi fokozatokat egységesítő, az intézmények közötti átjárást biztosító ún. Bologna-i oktatási rendszer (syn.: Bologna-modell, Bologna-terv, Bologna-struktúra, *Bologna Declaration*), olyan lineáris (több ciklusú) képzést foglal magába, amelyre a 3+2 éves oktatás a jellemző. A kétszintű képzés 3 éves alapképzésből (triennium; *Bachelor of Science, B.Sc.*) és 2 éves mesterképzésből (biennium; *Master's Degree, M.Sc.*) áll; a harmadik fokozatot a 3 éves doktorképzés – 2016/2017-től 4 éves – (*Ph.D.*) jelenti (Patkós, 2003, 2007; Frech, 2007; Magda, 2007; Markovszky, 2007; Mészáros, 2007; Nábrádi, 2007; Szabó, 2007; Horváth, 2008; Hamza, 2008; Lovász, 2013; Csókás, 2013; Klinghammer, 2014).

Az európai egységes felsőoktatási rendszer kulcsszava a mobilitás (az állampolgárok alapvető joga az Európai Unión belüli szabad mozgás), amely azonban nem újkeletű jelenség, hiszen a 16. és a 17. században az Európába vándorló, úgynevezett peregrinus diákok a korai mobilitás szép példáját mutatták. A mobilitás azonban csak egy lehetőség és csak abban az esetben váltja be a hozzá fűzött reményeket, ha a befogadó ország és a küldő ország oktatási rendszere megfelel egymásnak.

A bolognai képzési rendszer bevezetése előtt Ormos Mária történész akadémikus már felvetette azt a kérdést, hogy a középiskolából érkező, többnyire felkészületlen diákok miképpen tudnak „tudásalap” hiányaik miatt a hároméves homogén alapképzést követően – akár 30-35%-ban is – megfelelni a mesterképzéshez (*M.Sc.*) szükséges „tudásalap” követelményeknek, nem beszélve arról, hogy a szűk keresztmetszetű *M.Sc.* képzés tud-e megfelelő tudást és interdiszciplináris szemléletet biztosítani, olyat is, amely garantálja a nemzetközi igényeknek és színvonalnak megfelelő későbbi doktori fokozat (*Ph.D.*) megszerzését. Hangsúlyozni kell, hogy az egyetemi oktatást mint az oktatási lánc legmagasabb fokát, csak a minőségi középiskolával (amelynek a

gyökerei viszont az általános iskolában vannak) lehet biztosítani. Az egyetemi oktatás a középiskolában elmulasztott tudást nem tudja pótolni. Sajnos a jelenlegi egyetemi „fejkvóta” szerinti finanszírozási rendszer nem kedvez a minőségnek, ezért az életpályát megteremtő, nemzetközi leszakadást megakadályozó, és nemzetközi felzárkózást biztosító új felsőoktatási rendszer bevezetésére van szükség. Megfontolás tárgyát képezheti az agrár-oktatás területén a hármas tagozódású képzés újragondolása: mezőgazdasági középiskolai (technikumi), felsőoktatási (akadémiai) és az egyetemi képzés.

A bolognai deklaráció az angol, de még inkább az angol-szász mintát vette alapul, amelynek értelmében a diákok 16 éves korukban sok tantárgyból „kis érettségít” tesznek (ellentétben a magyar érettségivel), az utolsó két évben pedig csak azokat a tárgyakat (2-3 tárgy) tanulják intenzíven, amelyek az egyetemi előrehaladásukat jobban szolgálják. Ez óriási előnyt jelent abból a szempontból, hogy az egyetemi tanulmányokat olyan megemelt szintű tárgyi ismeretekkel (tudással) kezdik, amely megfelel az egyetemi képzésben elvárható alapozó tanévek követelményeinek. Ez alapvető különbség, amely megnehezíti nemcsak az átjárhatóságot, hanem az itthoni egyetemi képzés eredményességét is. Sokan úgy gondolják, hogy az egyetemi képzés csak a középiskolai tanterv és képzés átalakítása, átszervezése után kezdődhetne el. Mások úgy gondolják, hogy az „európai felsőoktatási rendszer nemzetközi versenyképességének növelése” céljából miért kellene a „nivellálódás kényszerzubbonyát” felvenni, hiszen az európai egyetemek legjobbjai a világ élvonalában vannak. Az angol oktatási rendszer, bár aláírta a bolognai egyezményt, de semmit sem változtatott oktatási rendszerén (Czigány, 2013). A bolognai oktatási rendszer politikai nyomásra történő bevezetése következtében az egyetemek – néhány kivételtől eltekintve – főiskolai szintre degradálódtak, miközben a két intézménytípus egyenértékű diplomát ad ki (Balázs, 2014b). A bolognai rendszer bevezetésének az is hibája, hogy a költséges alapképzést az egyetemekre hagyta, miközben a külföldi egyetemek kedvező ösztöndíjakkal, vagy mint például a skandináv államok (Finnország) is ingyenes képzéssel csábítják a hallgatókat egyetemi mester- (M.Sc.) és doktorképzéseikre (Ph.D.).

Figyelemre méltó az Országos Felsőoktatási Információs Központ (OFIK) kiadványa, amely a „magyar Bolognával” foglalkozik és megállapítja, hogy „A bolognai reform az évszázad esélye lehet a magyar felsőoktatásban, de tekinthető egy újabb értelmetlen kényszernek is.” Ezekre a felvetett kérdésekre ma már egyértelmű válasz adható. Hamza (2008) szerint a jogi egyetemek nagyobb részénél (például Görögországban, Lengyelországban, Szlovákiában, Németországban) a bolognai oktatási rendszer elutasításra került, mivel veszélyezteti az oktatás színvonalát. Németország több kiemelkedő tudósa rámutatott azokra a veszélyekre, amelyek a Bologna-folyamat bevezetésével együtt járnak. Helmut Schwarz az *Alexander-von-Humbolt-Stiftung* elnöke 2008-ban adott nyilatkozatában azért is látja problematikusnak a bolognai oktatást, mert szakít a kutatás és az oktatás (*Forschung und Lehre*) egyetemi egységével (Taffertshofer, 2008). A bolognai képzési rendszerre veti árnyékát az a tény, hogy az Amerikai Egyesült Államokban, Angliában és Németországban is egyre többen állítják, hogy a lineáris képzési rendszer megbukott, amelyre a fokozódó agyelszívás (*brain drain*) is utal.

A bolongna-i képzési rendszernek azonban előnyei is vannak: lehetővé tette az intézmények közötti átjárhatóságot, amelynek az az előnye tk., hogy a magyar diákok a határon túli felsőoktatási intézményekben²⁸ anyaországiként magyarul tanulnak. A magyar nyelvű, határon túli felsőoktatási képzések azért is vonzóak, mert általában könnyebb bejutni az intézménybe, a magyarországi után van a felvételi időpontja és olcsóbb a képzés (kivételet képez például Szabadkán a Tanítóképző, vagy a Műszaki Főiskola, ahol évi 2-3 ezer euró a tandíj). A Kolozsvári Babes-Bolyai Tudományegyetemen – ahol a 6600 magyarul tanuló (köztük 300 magyarországi) – sokan nappali tagozaton, állami finanszírozású, tehát ingyenes képzésben részesülnek. A határon túli egyetemi képzésnek igen nagy szerepe van az emberek és az országok közötti kapcsolatok erősítésében.

4. A felsőoktatási (egyetemi) képzés néhány problémája

A tanítással, tanulással kapcsolatban a több mint négy évtizeddel ezelőtt írtak, amelyek Szent-Györgyi Albert (1893-1986) „Egy biológus gondolatai” (Gondolat Kiadó, Budapest, 1970) című könyvében jelentek meg, ma is aktuálisak: „Az, amit az iskolának el kell végeznie, elsősorban, hogy megtanítsa velünk, hogyan kell tanulni, hogy felkeltse a tudás iránti étvágyunkat, hogy megtanítsa bennünket a jól végzett munka örömeire és az alkotás izalmára, hogy megtanítsa arra, hogy szeressük, amit csinálunk és hogy segítsen megtanulni azt, amit szeretünk csinálni.”

Koch Sándor (1925-2009) virológus professzor, az MTA Eötvös-koszorúval kitüntetett tudós, iskolarendszerünkkel kapcsolatban azt mondta, hogy „...nemzetközi mércével mérve is jó, de hiányzik belőle a diák és a tanár egymás iránti kölcsönös, felelősségteljes szeretete és annak mérhetetlen nagy hajtóereje” (Koch, 2001). Balázs Géza nyelvész, az ELTE tanszékvezető egyetemi tanára a felsőoktatást elemző írásai közül érdemes kiemelni „Az utolsó professzor” c. írását (vö.: Magyar Nemzet, 2014. június 21.). A felsőoktatás mint a nemzeti műveltség fellegvára nehezen tud megfelelni a kor követelményeinek. Az elmúlt évek súlyos megszorításai (elbocsátásai) mellett még mindig hiányzik az ún. életpályamodell, és vannak olyan doktorált tanársegédek és habilitált adjunktusok, akik miközben várják az egyetemi előrelépést, középiskolai tanári fizetést kapnak. Ismert az is, hogy a felsőoktatásban 2004-2016 között nem volt fizetésemelés, miközben az elbocsátások miatt megmaradt tanárok egy része heti 23 órában tanít (vagy a súlyos adminisztratív terheket viselő tanszékvezetők heti 12 órában), és még a *Ph.D.* képzésben résztvevő hallgatók is több órában oktatnak.

²⁸Románia (*Partium, Erdély*): Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Partiumi Keresztény Egyetem (Nagyvárad); Babes-Bolyai Tudományegyetem (Kolozsvár); Marosvásárhelyi Orvosi és Gyógyszerészeti Egyetem; Marosvásárhelyi Művészeti Egyetem, Kolozsvári Protestáns Teológiai Intézet; Nagyváradai Egyetem, Bukaresti Egyetem. *Szerbia (Vajdaság)*: Újvidéki Egyetem; Szabadkai Műszaki Szakfőiskola; Szabadkai Óvóképző Főiskola; Újvidéki Művészeti Akadémia; Újvidéki Egyetem; Belgrádi Egyetem. *Szlovákia (Felvidék)*: Selye János Tudományegyetem, Révkomárom; Nyitrai Konstantin Filozófus Egyetem; Comenius Egyetem, Pozsony; Bél Mátyás Egyetem, Besztercebánya; Eperjesi Egyetem. *Ukrajna (Kárpátalja)*: II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, Beregszász; Ungvári Nemzeti Egyetem.

Ez a helyzet nem kedvez az egyetemeken az elvárható kutatási tevékenységnek és színvonal-emelkedésnek. Az egyetemi tanulmányi ügyek (órameghirdetés, vizsgára jelentkezés, jegybeírás stb.) világhálón történő intézése [2012-ig az egyetemi tanulmányi rendszer (ETR), majd 2012-től a Neptun rendszer] nem váltotta be a hozzáfűzött reményeket és nem felelt meg a tanár-hallgató viszony személyes követelményének.

Seregi (2014) Széchenyi-díjas építésmérnök, egyetemi tanár egy a Műegyetemen tanuló diákkal folytatott beszélgetéséből kiderül, hogy az egyetemi hallgató tanárai jó részét személyesen nem ismeri, előadásokra is ritkán jár, oktatóival interneten keresztül érintkezik, dolgozatait, írásbeli vizsgáit elektronikus levélben (*e-mail*-ben) adja be. Hasonlókat fogalmazott meg Balázs Géza az ELTE tanszékvezető egyetemi tanára is. Úgy látszik, hogy Koch Sándor (2001) véleménye után a helyzet tovább romlott. Nem vagyok egyedül azzal a véleményemmel, hogy az egyetemi hallgató és tanár kapcsolatában legfontosabb az ismeretek elsajátítására vonatkozó készség, gondolkodásmód (ethosz) fejlesztése, amely csak személyes kapcsolat, példa révén segítheti a művelt értelmiséggé válást, amely az egyetem missziója is.

1965-ben 92 felsőoktatási intézményt 15 szakhatóság irányított, amely közül több „diplomagyár”-ként nem „szolgált” a tudásalapú társadalom megteremtését (Klinghammer, 2013, 2014; Oláh, 2014). Mindez az oktatás „elhízását” és a minőség „éhezését” jelentette. Az oktatás és a kutatás területén a 21. század elején megnyilvánuló versenyben először a 20. század második felében ránk szakadt szovjet oktatáspolitikát – amely sajnálatos módon az oktatást és a kutatást is szétválasztotta –, majd a rendszerváltoztatás utáni liberális oktatáspolitikát fellazította az egyetemi struktúrát, amely az egyetemi hallgatók számbeli növekedésével, a képzési spektrumok sokaságával (rövidebb-hosszabb képzési időszak, nappali, esti és felnőttképzés, távoktatás, továbbképzés stb.) és mindennek előtt az egyetemi színvonal csökkenésével járt. Az egyetemi képzés torzult, a követelmények fellazultak, a divatszok meg hirdetések a „teljesítményminimum”-mal maximalizált felvételi pontszám pedig tovább rontotta a helyzetet. Az eredmény – néhány kivételtől eltekintve – romlott, értéke differenciálódott, sok esetben hiteltelen, versenyképtelen volt.

Roska Tamás (1940-2014) a közelmúltban elhunyt egyetemi tanár, az MTA r. tagja, a Pázmány Péter Katolikus Egyetem alapító dékánja, az első programozható analogikai celluláris szuper-számítógép elvnek, illetve chip-architektúrájának és a „CNN bionikus szem” társfeltalálója, Széchenyi-díjjal, a Millenniumi Medál-lal és számos hazai és külföldi elismeréssel kitüntetett tudós a felsőoktatás, kutatás és az innováció jövőképevel kapcsolatban írt tanulmánya áttekintést adott azokról az örökségekről, amelyet a 21. századi felsőoktatásnak figyelembe kellene venni (Roska, 2007). Hangsúlyozta, hogy az alapot az igényes, komoly, általános műveltséget is adó közoktatás jelenti. Hibának tartja, hogy miközben a felsőoktatásban begyűrűzött a „tömegesedés”, de a kiemelt kutatói fakultásokra, kutató központokra fenntartó semleges kiemelt támogatás nem „gyűrűzött” be. Komoly feladatként jelölte meg az oktatás – kutatás – innováció fontosságának tudatosítását a kutató egyetemi és főiskolai képzés műfaji különbségét, az elitképzés helyének biztosítását, a családi nevelés és a morális értékek kiemelt jelentőségét. A sok tantárgy oktatásának presztízse helyett a professzorok óraterhelése heti nyolc óránál nem lehet több. A kitörési pontok között Roska (2007)

megemlíttette a tehetséggondozás fontos szerepét az elemi iskolától a gimnáziumon át a doktori iskoláig, a kiváló iskolák és tanárok kiemelt megbecsülését, a műveltség, a tudás társadalmi presztizsének történelmi léptékű újraélesztését, a kiválósági központok hálózatát a szaktudás, műveltség és jellemesség társadalmi becsületének visszaállítását és nem utolsósorban annak, hogy a kulcsfontosságú kormányzati oktatási, kutatási és innováció intézményekben a vezetői kiválasztásban a nemzetközi mércével mért szakmai, vezetői tapasztalatoknak és jellembeli integritásnak ne lehessen alternatívája.

A 20-21. század fordulóján bekövetkezett egyetemi integrációhoz sok remény fűződött, de ma már azt látni, hogy nem hozta meg a várt eredményt. Az eddigi tapasztalatok azt igazolják, hogy az 1999-ben megvalósuló integrációk csak egyetlen városban tevékenykedő, közös érdekeket szolgáló, közel azonos színvonalú intézmények között lehet sikeres. Az egyetemi önállósodásra mutat a Testnevelési és Sporttudományi Kar leválásának szándéka (2014. június-július), majd megvalósulása a budapesti Semmelweis Egyetemről, vagy az Állatorvos-tudományi Kar leválása a gödöllői Szent István Egyetemről 2016. július 1-én. Ezek az intézmények 2014-ben, illetve 2016-tól önálló egyetemenként folytatják tevékenységüket. Balog Zoltán az emberi erőforrások minisztere 2014. július 5-én egy vele készített interjúban azt mondta, hogy a Testnevelési Egyetem önállósításával az a cél, hogy az egyetemnek sportnemzeti státuszhoz méltó, tudományosan és szakmailag is a legfelkészültebb eszközrendszer álljon rendelkezésre, amely a testnevelési képzés megújításához is vezetne. Az Állatorvos-tudományi Egyetem önállósodása pedig régi hírnevéhez méltóan szélesebbre tárhatja kapuit a külföldi hallgatók előtt.

A Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztálya 2009. és 2013. évi ülésén megtárgyalta a Hornok László és a Balázs Ervin akadémikusok előterjesztéseit a magyar agrár-felsőoktatás helyzetéről. Az előterjesztők rámutattak arra, hogy a fő problémákat az (1) Intézményi elaprózódás; (2) A szakok túltengése; és (3) A tanári és a hallgatói minőség romlása jelentette. Az intézményi elaprózódásra mutat, hogy 14 városban (Budapest, Debrecen, Gödöllő, Gyöngyös, Hódmezővásárhely, Kecskemét, Kaposvár, Keszthely, Mosonmagyaróvár, Nyíregyháza, Sopron, Szarvas, Szeged, Szolnok) folyt agrár-felsőoktatás. A szakok túltengése szinte átláthatatlan (a *B.Sc.* minimum 13 szakon, az *M.Sc.* minimum 20 szakon). A felvi.hu adatai szerint 2014. évben 1200 féle szakképzés szerepel az egyetemi-főiskolai kínálatban. A hallgatói minőségromlás összefüggésben van a hazai népességcsökkenéssel és az agrárszakokra történő alacsony felvételi pontszámmal. A tanári minőség romlása részben az 1990. év utáni kevésbé tehetségesek egyetemre jutásával, szakmailag össze nem illő intézmények voluntarista összevonásával (integrációjával), majd kvalifikált tanárok meg gondolatlan korai elbocsátásával és ennek következtében a tudományos iskolák megszüntetésével áll összefüggésben. De a jelenlegi oktatói minősítési rendszer sem tölti be szerepét, ui. nem alkalmas a tanárok teljesítmény szerinti bér differenciálására. Alapvető probléma a régi mezőgazdasági akadémiák gyakorlati oktatásának, szellemiségének hiánya is.

5. Egyetemi világranglisták

A *Quacquarelli Symonds (QS)* nemzetközi cég az oktatók-hallgatók aránya, a tudományos publikációk idézettsége, a munkaadók véleménye, a nemzetközi kapcsolatok, a külföldi hallgatók és oktatók száma alapján készítette el a 2013/2014-es felsőoktatási világranglistát. A nyolcszázas lista élén az USA-beli *Massachusetts Institute of Technology* áll, amelyet a Harvard, Cambridge, London (*University College*), London (*Imperial College*), Oxford, Stanford, Yale, Chicago és holtversenyben a Princeton és a *California Institute of Technology* követ. A magyar felsőoktatási intézmények közül a Szegedi Tudományegyetem érte el a legjobb helyezést (501-550. hely), amelyet az Eötvös Loránd Tudományegyetem (551-600. hely), a Debreceni Egyetem (601-650. hely) és a Budapesti Corvinus Egyetem (651-700. hely) követ. A tematikus rangsorban a magyarországi egyetemek közül a legjobb eredményt a Közép-európai Egyetem (*Central European University, CEU*) érte el a filozófiai képzések 200-as rangsorában az 51-100., míg a nemzetközi tanulmányok és a politikatudományok képzési rangsorában a 42. helyen áll. Az agrár (kertészeti) oktatást is magában foglaló Budapesti Corvinus Egyetem a 151-200. helyet érte el.

A 2014/2015. évi egyetemi rangsorban a magyar egyetemek közül öt egyetem (Közép-európai Egyetem, Szegedi Tudományegyetem, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapesti Corvinus Egyetem, Debreceni Egyetem) szerepel a *Quacquarelli Symonds* rangsorában, amelyet a tudományos hírnév, a munkáltatók véleménye, az intézményhez köthető tudományos munkák idézési gyakorisága és az idézettségre utaló bibliográfiai indikátor (*Hirsch-index, H-index*) alapján állítottak össze. A *H-index* mint scientometriai mutató a vizsgált tudós cikkeit az idézetek csökkenő sorrendje szerint rangsorolja, és a *H-index* az a legnagyobb rangsor szerinti szám, amely kisebb az adott cikkre érkezett idézetek számánál. A *H-index* definíciója: „Egy kutató indexe h , ha pontosan h darab olyan cikke van, ami legalább h idézetet kapott (vagyis a többi cikkei ennél kevesebbet kaptak).” A *H-index* elterjedtségére utal, hogy a *Web of Science* az idézettséget alapvető jellemzőnek tekinti (Bencze, 2006 és mások). A tudományos hírnév szerinti listában a Közép-európai Egyetem a 111., a Szegedi Tudományegyetem pedig a 201. helyet szerezte meg. A munkáltatói vélemények alapján összeállított rangsorban a Közép-európai Egyetem a 168., a Szegedi Tudományegyetem és az Eötvös Loránd Tudományegyetem a 201. helyen áll. A rangsor 400-as listájában a Debreceni Egyetem a 257., az Eötvös Loránd Tudományegyetem pedig a 321. helyet szerezte meg, míg a rangsor élén a *Massachusetts Institute of Technology*, a *Harvard University* és a *Cambridge University* áll. A *Quacquarelli Symonds (QS)* londoni székhelyű cég adatai szerint a 2015/2016-os felsőoktatási világrangsorban az amerikai és a brit egyetemek (*Massachusetts Institute of Technology*, *Harvard*- és a *Cambridge University*) vezetnek. A legjobb 10 egyetem között egyetlen európai egyetem, a svájci *Eidgenössische Technische Hochschule (ETH)* van. Az első 500 egyetem között magyarországi egyetem nem található.

A *SIMAGO* 2013. évi rangsorában – amelyet a publikációk idézettsége és a publikációk száma alapján állítottak össze – a következő: 1. Budapesti Műszaki és

Gazdaságtudományi Egyetem (633. hely), 2. Semmelweis Egyetem (701. hely), 3. Eötvös Loránd Tudományegyetem (785. hely), 4. Szegedi Tudományegyetem (786. hely), 5. Debreceni Egyetem (859. hely), 6. Pécsi Tudományegyetem (1209. hely), 7. Szent István Egyetem (1935. hely), 8. Közép-európai Egyetem (2594. hely).

A *Times Higher Education (THE)* 2013. év októberi felsőoktatási rangsorát az egyetemi tanárok, akadémikusok véleménye alapján állította össze, amelynek rangsora a következő: 1. Harvard, 2. *Massachusetts Institute of Technology* 3. Stanford, 4. Cambridge, 5. Oxford, 6. Berkeley, 7. Princeton, 8. Yale Egyetem, 9. *California Institute of Technology*, 10. *University of California*, Los Angeles. A *Times Higher Education* 2016. évi jelentése szerint az egyetemi világrangsorban az amerikai egyetemek vezetnek. A 133 ország tízezer akadémiai szereplőjének megkérdezése alapján a legjobb 20 egyetem közül 13 amerikai, 4 angol, 1 japán, 1 kínai és 1 svájci. Az amerikai egyetemek rangsorát (az első hármat) a Harvard Egyetem, a Massachusetts Műszaki Egyetem és a Stanford Egyetem vezeti. A 380 éves, jelenleg 20 ezer hallgatójú Harvard Egyetem – mint amerika legrégebbi egyeteme – fennállása alatt 45 Nobel-díjast, 30 államfőt és 48 Pulitzer-díjast adott a világnak. A 160 éves (több mint 10 ezer hallgatóval) Massachusetts Műszaki Egyetem – amelynek mottója „Elme és Kéz” (*Mens et Manus*) – 85 Nobel-díjast adott a világnak. A 125 éves Szilícium völgyi (Kalifornia) Stanford Egyetem (15 ezer hallgatóval) 21 Nobel-díjasa mellett ismerté vált azáltal is, hogy 17 űrhajós is hallgatója volt.

A *Webometrics Ranking of World Universities* 2012. évi magyarországi egyetemi rangsora a következő: 1. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (301. hely), 2. Eötvös Loránd Tudományegyetem (389. hely), 3. Szegedi Tudományegyetem (493. hely), 4. Debreceni Egyetem (653. hely) 5. Közép-európai Egyetem (854. hely), 6. Budapesti Corvinus Egyetem (1 113. hely), 7. Pannon Egyetem (1 299. hely), 8. Szent István Egyetem (1 441. hely), 9. Miskolci Egyetem (1 575. hely), 10. Nyugat-magyarországi Egyetem (1 599. hely).

A *Quacquarelli Simonds (QS)* és a *SIMAGO* előzőekben ismertetett felsőoktatási rangsorban ugyan a legjobb 500, más rangsor szerint a legjobb 600 egyetem között nincs magyar felsőoktatási intézmény, de a *Webometrics Ranking of World Universities* magyar első tíz rangsorában szerepeltek azok, amelyekre 2014. évi egyetemi felvételek során a legtöbben jelentkeztek. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem 17 ezer helyére 23 ezren (több mint 2013-ban), a Budapesti Corvinus Egyetem 8 ezer helyére 12 ezren (20%-kal többen, mint 2013-ban), a Semmelweis Egyetem 3 ezer helyére 8 ezren (20%-kal többen, mint 2013-ban) jelentkeztek. A jelentkezők létszámát tekintve a Szegedi, a Debreceni (14-14 ezer) és a Pécsi Egyetem (12 ezer) a sorrend. Ezek az adatok a kutatóegyetemek iránti növekvő érdeklődést mutatják.

A felsőoktatási intézményeket rangsoroló *Center for World University Ranking (CWUR)* 2014. évi összeállításában az Eötvös Loránd Tudományegyetem a 371., a Semmelweis Egyetem az 598., a Debreceni Egyetem a 673., a Szegedi Tudományegyetem a 712., a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem a 811., és a Pécsi Tudományegyetem a 862. helyen van. A sorrend összeállításánál a végzett hallgatók elhelyezkedését az oktatók kiválóságát, a publikációk számát és a szabadalmak számát vették figyelembe. A legfrissebb 2015. évi rangsorban az ezres listán szereplő magyar intézmények sorrendje (zárójelben a helyezések száma) a következő: Eötvös Loránd

Tudományegyetem (458), Semmelweis Egyetem (617), Debreceni Egyetem (667), Szegedi Tudományegyetem (731), Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (819) és a Pécsi Tudományegyetem (892). A 2014. évi adatokhoz képest a Debreceni Egyetem kivételével romlott a helyezési sorrend. A legújabb 2016. évi rangsorban a magyar intézmények közül legjobb az Eötvös Loránd Tudományegyetem, amely a világrangsorban a 488. helyet foglalja el.

Az oktatás minőségét tekintve a világ 95., az oktatók-kutatók idézettségi mutatói alapján a 278. helyen áll. A listán a Semmelweis Egyetem 631., a Debreceni Egyetem 661., a Szegedi Tudományegyetem 708., a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem 850. és a Pécsi Tudományegyetem a 877. helyen van. Figyelemre méltó cikket közölt Matura Tamás (2016) a Budapesti Corvinus Egyetem tanára a kínai felsőoktatással kapcsolatban. Megállapította, hogy a kínai gazdaságot jellemző lassulás idején Japánt és Dél-Koreát is felülmúlva olyan modellváltást hajtott végre amelynek alapja a színvonalas oktatás (felsőoktatás), kutatás és innováció. Ezt lehetővé tette a színvonalas felsőoktatás pénzügyi háttérének kormányzat általi növelése, a nyugati egyetemeken tanult és hazatért jól képzett fiatalok, valamint a társadalom igénye a magas színvonalú felsőoktatással szemben. Ennek köszönhetően az utóbbi években a kínai felsőoktatási intézmények egyre jobb helyezést értek el a világ egyetemeinek rangsorában. 2016-ban két kínai egyetem szerepelt az első százban és további kilenc az első ötszázban, ahova a magyar egyetemek közül csupán az Eötvös Loránd Tudományegyetem került 488. helyezéssel. Talán érdemes arra is rámutatni, hogy a kínai egyetemek közül az első helyen levő 33 ezer alap- és mesterképzést folytató Csinghua Egyetem évi költségvetése átszámítva meghaladja a 765 milliárd forintot, amely a teljes magyar felsőoktatás összesített állami támogatásának ötszöröse.

Ha a tízezer egyetemi hallgatóval rendelkező Corvinus Egyetem kiadásait (13 milliárd Ft/2015) és a hallgatói létszámot vesszük figyelembe, akkor is a különbség több mint tízszeres. A különbséget még jobban kiemeli az a tény, hogy Kínában az egy főre jutó gazdasági teljesítmény alig több mint fele a magyarországinak. A kínai felsőoktatási bérek már 2010-ben magasabbak voltak, mint a magyarországiak, a jelenlegiek pedig követik a nyugati országok bérszínvonalát. Kínában felismerték, hogy az oktatás fejlesztése, a tudás legjobban megtérülő hosszú távú befektetés, amely a gazdasági növekedés garanciája is.

A főiskolák közül 2014-ben a népszerűséget a budapesti Gazdasági Főiskola (2016 óta Budapesti Gazdasági Egyetem) és az Eszterházy Károly Főiskola (2016 óta Eszterházy Károly Egyetem) vezette. A jelentkezők létszámát – az előzetes várakozások ellenére – a Kecskeméti és a Nyíregyházi Főiskola (2016 óta Pallasz Athéné Egyetem és Nyíregyházi Egyetem) vezeti többbezzres jelentkezővel.

Az MTA Gazdaság- és Jogtudományok Osztálya „A felsőoktatási intézmények versenyképessége idehaza és a világban” címmel tudományos ülést rendezett (MTA, Budapest 2014. május 14.), ahol több előadás hangzott el: „Tömegoktatás, elitoktatás és a minőség” (Balázs Ervin); „Egyetemi rangsorok vs. hallgatói preferenciák” (Telcs András, Kosztyán Zsolt Tibor, Török Ádám); „Lehetőségek és döntések – Felsőoktatási intézményválasztási szempontok változása (2009-2014)” (Csuka Gyöngyi); „A felsőoktatási intézmények szerepe a nemzeti versenyképességben” (Chikán Attila) címmel.

Az előadások rámutattak a hazai felsőoktatás problémáira, az egyetemek közötti rangsorok elemzési nehézségeire, a végső preferenciát meghatározó szempontokra, az országsorrend és a versenyképesség közötti érdemi kapcsolatra, és a menedzsmentképzés és a termelékenység mutatója közötti korreláció hiányára, a finansziális bázis alacsony voltára stb. „A magyar felsőoktatás esélye a rangsorjellegű nemzetközi megmérettetésekben” címmel különösen figyelemre méltó előadást tartott Mezey Barna jogtörténész, az Eötvös Loránd Tudományegyetem egyetemi tanára, a Magyar Rektori Konferencia (MRK) 2014. június 30-ig megválasztott elnöke (az MRK elnöke 2014. július 1-től Bódis József egyetemi tanár a Pécsi Tudományegyetem rektora).

Mezey Barna rámutatott arra, hogy a rangsorok összeállításánál figyelemmel kellene lenni az adott intézmény méretére, költségvetésére és a helyi adottságokra is, ezáltal pontosabb lehetne a sorrend. Előadásában tényként állapította meg: (1) A nemzetközi rangsorok indikátorainak döntő része közvetlenül a pénzügyi adottságtól függ; (2) A magyar egyetemek finansziális bázisa összemérhetetlenül kisebb a világ 100-200 elitegyeteméhez képest és jelentősen elmarad a 100-150 egyetemétől; (3) A verseny eredménye a finanszírozási kérdéseken dől el (publikáció csak kutatásból lesz, kutatás csak pénzből lesz, bevétel csak gazdálkodásból lesz, pályázati forrás csak kapacitással nyerhető el); (4) Külföldi kutató csak versenyképes fizetésért jön; (5) Magyar oktató-kutató csak versenyképes körülmények között marad itthon; (6) Külföldi diák csak versenyképes körülmények közé jön; (7) Csak akkor vesznek észre bennünket a világban, ha konferenciákon, közös kutatásokban, közös képzésekben veszünk részt; (8) A kutató egyetemeknek csak a nemzetközi színvonal érvényesítése lehet a mérce, ehhez a teljesítményhez viszont teljesítményelvű finanszírozás, gazdálkodási szabadság kell; (9) Az intézmények forrásallokációjában a nemzetközi élvonalú kutatásoknak prioritást kell kapni; (10) Az intézményeknek fel kell oldani a megcsontosodott diszciplináris határokat merevítő belső megkötéseket; (11) Az intézményeknek honorálni kell a kiemelkedő kutatási, képzési teljesítményeket, személyiségeket és műhelyeket.

Figyelemre méltó a hazai vezető egyetemek tudományos minősítéssel rendelkező oktatóinak megoszlása. A *Quacquarelli Symonds (QS)* cég rangsora szerint a Szegedi Egyetem az első-, az ELTE a második-, és a Debreceni Egyetem a harmadik helyezést érte el a tudományos minősítéssel rendelkező oktatók számát tekintve. A *Webometrics Ranking of World Universities* rangsora szerint a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem a magyar egyetemek között az első helyen van, de a tudományos minősítéssel az ELTE, a Pécsi, a Szegedi és a Debreceni Egyetem után következik. Ezek az adatok arra mutatnak, hogy az egyetemi világranglistában szereplő magyar egyetemek rangsora és a tudományos minősítéssel rendelkező oktatók megoszlása között nincs pozitív korreláció.

2014. év tavaszán az EU támogatásával *U-Multirank* néven új nemzetközi egyetemi rangsor kezdte meg működését. A világszerte több mint 850 felsőoktatási intézményre kiterjedő teljesítmény-értékelés abban különbözik a korábbi rangsor-vizsgálatoktól, hogy több vizsgálati szempontra terjedt ki és ez által részletesebb és személyre szabható rangsorlisták állíthatók fel.

A Pannon Egyetem 2013. november 19-én rendezett „Magyar felsőoktatási rangsorok, hallgatói preferenciák” című konferenciája nemcsak arra kereste a választ, hogy

magyar egyetem miként kerülhetne be a nemzetközi TOP200-as listába, hanem arra is, hogy az érettségire készülő, leendő egyetemi hallgatók milyen szempontok alapján választanak felsőoktatási intézményeket és ismerik-e egyáltalán a felsőoktatási rangsorokat és azt mennyire veszik figyelembe döntéseiknél. Megállapítást nyert, hogy a hallgatók 50-75%-a ismeri az egyetemi rangsort, de döntéseiknél (1) az oktatás minősége; (2) a használható tudás; és (3) a végzés utáni elhelyezkedés esélye a döntő (Nagy, 2014). Mindhárom döntési szempont a minőségi oktatással van összefüggésben.

Kétségtelen fontos tudnivaló a magyar egyetemek „világranglistás” helye, de legalább ilyen fontos lenne a magyar egyetemi diploma elismertségének vizsgálata is. Talán ennek egyik mutatója az, hogy például a Pannon Egyetem Műszaki Informatikai Kar (PE-MIK, Veszprém) képzéseire jelentkező és az ott végző egyetemi hallgatók az összes hazai felsőoktatási intézmény összes szakán végzők közül a legmagasabb kezdő átlagfizetéssel (349 749 Ft) rendelkeznek (Friedler, 2014 levélbeni közlés). Az *Educatio Nonprofit Kft.* jelentése szerint a PE-MIK-et a Pázmány Péter Katolikus Egyetemen, a budapesti Corvinus Egyetemen és a Debreceni Egyetemen végzett informatikusok követik 319 ezer, 304 ezer, illetve 193 ezer Ft havi átlagfizetéssel (vö.: Dallos-Biró, PE „Egyetemünk” 4 : 6, 2014). A jogászképzésben a kereseteket tekintve a Pázmány Péter Katolikus Egyetem vezet (198 ezer Ft), ezt követi a Pécsi Tudományegyetem (182 ezer Ft), a Szegedi Tudományegyetem (167 ezer Ft) és a győri Széchenyi István Egyetem (146 ezer Ft). Összehasonlításként a friss egyetemi diplomások havi nettó átlag jövedelme 168 400 Ft. A képzési területek között is nagy különbségek vannak: például egy testnevelő-edző 109 ezer, gépészmérnök 278 ezer, villamosmérnök pedig 290 ezer Ft kezdő fizetést kap. Az *Educatio Nonprofit Kft.* 2013. évi adatai szerint 14 képzési terület havi átlagjövedelmét tekintve a legalacsonyabb volt a pedagógusképzésben (124 ezer Ft), a középmezőnyben, a 7. helyen levő agrártudományok területén pedig 145 ezer Ft.

Fontos kiemelni azt a tényt is, hogy a külföldi új hallgatók közül Németországból 1426, Szlovákiából 701, Romániából 501, Törökországból 458, Brazíliából 433, Franciaországból 339 és Spanyolországból 398 hallgató érkezett hazai egyetemi képzésre, amely a magyar felsőoktatás elismertségét jelenti.

6. Versenyképes oktatáspolitikai

Bazsa György egyetemi tanár, a Magyar Rektori Konferencia (MRK) korábbi elnöke, majd több éven át aktív résztvevője áttekintést adott az MRK negyedszázados tevékenységéről (1988-2013), amely megjeleníti és képviseli a magyar felsőoktatást hazai és nemzetközi fórumokon (Bazsa, 2013). Az áttekintésben olvasható például, hogy a kormány véleménye szerint „A felsőoktatást át kell alakítani, mert most, illetve eddig sem saját eszméjének, sem pedig a fenntarthatóság követelményének nem felelt meg. Voltak már átalakítási kísérletek. Ilyen volt az integráció ügye, ilyen volt a bolognai folyamathoz való csatlakozás, vagy a hallgatói létszámok jelentős növelése. Egyik sem hozta meg a kívánt eredményeket, sőt számos nem kívánt következménynek is tanúi lehettünk. A magyar felsőoktatási rendszer nem állt készen a bolognai folyamatra. Az átgondolatlan reformok során sajnos leértékelődött a felsőoktatás presztízse.

[...] A gondokat ismerjük: túlburjánzó szakkínálat, fenntarthatatlan párhuzamosságok, több helyen minőségében megkérdőjelezhető teljesítmény." A Rubikon Intézet „Műhelytanulmánya” (2014/1) szerint a „nemzeti oktatáspolitikai” helyett versenyképes oktatáspolitikára van szükség. A MRK 2012. december 18-án rámutatott arra is, hogy „...be kell fektetni a tudásba, az egyetembe, a jövőbe.” A 2007. évi budapesti *World Science Forum* mottója is ez volt: „*Investing in knowledge, investing in the future*” (Befektetés a tudásba, befektetés a jövőbe). Növelni és nem csökkenteni kell a felsőoktatási ráfordításokat. Az elmúlt időszakban éppen az ellenkezője történt. Öt év alatt 40%-kal csökkent az egyetemek, főiskolák állami támogatása.

A csökkenő állami támogatás nem ad esélyt a nemzetközi felzárkózásra. Magyarország az OECD országok szintje alatt fordít oktatásra, amely ellentétes a versenyképesség javításával. A Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet (*Organization for Economic Cooperation and Development, OECD*) 2016. évi jelentése szerint Magyarország 2013-ban kb. 1,5 millió forintot költött egy-egy diákra az általános iskolától a felsőoktatásig bezárva, amely a 35 országot tömörítő OECD-országok átlagának 50%-a, pontosabban az OECD 10 500 amerikai dolláros átlagához képest a magyar kormány 5600 dollár/diák költött, ami 82%-a a 2008. évi kiadásnak. Az OECD-jelentése szerint Magyarország a GDP 3,8%-át költi az oktatásra, szemben az OECD 5,2%-os átlagával szemben. A felsőoktatásra költött 0,8% kevesebb, mint az OECD-országok 1,1%-os átlaga. Példaképpen megemlíthető, hogy az 1818-ban alapított német főiskola, újabb nevén a *Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität* (Bonni Egyetem) állami támogatása (595 millió €), több mint a Debreceni Egyetem (223 millió €), a Semmelweis Egyetem (221 millió €) és a Szegedi Egyetem (143 millió €) együttes támogatása (Mezey, 2014 levélbeni közlés). Az 1365-ben (a Közép-európai térség harmadik egyetemeként) alapított *Universität Wien* (Bécsi Egyetem), ahol 1914-2004 között 15 Nobel-díjas tudós dolgozott [talán a legismertebbek Hans Fischer kémikus (1930); Erwin Schrödinger fizikus (1933); Konrad Lorenz orvos-fizikus (1973)] 2010/2012-ben 509 millió €, a legrégibben (1635) alapított és folyamatosan működő budapesti Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) támogatása pedig 114 millió € volt. Az európai egyetemek közül érdemes megemlíteni a frankfurti polgárok támogatásával 102 éve, 1914-ben alapított intézményt, amely 2008-ban függetlenségével elnyerte az alapítványi egyetem (*Frankfurter Goethe-Universität*) státuszát, amely állami költségvetésének 1/3-a 171 millió € alapítványi pénzekből (*Drittmittel*) származott. Az egyetem elnöke Werner Müller-Esterl professzor véleménye szerint az egyetem célja az amerikai Harvard Egyetemhez történő felzárkózás (*Harvard am Main*).

A *Goethe-Universität* a legjobb 5-6. helyen levő német egyetem, és a Kölni, valamint a Münchener Egyetemmél az európai egyetemek rangsorában pedig a legjobb 20 között van. Olyan mutatókkal rendelkezik, amely a 700 ezer lakosú Frankfurt 100 éves egyetemét, a legszebb német egyetemi kampuszt méltán emeli az európai egyetemi rangsorok élére [45 ezer egyetemi hallgató (minden 7. hallgató külföldi), 6500 doktorandusz, 650 egyetemi tanár, 1500 tudományos kutató, 606 német ösztöndíjas, 19 Nobel-díjas (köztük például az 1988-ban J. Deisenhofer és R. Huber professzorokkal együtt elnyert kémiai Nobel-díjas Hartmut Michel a *Goethe-Universität* biofizikus professzora), 15 Leibniz-díjas, 7 partner egyetemi kapcsolat és 3 kiválósági kutatócsoport

(*excellence cluster*) az élet- és természettudományok, az orvostudományok és a szellemi, szociális és gazdaságtudományok területén, [in: Letter 01:44-48,2014]. Összehasonlításként megemlíthető, hogy a négy vezető amerikai egyetem (*University of California, Berkeley* 3,233 257 103 milliárd €; a *Columbia University* 3,168 627 089 milliárd €; a *Stanford University* 3,157 003 157 milliárd € és a *Harvard University* 2, 849 002 849 milliárd €) támogatása több mint 12,5 milliárd €/év (Mezey, 2014). A négy vezető amerikai egyetem 17,1 milliárd USA-dollár/év támogatása a 2014. július 15-i adatoknak megfelelően 3 875 milliárd Ft-nak felel meg.

Az egyetemek szerepével kapcsolatban fontos gondolatokat fogalmazott meg Gulyás Balázs (*Karolinska Institute, Stockholm*): „Megdöböntő, de tény: a világ száz olyan intézménye közül, amelyek legrégebb óta, alapításuktól kezdve struktúrájukban, funkciójukban, célkitűzéseikben nem tértek el és több száz vagy egyes esetekben több mint ezer éve ugyanazt folytatják, amit elkezdtek, nyolcvanöt egyetem van. Az első helyen szerepel, nem véletlenül, a katolikus egyház kétezer éves történelmével; aztán ezerkétszáz éves történetével az izlandi parlament, az alpingi, majd jönnek a svájci kantonok, de közvetlenül ezek után Bologna, Oxford, Párizs, Cambridge egyetemei. Tehát a világ legstabilabb intézményei az univerzitások, ezt senki nem vonhatja kétségbe. És ez nincs másképp a 21. században sem! Erről a pódiumról kérem, ha vannak itt döntéshozók, ha nincsenek, akkor is hallják meg ezt a hangot, hogy koncentráljunk az egyetemekre!”

A napokban figyelemre méltó cikket közölt Csath Magdolna közgazdász „Tudás nélkül nincs növekedés” (Csath, 2016b). Magyarország és a régió (Lengyelország, Csehország, Szlovákia, Szlovénia, Ausztria) kutatás-fejlesztés teljesítményét és az azokat befolyásoló tényezőket vizsgálta és hasonlította össze az Európai Unió átlagával. Az Európai Innovációs Teljesítmény (*European Innovation Scoreboard*) 2016. évi adataiból tk. a felsőfokú végzettségűek (30-34 éves korcsoportban) arányára, a doktorandusz-hallgatók (25-34 éves korcsoportban) arányára, a K + F -re GDP arányban fordított állami kiadásra, és a tudásalapú munkát végzők (összes foglalkoztatott) arányára tekintettel az alábbi megállapítások tehetők: (1) A felsőfokú végzettségűek aránya 34,9%, amely kisebb mint Lengyelországban (43,2), Szlovéniában (42,6) és Ausztriában (39,1), de magasabb, mint Szlovákiában (27,9), és Csehországban (29,5). Összehasonlítva az EU átlaga 39,1%, amely megfelel az ausztriaiaknak; (2) A doktoranduszok 0,9%-os aránya (Lengyelországot 0,6% kivéve) a legalacsonyabb és fele az EU átlagának. Ennél jóval magasabb Csehországban (1,7%), Ausztriában (2,0%), Szlovákiában (2,5%), és csaknem négyszerese Szlovéniában (3,9%); (3) A K+F-re fordított kiadás szintén a legalacsonyabb (0,38%), kb. 50%-a az EU (0,72) átlagának. A vizsgált további öt országban a K+F-re fordított állami kiadás a GDP arányában mindenhol magasabb: Lengyelországban 0,5, Szlovéniában 0,54, Szlovákiában 0,56, Ausztriában 0,86 és Csehországban 0,87%; (4) A tudásalapú munkát végzők arányát (az összes foglalkoztatottból) tekintve Magyarország 12,3%, és megelőzi Lengyelországot és Szlovákiát (9,9-9,9%). Kisebb viszont mint Csehországban (12,7%), Szlovéniában(14,0%) és Ausztriában (14,7%). Az innovációs index (amely 25 innovációs mutatót elemez) alapján az országok négy csoportba sorolhatók: vezető, erős, mérsékelt és gyenge innovátorokra. Ez alapján az EU átlagánál jobb teljesítményű, ún. vezető innovátorok:

Svédország, Dánia, Finnország, Németország, Hollandia. Erős innovátorok száma hét (hat ország teljesítménye jobb, egy országé valamivel kisebb mint az EU átlaga). A mérsékelt innovátorok csoportjába tartozik Csehország, Szlovákia, Lengyelország és Magyarország. A gyenge innovátor országok között van Románia és Bulgária. A tanulmány szerint a versenyképesség-javítás fokozása érdekében új stratégiára van szükség, amely tk. több és jobb munkahelyben, új tudás- és innováció-tartalommal megnövelt drágább exportban, bürokrácia-mentességben, a közbeszerzés javításában, és az EU-s pályázatokhoz jutás esélyeinek növelésében van lehetőség.

7. Az egyetemek és a Magyar Tudományos Akadémia

Az egyetemek reformjával kapcsolatban figyelemre méltó kérdéseket [oktatás és kutatás egysége, pénzügyi öngazgatás, a gazdasági (financiális) adminisztráció elválasztása a tudományos-oktatási ügyekben illetékes egyetemi tanácstól, tanszabadság, az egyetem és a különböző állami szervek (Magyar Tudományos Akadémia, minisztérium) kapcsolata stb.] fogalmazott meg Hamza Gábor (2014) akadémikus, egyetemi tanár. A magyarországi felsőoktatás tehát jelentős átalakításra szorul nemcsak azért, mert a tudomány hordozója, művelője, létrehozója és továbbadója, hanem azért is, mert a 21. században az egyetemek klasszikus funkciói mellett kiegészül mindennel, ami az alkotással, a tudással, annak továbbadásával és felhasználásával kapcsolatos. Az átgondolt, sürgős intézkedések nem nélkülözhetik az egyetemi és akadémiai (MTA) intézetek kapcsolódását az alapkutatásban, a *Ph.D.* képzésben (Pálinkás et al., 2011). A Magyar Tudományos Akadémia tudományos műhely, a magyar tudomány protektora és a nemzet tanácsadója (Glatz, 2002). Ebben a nemzeti köztestületben, amely közadakozásból jött létre, együtt van a kutatói, egyetemi és tudománypolitikai képviselő és talán ezért válhatott a nemzet által legismertebb és legelfogadottabb intézményévé. A változás (változtatás) tehát elkerülhetetlen. Mindenekelőtt – a tervek szerint – az egyetemeken nem lesznek előre meghatározott férőhelyek és az állami ösztöndíjak elosztásánál a hallgatói választás lesz az elosztás szempontja, ugyanis nem az intézményeket, hanem a teljesítményt felmutató hallgatókat kell finanszírozni, amely az egyetem érdeke is.

Fontos elvárás az egyetemi felvételnél az emelt szintű érettségi megkövetelése és a nyelvtudás. Nem kevésbé fontos, hogy az egyetemek foglalkozzanak idegen nyelv(ek) oktatásával. Magyarország talán az egyetlen olyan ország, ahol az egyetemek az általuk kiadott diplomát egy külső szervezet (nyelviskola) nyelvvizsga bizonyítványával hitelesítik. A nyelvvizsga-bizonyítványt kiállító szervezet, iskola nem lehet egyenrangú az egyetemmel, hiszen annak eredményeit érvénytelenítheti. Mint ismert az egyetemi hallgatók nagy része nem kapja meg diplomáját a nyelvvizsgát igazoló bizonyítvány hiányában. Az Országos Foglalkoztatási Közhasznú Nonprofit Kft. (OFA) tájékoztatása szerint a diplomamentő program 2014-ben azt követően indult, hogy 2006 óta 50 ezer egyetemi hallgató nyelvvizsga eredményes letételének hiányában nem kaphatta meg diplomáját. Ismert az is, hogy 2014-ben 8500, 2015-ben pedig 9300 diploma átvételére nem kerülhetett sor a nyelvtudást igazoló vizsga hiányában.

A diplomamentő programra jelentkező 10 200 hallgató közül 5152 főnek sikerült a nyelvvizsgát megszerezni, 126 főnek pedig vissza kellett fizetni a képzési költség felét, átlagban 93 ezer forintot, miután a nyelvvizsgát nem sikerült megszerezni. A „diplomamentés” folytatására feltétlen szükség van, de a képzésbe csak valódi referenciát felmutatni képes képzőhelyeket szabad bevonni (Hutter, 2016).

Lovász László a Magyar Tudományos Akadémia új elnökévé történt megválasztásakor – egy vele készített interjúban – (vö.: Ruzsbaczký, 2014) azt mondta, hogy az akadémiának meg kell felelni a 21. század kihívásainak. Erősíteni kell a kapcsolatot az egyetemekkel és foglalkozni kell olyan kutatásokkal, amelyek a különböző területeken az oktatás módszertanát (szakdidaktika) érintik, de mindenképpen szükség van arra is, hogy az akadémia tudományos eredményeit kommunikálja a társadalom felé. Az MTA 187. Közgyűlésén tartott elnöki előadásban az akadémia feladatairól és a kutatók felelősségéről beszélt. Arra a kérdésre, amelyet az ALLEA (*ALL European Academies*) 2016. évi bécsi közgyűlése feltett, hogy „hogyan működhet a tudomány a politikai elvárások, társadalmi kihívások és a gazdasági haszon elvárásának hármas szorításában” részletesen kitért, és egyértelművé tette, hogy az MTA-nak ezekre a kérdésekre meg kell találni a választ. Három társadalmilag fontos kutatási programot jelölt meg: (1) Oktatási módszertani kutatások; (2) Agrárinnovációs kutatások; (3) A Martonvásári Agrárkutató Központ fejlesztése. Mindhárom kutatási programot csak kiváló kutatókkal lehet teljesíteni, olyan kutatókkal, akik probléma megoldó képességekkel, lelkesedéssel és olyan képességekkel rendelkeznek, akik a kívülről érkező kérdéseket megértik. A kérdésre adott válasz az is, hogy legyenek olyan kiváló kutatók, akik interdiszciplináris kutatásokat és együttműködéseket tudnak szervezni. A Magyar Tudományos Akadémia 365 akadémikusa, 15 ezer köztisztviselő tagja együttműködve az egyetemekkel, a kutatóhelyekkel és a következő generáció oktatásával képes arra, hogy kutatási eredményeit hitelesen tudja kommunikálni a társadalommal (Lovász, 2016a,b).

Az MTA 2011 óta támogatja az egyetemi Lendület Kutatócsoportok pályázatait, amely 2014. év végén az összes Lendület-csoport 43%-át tette ki. 2013-ban és 2014-ben az MTA kutatóinak 40%-a (c. 1000 kutató) oktatott felsőoktatási intézményekben. Egyetemi doktori iskolákban 2013-ban 32-, 2014-ben 21 doktori iskola vezető volt akadémiai intézmény munkatársa. Az MTA egyetemek részére nyújtott támogatása megnyílvánul az egyetemi kutatási feltételek javításában és az oktatásban való részvételben. 2013-ban 3,8 milliárd Ft-tal, 2014-ben 4,4 milliárd Ft értékben támogatta az MTA az Egyetemeken létesített kutató csoportokat.

Az MTA az Országgyűlés részére készített beszámolója (Anonymus, 2015j) – amely a 2013/2014 évekre vonatkozott – szerint a Nemzeti Kutatás-fejlesztési és Innovációs (KFI) stratégia 2014-2020 közötti támogatásra vonatkozóan idealista célokat fogalmazott meg: A K+F ráfordítások a GDP 1,8%-ára, a kutatói, fejlesztői létszám 56 ezerre emelését. A felsőoktatási stratégia a 2014. év végi elfogadásakor már a következőket állapította meg: „...az elkövetkezendő években a közvetlen állami támogatás jelentős mértékben nem növelhető és a rendszer robusztusságát figyelembe véve nem is kívánatos az ilyen mértékű kitértség egyetlen bevételi csatornának”. Ez a megállapítás nem tükrözi a KFI stratégiájában elképzelt stabilitást, mely szerint „...az alap kutatások

feltételrendszerének biztosítása nélkül az alkalmazott kutatások és a fejlesztések, továbbá a tudásvezérelt gazdaság és társadalom utánpótlási csatornái apadhatnak el, ezért a KFI-stratégia fontosnak tartja, hogy az alapkutatások fizikai és humán erőforrásai rendelkezésre álljanak, és a finanszírozási feltételek biztosítottak legyenek”. Ebből az következik, hogy a stratégia céljai és a finanszírozási feltételek nincsenek összhangban, ami nem szolgálja a kutatói és oktatói életpályamodell létrejöttét és a tudásbázisok erősödését, valamint a nemzetközileg versenyképes K+F infrastruktúra megvalósítását.

8. Felsőoktatási Reform (FR)

A magyar felsőoktatás elmúlt negyedszázados fejlődésének, útkeresésének végén a Felsőoktatási Reform (FR) a gazdaság stratégiai elemének tekinti a felsőoktatást, tekintettel arra, hogy a tartós fejlődés alapját az egyetemek által képzett szakemberek jelenthetik. Balázs Ervin (2013b) akadémikus a Magyar Felsőoktatási Akkreditációs Bizottság akkori elnöke a felsőoktatás stratégiájának átgondolásával kapcsolatban szükségesnek tartotta a nemzetközi követelmények szem előtt tartását, a felsőoktatás erkölcsi tőkájének megőrzését, az értékek megóvását. Nem a régi – talán már manapság nem is elképzelhető – oktatási rendszer átvételéről van szó, hanem az értékőrző, ma is vállalható oktatási rendszerről, amely az egyetem előiskolájaként megteremti az általános emberi, szakmai műveltség megkövetelt szintjét. Csak ez biztosíthatja, hogy az egyetem az alaptárgyakat ne középiskolai (gimnázium) ismétlési szinten, hanem mesterfokon végezze (vö.: Seregi, 2014). Jelenlegi elképzelések egy olyan felsőoktatási struktúra („piramis”) kiépítését tervezik, amelynek alapját egy olyan Közösségi Főiskola képezné, ahol szorgalmas, továbbtanulni vágyó fiatalok két éves alapképzés (korszerű tudás és tájékozódás) után felsőoktatási szakképesítést kapnának.

A Nemzeti Tudományegyetemtől elvárható, hogy magas színvonalú, sok egyetemi karral és szakkal rendelkezzenek, legyen mesterképzésük (*M.Sc.*) és doktorképzésük (*D.Sc.*). A Szakegyetemek – hasonlóan a Nemzeti Tudományegyetemekhez – magas színvonalú képzést folytassanak kevesebb egyetemi karral. Móczár (2014) véleménye szerint a tudományegyetem és a szakegyetem megkülönböztetés értelmetlen (szükségtelen), tekintettel arra, hogy a Magyar Felsőoktatási Törvény [2011. évi CXXXIX, 4 (1)] szerint az egyetem olyan felsőoktatási intézmény, amelynek „... alaptevékenysége az oktatás, a tudományos kutatás, a művészeti alkotó tevékenység”. A tudományegyetemek és a szakegyetemek közötti besorolás mögött anyagi (támogatási) különbségek vannak, amely azonban nem garantálja a tudományegyetemek felzárkózását (például a nemzetközi rangsor TOP200-as listájába 2020-ra). Megválaszolhatatlan az a kérdés is, hogy biztosított-e a két egyetemi típus között az átjárhatóság, valamint az is, hogy mi történik abban az esetben, ha a tudományegyetemek közé sorolt intézmény, intézmények 2020-ra nem kerülnek be a TOP200-as listába (vö.: Móczár, 2014). Az egyetemi besorolásban nem indokolható a különbség; nem ismert az, hogy a kijelölt „kutatóegyetemek” többlétszámú támogatása jelent-e előrelépést a

nemzetközi felsőoktatási rangsorban, ezért Török (2013) szerint „kár erőltetni a kutatóegyetemek kiemelését.”

Vissza-visszatérő kérdés, hogy van-e szükség az egyetemen elitképzésre. Eltekintve attól, hogy az intézményi kiválóság szempontjai [például tudományos diákköri részvétel (OTDK) stb.] után az egyetemek „Kiválósági támogatásban” részesülnek (erre például 2013-ban 10 milliárd Ft állt rendelkezésre), fontos lehet az a vélemény, hogy a társadalmi elit alapját mindig is azok az egyetemi hallgatók teremtették meg, akik képzésük során kiemelkedtek. Ezért nagyon fontos célja az egyetemeknek, hogy a közoktatásból az egyetemre kerülő hallgatóknak biztosítsa a tehetséggondozást, a tudományos munkába történő bekapcsolódást. Ez nevezhető elitképzésnek is, de leginkább az egyetem feladatának.

A felsőoktatási képzésben világos, elhatárolódó különbséget kell tenni az ún. akadémiai képzés és az alapképzés között; az akadémiai (egyetemi) képzés mesterképzést (*M.Sc.*) és doktorképzést (*D.Sc.*) folytat, míg az alapképzés a gyakorlati élethez legszükségesebb, legkorszerűbb tudást nyújtja (Csókás, 2013; Kiszelly, 2014; Balázs, 2014b; Klinghammer, 2014). Minőségközpontú, társadalmi szükségességet és közhasznúságot szolgáló nemzeti oktató-kutató hálózat kiépítésére van szükség, amely nem centrálisan, hanem periférikusan biztosítaná a társadalom elvárásait. A felsőoktatás irányításában alapvetően szerepe van a hatékonyságnak, a kiszámíthatóságnak, az átláthatóságnak és a stratégiai gondolkodásnak (Klinghammer, 2014). Ha ez nem valósul meg, akkor egyes térségek leszakadása tovább folytatódik, amely növeli a vidékről történő elvándorlást is. Palkovics László felsőoktatásért felelős államtitkár, egy vele készített interjúban („Újratervezés a felsőoktatásban” *in*: Magyar Nemzet 2014. július 2.) a felsőoktatás profiltisztítását (a felesleges szakok felszámolását) fontos feladatnak tekintette. Az új felsőoktatási politikának nem célja intézmények megszüntetése, de a negyedik kategóriába sorolt közösségi főiskolák finanszírozását – mint nyilatkozta – nem lehet államilag biztosítani, mert nem képeznek elég megfelelő szakembert, vagy olyan végzeteket bocsátanak ki, akik az adott régióban nem tudnak elhelyezkedni. Hangsúlyozta, hogy ezeknek a főiskoláknak, amelyek a helyi igényeknek képeznek szakembereket, az adott település kulturális, tudományos és gazdasági életében fontos szerepük van, de működtetésüket a helyi közösségeknek (például civil szervezetek, cégek, önkormányzatok, egyházak) kell vállalni, de nagyobb egyetemek is – ha érdekeik megkívánja – segíthetik őket.

A felsőoktatási stratégia részeként bevezetett kancellári rendszer – amely a gazdasági irányítás átszervezését jelenti és a rektorok csak az oktatási-kutatói tevékenységet irányítják, míg az egyetem működtetési, menedzselési feladatait a kancellárok végzik – egyesek szerint a rektori hatáskörök sérelmével jár, mások szerint viszont az egyetem pénzügyi irányítása az informatikától a közbeszerzésen át az ingatlanhasznosításig olyan felkészültséget igényel, amelyhez nem elég az oktatói-kutatói felkészültség és eredmény (amely alapján a rektorok kinevezése megtörtént). Erre mutat az is, hogy az egyetemi menedzsment külön szakmává kezd válni a világban és nem veszélyezteti az egyetemi autonómiát. A Magyar Rektori Konferencia (MRK) megjegyzésekkel ugyan, de elfogadta a kancellária rendszer bevezetését, ugyanakkor szükségesnek tarja annak későbbi felülvizsgálatát. Más vélemények szerint minden

az oktatással és kutatással kapcsolatos egyetemi döntés gazdasági eredetű (is), ezért tekintettel a kancellárok önálló gazdasági-döntési jogkörére, sérül(het) az egyetemi oktatás és kutatás szabadsága. Balog Zoltán az emberi erőforrások minisztere egy interjúban (Magyar Nemzet 2014. július 5.) azt mondta, hogy a kancellár az intézmény hatékony működéséért felel (amely menedzser típusú felkészültséget igényel) és nem a felsőoktatási intézményt vezeti. A kancellári rendszer bevezetése óta eltelt két év azt igazolja, hogy szakmailag indokolt volt, ui. az ellenőrzések számos hibát tártak fel a felsőoktatási intézmények gazdasági irányításában, amelyek kijavítására, olyan emberekre volt szükség, akik rendszerszinten átlátják egy intézmény gazdasági működését és megakadályozzák például az adósságok felhalmozódását. A rendszer azonban csak akkor és ott működik jól, ha az egyetem vezetése (rektor) és a kancellár közötti feladatok és felelőségek elkülönülnek és a siker érdekében összpontosulnak. A kancellárok kinevezésére 2014. október végén került sor 3 éves időtartamra.

A felsőoktatás átalakításával kapcsolatos reformjavaslatok között szerepel például a teljes idejű képzés duális képzésként történő megszervezése is. Ebben a képzési formában, amely az alapképzés speciális gyakorlat orientált formája, a hallgatók az egyetemi tanév felét vállalatoknál (gazdaságoknál) töltik, ahol az elméleti képzést gyakorlati oktatás követi. Ez a képzési forma jelentősen elősegítené például a műszaki és az agrárképzés gyakorlati oldalának megerősítését, és növelné az egyetemet befejező hallgatók elhelyezkedési esélyeit. A felsőoktatási törvény módosítása során a kormány megteremtette a duális képzés jogi kereteit. Nemrég megnyílt például a Zalaegerszegi Duális Képző- és Innovációs Központ, amely hallgatói műhellyel, gyakorlati és vállalati oktatótermekkel van felszerelve, amely 30 hallgató és 20 vállalkozás részvételével a mechatronikai B.Sc. mérnökképzésben 2014-ben már a harmadik duális csoport képzését folytatta. A duális képzés a végzős egyetemi hallgatók elhelyezkedési esélyeinek növelése mellett javítja a vállalatok innovációs képességét is. A duális képzéssel kapcsolatban (mint a felsőoktatás átalakításának egyik eleme) Palkovics László egyetemi tanár, az MTA r. tagja, nemrég kinevezett felsőoktatásért felelős államtitkár azt nyilatkozta, hogy akkor és ott van létjogosultsága, ha a gazdasági, társadalmi környezet magas színvonalú gyakorlati képzettséget igényel (például Kecskemét, Győr, Szombathely, Miskolc és újabban Zalaegerszeg).

Az utóbbi egy-két évben mintegy ezer cég (vállalat) igényelt egyetemi hallgatókat duális képzésre és 2600 munkahelyet ajánlottak fel. A duális képzés sikere attól függ, hogy a munkaerő piac és az egyetem képzési kínálata között meg lehet-e teremteni az összhangot, és a gazdasági elit szereplői felismerik-e az ebben rejlő előnyöket, és biztosítani tudják-e a szigorú szakmai kritériumokat, előnyöket. A Duális Képzési Tanács (DKT), a Magyar Kereskedelmi és Iparkamara (MKIK), a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara (NAK) együttműködése szerint a cégek naponta 4500 Ft-ot vonhatnak le a szakképzési hozzájárulásból, és a hallgatók a cégek munkavállalójává válva a mindenkori minimálbér 60%-át kaphatják meg. A 2015/2016. évi tanévben 19 felsőoktatási intézmény 79 szakán, 440 egyetemi hallgató és 198 vállalat részvételével indult duális képzés a műszaki-, agrár-, informatikai-, természettudományi- és gazdaságtudományi területen. A duális képzésben résztvevő hallgatók 57%-a műszaki-, 21%-a gazdasági-, 12%-a informatikai és 10%-a agrárszakos.

A reform előtt álló felsőoktatás – amely évszázadok óta a tudomány hordozója, művelője, létrehozója és továbbadója – alapvető kérdése az, hogy miként egyeztethető össze az egyetem egykori eszmeisége, ideája, tudós és szakember képzése, a műveltség gondozása, a mai globális trenddel (világviszonyulással), a gyors gyakorlati megteremtéssel és a hasznosság elvével. Azért érdemes ezt a kérdést felvetni, mert az utóbbi években gyakran elhangzott, hogy a társadalmi hasznosság alapján kell oktatási rendszerünket és a tudományágak támogatását megítélni. Klinghammer István felsőoktatásért felelős korábbi államtitkár egyik újabb nyilatkozatában a következőket mondta: „Tizenöt hónapos kormányzati szerepvállalásom során annyit megállapíthattam, hogy a kormányzás oktatással kapcsolatos gondolkodásában túltengett a haszonelvűség. Ezt kudarcként is éltem meg annak idején. Hiába próbáltam változtatni ezen, a magyar felsőoktatást egyértelműen nem az érték-, hanem a haszonelvűség oldaláról igyekeztek rendezni” (vö.: Wekerle, 2015).

Egy másik fontos kérdés a Hallgatói Önkormányzat (HÖK) korábban sokunk által bírált indokolatlanul túlzott szerepe és hatása az Egyetemi Szenátusban (ESZ) és/vagy Kari Tanácsban (KT). Mint ismert az 1985-ös felsőoktatási törvény lehetővé tette, hogy az intézményi tanácsokba 1/3-arányban a hallgatók által választott képviselők is bekerüljenek. Az egyetemek döntéshozó szerveiben a hallgatók által képviselt magas arány – amely a felsőoktatási törvény 2011. évi módosítása során ugyan 1/4-re csökkent – lehetővé tette a hallgatók számára olyan fontos kérdésekben a döntést (amelyekhez megfelelő rálátásuk és felkészültségük sem volt, de befolyásolhatóságuk annál nagyobb), mint például a rektor, a dékán és egyetemi tanárok kinevezése, vagy például egyetemi kar alapítása stb. A Kormányzati Ellenőrzési Hivatal (KEHI) újabban 3 főben szabályozná a HÖK részvételét az egyetem döntéshozó szerveiben és kormányrendeletben határozná meg a diákképviseletnek nyújtható támogatás mértékét, és törvénybe foglalná az egyetem rektorának a HÖK kétévenkénti átfogó ellenőrzését. Ha a döntéshozók elfogadják az új javaslatot, akkor az új felsőoktatási törvény egyértelműen rögzítené az ellenőrzésben a rektor és a kancellár szerepét. Az új készülő felsőoktatási törvényben olyan változtatásokra is szükség van, amely a HÖK-i rendszer túlságosan nagy szabadságot biztosító működését és szinte korlátlan hatalmát szabályozza.

Talán érdemes megemlíteni, hogy 1995-ben a HÖK követelése (például igen jelentős hallgatói létszám-emelés, kis egyetemek és főiskolák nagy egyetemekbe történő integrációja, a normatív finanszírozás bevezetése) teljesültek, amelyek ma már kritika tárgyát képezik. A változtatás tehát szükségszerű. Ehhez kényszerítő, döntő erejű lökést adott a 2014. év nyarán HÖK ELTE Gólyatáborában történt felháborító eset, amely a barbárság, a brutalitás és az egyetemi lét szellemiségétől idegen egyetemi világot vizionált. Az új felsőoktatási törvény ezért nem tekinthet el az egyetem szellemének, méltóságának megőrzésétől sem.

A felsőoktatási reformmal kapcsolatban érdemes megemlíteni Amanda Godall (*University of Warwick*, Egyesült Királyság) „*Socrates in the Boardroom: Why Research Universities should be led by top scholars*. Princeton University Press, Princeton 2009) című könyvét, amely az egyetemek, kutatóintézetek vezetésével kapcsolatos, adatgyűjtésre támaszkodó elemzésekkel foglalkozik. Megállapította, hogy a világnak szüksége van

kiemelkedő kutatóegyetemekre és ezeket az egyetemeket briliáns tudósoknak (nem csupán tehetséges vezetőknél) kell vezetni. Az egyetemek közötti egyre élesebb verseny előtérbe helyezi az egyetemi vezetők személyének kérdését is és megállapítja, hogy az egyetemeknek nem menedzserekre (hivatásos vezetők), hanem olyan vezetőkre van szükségük, akik az egyetem hosszú távú fejlődése szempontjából szakmailag a legkiválóbbak. Ez nem zárja ki annak fontosságát, hogy az ilyen típusú vezetőknek a vezetői tevékenységgel kapcsolatos képességekkel is rendelkezni kell. Godall elemezte a világ legjobb 400 egyeteme vezetőinek tudományos idézettségi mutatóit és megállapította, hogy a legjobb intézményeket olyan tudósok vezették, akiket legjobban idéztek. A szerző arra is rámutatott, hogy a kompetens (megfelelő) kutató egyetemi vezetővé válva pozitívan visszahatott az egyetem rangjára és a kutatói kiválóság pozitívan korrelál az oktatás minőségével. Úgy gondolom, hogy a hazai egyetemi reform során Godall könyve sok kérdésben megfontolásra inthet bennünket. A felsőoktatási rendszer átalakítása, megerősítése azért is nagy jelentőségű, mert a jövőbeni magyar szellemi elit könnyebb boldogulását jelenti.

9. Tehetséggondozás

A tehetséggondozásnak nagy hagyományai vannak Magyarországon. Ezek közé tartoznak például az Eötvös Collegium, az Eötvös-verseny, az országos- és helyi tanulmányi versenyek.

A II. világháború után az egyetemi munka normalizálódásának jeleként spontán tanár-diák kezdeményezésként jelent meg több egyetemen is a „diákköri mozgalom” az 1950/51-es tanévben (Anderle és Koósné Török, 2006). A Tudományos Diákkörök Első Országos Konferenciáját (OTDK) 1955. április 21-23. között rendezték meg. Ezt követően folytatódott – gyakran a politika által befolyásoltan – a konferenciák, és 1977-ben a XIII. OTDK-n már 11 egyetem, illetve főiskola OTDK-s hallgatóinak előadása az 1 800-at is meghaladta. A diákköri mozgalomban a tudományegyetemek, az agrár- és orvostudományi egyetemek voltak a legkiemelkedőbb intézmények. A XIII. OTDK azért is érdemel kiemelkedő figyelmet, mert ezen a konferencián vetődött fel a szakkollégiumok (lásd később) újjászervezésének a kérdése. Az OTDK életében az 1986. év fontos dátum volt, ui. a 106/1986-os miniszteri rendelet szerint az OTDK autonómiájának deklarálásával megszűnt a politikai függősége a minisztériumtól és a Kommunista Ifjúsági Szövetségtől (KISZ), és olyan intézménnyé alakult, amelyet például a Magyar Tudományos Akadémia (MTA) is támogatott. 1989-ben az önállóan megrendezett OTDK megnyitotta az utat a mindmáig tartó konferenciasorozatok előtt. Ennek a konferenciának kiemelkedő eseménye volt az MTA-n megrendezett záróünnepség, ahol először adták ki az Országos Tudományos Diákköri Tanács által alapított *Pro Scientia Aranyérmét*, és a téma-vezetői munkásság elismeréseképpen a Mestertanári kitüntetést.

A rendszerváltás (-változtatás) után az OTDK újjászerveződött, amelyben nagy szerepe volt Glatz Ferenc művelődési miniszternek (1989-1990), az MTA későbbi elnökének (1996-2002), aki a *Pro Renovanda Cultura Hungariae* keretében létrehozott „Diákok a tudományért Szakalapítvány”-on keresztül, valamint MTA-nak és több szaktárcának

a segítségével vállalta a tehetséggondozást. Az 1991. évi OTDK történelmi mérlegkészítésén Andrásfalvy Bertalan művelődési és közoktatási miniszter (1990-1993) a következőket mondta: „A tudományos diákkör megmentett valamit a régi univerzitásból: amikor azok széthullottak, megmentett valamit a szabad szellemből, megmentett valamit a személyes kapcsolatokon nyugvó átadás szépségéből, megmentett valamit az ember tudományos tevékenységének lényegéből”. Szendrő Péter egyetemi tanár, aki 1992-ben lett az OTDK elnöke, a kecskeméti konferencián kiemelte, hogy az elmúlt rendszer a szovjet példa alapján, a kollektív kutatást szorgalmazta, de ezzel szemben a diákkörök az egyedüli lehetőségei voltak az elitképzésnek, továbbá azt, hogy az OTDK politikamentes lett. Cziráki és Szendrő (2016) a Tudományos Diákköri Konferenciák (TDK) és az Országos Tudományos Diákköri Konferenciák (OTDK) hat évtizedes történetének áttekintésében (1955-2015) rámutatott arra, hogy a TDK és az OTDK a magyar felsőoktatás legnagyobb tudományos rendezvénysorozata, amely „a hallgatókról szól és a hallgatókért van”. A három fokozatú konferencia a Intézményi Tudományos Diákkör (TDK), az országos konferencia (OTDK) és a *Pro Scientia* Aranyérem (PSA), amelyre az OTDK tagozat első helyezettei pályázhatnak.

A tehetséggondozás szép feladatát mutatja, hogy a pályamunkák száma a kezdetektől fogva emelkedett és a 2015. évi XXXII. konferencián már 4603 pályamunka (előadás) volt 16 szekcióban. A legtöbb pályamunka a műszaki tudományok (540), az orvos- és egészségtudományok (501) és a humán tudományok (443) szekcióban volt. Az 514 első helyezett, az 580 második helyezett és a 405 harmadik helyezett, valamint a 678 különdíjas pályamunka a pályázók kiváló felkészültségét mutatja és rámutatnak az új tagozatok (például populációgenetika, részecskefizika, infokommunikáció stb.) megjelenésére is. Az OTDK jubileumi évében (2015-ben) – amelynek üzenete „Nézd más szemmel a világot” – rendeztek határon túli konferenciát (TDK Határok Nélkül, HTDK), amelynek szervezője a Babes-Bolyai Tudományegyetem, a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem és a Kolozsvári Magyar Diákszövetség volt. 2015. november 18-20 között került megrendezésre Újvidéken a 15. Vajdasági Magyar Tudományos Diákköri Konferencia és 2015. november 24-25 között Komáromban a 11. Felvidéki Tudományos Diákköri Konferencia. A 2016. május 20-án megrendezett X. Jubileumi Kárpátaljai Tudományos Diákköri Konferenciának a beregszászi II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola adott otthont. 2017. május 19-én Beregszászban rendezik meg a 11. Kárpátaljai Tudományos Diákköri Konferenciát. A határon túli konferenciák az „MTA Magyar Tudományosság Külföldön” kiemelkedő jelentőségét igazolják.

Az 1995. év (XXII. OTDK) kiemelkedő eredménye volt a Csermely Péter (Semmelweis Orvostudományi Egyetem, SOTE) professzornak köszönhető középiskolás Kutató Diákok (KutDiák) mozgalmanak megszervezése, amelynek célja az volt, hogy az egész Kárpát-medencére kiterjedően tudományos tevékenységhez segítse a kiemelkedő tehetségű diákokat (Csermely, 2006, 2013). A tehetséggondozást szolgáló, ma már világhírű magyar mentorhálózatban a több mint 5 ezer diákot 500 nemzetközileg elismert egyetemi tanár, közöttük Nobel-díjasok (például Oláh György) is segítik. Szendrő Péter az OTDK elnöke egyik 2001. évi vitaindító előadásában hangsúlyozta, hogy „... az egyetemen működő tudós legfőbb alkotása az új nemzedék. Az iskolateremtés az igazi produkció; alkotás maga is.” A magyar Tudományos Diákkörben (TDK) végzett

tudományos munkát az egyetemek doktori iskolái plusz pontokkal jutalmazzák, ezért a KutDiák mozgalom a tehetséggondozás kiemelkedő példája, mert esélyt ad, bátorít és igényességre nevel. A diákok boldog jövőjét a szilárd erkölcsi normarendszerre, a szeretetre, az igazságosságra ható pedagógusi magatartás biztosíthatja, olyan iránytű, amely a magyar iskolákat egykoron híressé tette.

Itt csak emlékeztetni szeretnék arra, hogy volt egy időszak, amikor a magyar közoktatás indította el a pályájukon idővel világhírnévre szert tevő magyar tudósokat, amelyről az egyik legnagyobb presztízsű amerikai folyóiratban *Vaclav Smil (University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada)* „Magyar géniuszok a 20. században” (*Genius Loci, The Twentieth Century Was Made in Hungary*) címmel számolt be (Smil, 2001). A cikk szerzője megemlíttette, hogy az öt „marslakó” (Kálmán Tódor, 1881-1963; Szilárd Leó, 1898-1964; Wigner Jenő, 1902-1995; Neumann János, 1903-1957 és Teller Ede, 1908-2003) – akik mindnyájan zsidó származású magyarok voltak és a jövő kilátástalansága miatt hagyták el Magyarországot – a 20. század elején az eszmének magas szintű kulturális környezetében éltek, de egyben bizonytalanságban és nyomás alatt. Emiatt rákényszerültek arra, hogy valami különlegeset alkossanak. Az öt „marslakóból” egyedül csak Wigner Jenő kapott Nobel-díjat (1963. évi fizikai Nobel-díj), aki azt nyilatkozta, hogy az öt „marslakó” közül Neumann János volt az egyetlen zseni. Neumann-t életrajzírója N. Macrae „felvillanó meteornak” nevezte (vö.: Hargittai 2006). Hans Bethe (1906-2005) német-amerikai, Nobel-díjas fizikus az Amerikai Matematikai Társaság által készített portréfilmben azt mondta, hogy „Neumann agya az emberi agy fejlettebb mutációja volt” (vö.: Hargittai 2006, 2007). Marina von Neumann Whitman (Neumann János lánya), közgazdász, aki Richard M. Nixon (1913-1994) az Amerikai Egyesült Államok 37. elnöke (1969-1974) gazdasági tanácsadója, amerikai nagyvállalatok (*Westinghouse, General Motors*) igazgató tanácsának tagja, majd később és jelenleg is Michigan-i Egyetem (*University of Michigan, Ann Arbor, USA*) tanára, és aki Budapesten 2003-ban édesapja születésének centenáriuma alkalmából előadást tartott a Neumann János Számítógép-tudományi Társaság nemzetközi konferencián, emlékirataiban elevenítette fel édesapjával kapcsolatos emlékeket, amelyek tudománytörténeti szempontból is figyelemre méltóak (Neumann Whitman von, 2016).

Nem kevésbé fontos megemlíteni a hazai elitképzésben²⁹ szerepet játszó, és ma már hungarikumnak számító egyetemi Magyar Szakkollégium-hálózatot. Ennek története a 19. századra nyúlik vissza és az 1895-ben alapított Eötvös Collégiummal kezdődött, majd a 20. és 21. században folytatódott. 1931-ben a szegedi Eötvös Loránd, 1970-ben a budapesti Közgazdaságtudományi Egyetem Rajk László, majd Széchenyi István Szakkollégium jött létre. Ezeket továbbiak megalakulása követte: Bibó István (1985), Korányi Frigyes (1987), Széchenyi István (1990), Veszprémi Egyetem (2006. március 1-től Pannon Egyetem) Jedlik Ányos (1991), a Debreceni Egyetem Hatvani István (1997), a gödöllői Festetics Imre Molekuláris Biológiai (1998), a Vadászati (2001), a

²⁹Bibó István (1911-1979) akadémikus, a 20. század kiemelkedő politikai gondolkodója az elit szó jelentése alatt „különlegesen okos, tisztességes, pozitív magatartásmintájú” embereket értett. Feleky et al. (2014) szerint az elitet (az értelmiségit) és az összes szakkollégiumot is a társadalomra, az egyes emberekre és a problémákra a nyitottság, ezekre és az embernek saját magára történő reflexió, a saját és általában megnyilvánuló élethelyzetekben történő tenni akarás jellemzi.

Vidékfejlesztési (2001), az Állattenyésztési (2003), a Halászati és Horgászati (2009), a Kertészeti (2005), a Környezetvédelmi (Zöld) (1997) és a gödöllői Festetics Imre Mezőgazdasági Biotechnológiai (2011), a Szent Ignác Jezsuita (2000), a mosonmagyaróvári Cserháty Sándor (2009), a keszthelyi Balaton (2010), a kaposvári Guba Sándor (2013) és a mosonmagyaróvári Óvári Gazdász Szakkollégium (2013) és mások.

2007-ben 46 működő szakkollégium volt Magyarországon, amelyeket az elmúlt években újabbak követték. A legújabbak közé tartozik a Budapesti Református Szakkollégium. Ezeket a szakkollégiumokat a tehetséggondozás, szakmai munka, közéleti szerepvállalás, a felelős értelmiségi lét és az önkormányzatiság jellemezte (Feleky et al., 2014). A Pannon Egyetem Jedlik Ányos Szakkollégiuma 2014. április 10-12. között rendezte meg diákkonferenciáját, a XI. Jedlik Ányos Szakmai Napokat (XI. JÁSZN), amelyen külföldi (a kolozsvári Babes-Bolyai Tudományegyetem) és több más hazai egyetem hallgatója vett részt. A nagy sikerre való tekintettel 2015. áprilisában rendezték meg a XII. JÁSZN-t (vö.: PE „Egyetemünk” 4:4, 2014).

Fontos megemlékezni a határon túli magyar fiatalokkal foglalkozó szakkollégiumokról is (vö.: Vázonyi, 2009). A hazai felsőfokú oktatási intézményekben sok határon túli kárpátaljai, délvidéki, erdélyi és felvidéki magyar fiatal szerzett diplomát. Ezek többsége az 1991-ben felavatott a Márton Áron Kollégium, 1999-től Szakkollégium (MÁSZ) keretében végezte el tanulmányait. A MÁSZ olyan szellemi műhelyt biztosított, amely nemcsak a tanulmányokban és érdeklődésben kiváló fiataloknak, hanem a gyengébb háttértudással rendelkezőknek is segítséget nyújtott. Ez a határon túli fiatalok tehetséggondozásának szép példáját jelenti. Ezt a szakkollégiumot – 2007-ben beolvasztották a Balassi Intézetbe – 2016. augusztus 31-én pedig megszüntették. Jogutódja a Külgazdasági és Külügyminisztérium lesz egy kivétellel: az intézet határon túli magyar köz- és felsőoktatási támogatási és pályázattal feladatait az Eötvös Lorand Tudományegyetem kapta meg. A szülőföldi felsőoktatási intézményekben is vannak szakkollégiumok (például Kölcsey Ferenc Szakkollégium, Beregszászi Főiskola; Kárpátaljai Kutatók Zrínyi Ilona Szakkollégium; Bölöni Farkas Szakkollégium, Sapientia Egyetem Csíkszeredai Kar; Harsányi János Szakkollégium, Selye János Egyetem). 2016. év szeptemberében nyílt meg az első szlovákiai magyar szakkollégium Pozsonyban, ahol 1500-2000 magyar egyetemista tanul. Az intézményt adományokból és EU-s forrásokból tartják fenn. Fontos lenne a Kárpát-medencére kiterjedő egységes tehetséggondozási rendszert és szakkollégiumi koncepciót is kidolgozni, amelyhez jó példát mutathat a térség felsőoktatási intézményeinek egyre javuló együttműködése.

10. Nemzetközi „Tanulói Teljesítménymérés” (PISA-vizsgálat)

A Magyar Tudományos Akadémián 2014. március 18-án megtartott konferencia a Gazdasági Együttműködés és Fejlesztési Szervezet (*Organization for Economic Cooperation and Development, OECD*) 2012. évi PISA-felmérésével (Nemzetközi Tanulói Teljesítménymérés, *Programme for International Student Assessment*) kapcsolatban fontos megállapításokat tett közzé (vö.: Balázs et al., 2013.). Az ezredforduló óta

(3 évenként) Magyarország (1996 óta tagja az OECD-nek) folyamatosan részt vett az OECD *PISA*-programjának eddigi öt vizsgálatában³⁰. A *PISA*-vizsgálat fő szempontjai a szövegértésre, a matematikára és a természettudományra terjedtek ki, de minden 3. évben ezek közül volt egy hangsúlyozott szakterület is. A 2012. évi vizsgálat a 65 oktatási rendszerben iskolába járó mintegy félmillió 15 éves tanuló alkalmazott matematikai műveltségének (ez volt a hangsúlyozott terület), szövegértésének és természettudományos ismereteinek felmérésére terjedt ki. A 3 évenkénti vizsgálat alapvető célja annak megállapítása volt, hogy a vizsgálatban szereplő országok értékeljék saját pozíciójukat, előrehaladásukat és a gyengén teljesítő diákok arányát 15%-ra csökkentésük, továbbá bővítsék a középmezőnyben, és növeljék a kiválók csoportjába tartozó diákok számát.

A *PISA*-vizsgálatok – amelyek 12 évre terjedtek ki – első hat évében a magyar diákok teljesítményét az állandóság jellemezte: a természettudományi eredmény átlagos, a szövegértés és a matematika átlag alatti volt az OECD országokkal összehasonlítva. Magyarország a 4. ciklust (2009-ben) a középmezőny tagjaként zárta. A 2012. évi vizsgálati eredmények szerint minden felmérésben romlott a 15 éves magyar tanulók teljesítménye és nem érte el az OECD-átlagot. E tekintetben olyan országok, mint Szlovákia, Szlovénia és Csehország, valamint egyéb 38 ország tanulóinak teljesítménye is megelőzte a magyar diákok teljesítményét. Szlovénia teljesítménye szignifikánsan jobb volt, mint az OECD-országok átlaga, Csehország teljesítménye statisztikailag egyenértékű volt az OECD-országok átlagával és Szlovákia eredménye szignifikánsan gyengébb volt az OECD-országok átlagánál.

A vizsgálatokban résztvevő országok közül 16 ország tanulói minden részterületen átlag feletti eredményt értek el. A legjobb teljesítményt elérő 10 ország Sanghaj-Kína, Szingapúr, Hongkong-Kína, Tajvan, Korea, Makaó-Kína, Japán, Liechtenstein, Svájc és Hollandia volt. Figyelemre méltó az OECD-rangsorban 11. helyet elérő Észtország (messze megelőzve olyan országokat, mint Kanada, Ausztrália, Új-Zéland, Németország, Franciaország, Egyesült Királyság, Egyesült Államok stb.), amelynek oktatási ráfordítása és az egy főre jutó nemzeti jövedelme alig haladja meg Magyarországét, ugyanakkor minden területen kiválóan teljesített. Sajnos a magyarországi 15 éves diákok teljesítménye egyik területen sem érte el az OECD-átlagot és kiugróan magas volt a nagyon gyengén teljesítők (a magyar diákok 20%-a „funkcionális analfabéta”) aránya. A magyar közrádió 2014. március 29-i „Szombat reggel” című magazin-adásában beszámolt arról is, hogy az olasz diákok 30%-a, a német diákok 14%-a funkcionális analfabéta, noha az OECD-országok *PISA*2012 felmérésében Olaszország a 29., Németország pedig a 18. helyet foglalta el. A *PISA*2012 Összefoglaló jelentés (vö.: Balázs et al., 2013; Anonymus, 2013) arra is rámutatott, hogy Magyarország 2010-ben

³⁰*PISA*2012-vizsgálatban valamennyi OECD ország (Ausztrália, Ausztria, Belgium, Chile, Csehország, Dánia, Egyesült Államok, Egyesült Királyság, Észtország, Finnország, Franciaország, Görögország, Hollandia, Írország, Izland, Izrael, Japán, Kanada, Korea, Lengyelország, Luxemburg, Magyarország, Mexikó, Németország, Norvégia, Olaszország, Portugália, Svájc, Svédország, Szlovákia, Szlovénia, Törökország, Új-Zéland) részt vett és a vizsgálatokhoz csatlakozott még 31 partnerország és -gazdaság (vö.: Balázs et al., 2013).

a nemzeti jövedelem minden szintű oktatására fordított 4,6%-ával az utolsó az OECD-országok rangsorában.

Pálinkás József egyetemi tanár az MTA r.tagja hangsúlyozta, hogy az oktatáspolitikán, oktatásszervezésen és a hatékonyságon változtatni kell, mert ezek a kérdések nemcsak oktatási, hanem kulturális és társadalompolitikai jelentőségűek is. A Bölcsék Tanácsa „Szárny és teher” című tanulmánykötetben (vö.: Anonymus, 2009) megfogalmazott kijelentések továbbra is aktuálisak: „Hazánkban nem a térség legolcsóbb, hanem a leghatékonyabb oktatási rendszerét kell létrehozni a következő 10-20 évben. Az ország irányításának olyan költségvetési gyakorlatot kell folytatnia, amely a mindenkori gazdasági helyzetnek megfelelő felelősséggel, de a lehetőségekhez képest erőn felül finanszírozza az oktatást. A nevelés-oktatás kiemelt fejlesztése a válságból való kilábalás hosszú távú nemzetstratégiájának egyik legfontosabb eleme, olyan közügy, amelyben az aktív részvétel minden érintett – végső soron az egész magyar társadalom – közös feladata.”

Miközben a tanulói teljesítménymérés (PISA-vizsgálat) kedvezőtlen eredményeket mutatott, rá kell mutatni arra is, hogy az oktatás jelenlegi problémáit csak kiváló elkötelezett tanárok (egyéniségek), felelősségteljes iskolák és együttműködő szülők képesek megoldani. Figyelemre méltó lehet Jakatics Árpád (2015) szerkesztésében megjelent „Maximum/Maximum – Dér Zoltán visszaemlékezései” (Sopron Anno Egyesület, Sopron 2015) c. könyvben írtak. A könyvben Dér Zoltán (1897-1994) gimnáziumi tanár visszaemlékezéseit írta meg az Eötvös Collegium-ról, a Trefort utcai Mintagimnáziumról, tanáraitól, és arról, hogy a heti 22 tanóra mellett nem hagyta el kutatói ösztöne és az ambíció parázsa, amelynek eredményeképpen német tudományos szaklapban is publikált, amely a közoktatás „virágkorában” a gimnáziumi tanárookra egyaránt jellemző volt (vö.: Horváth 2015b).

Az Oktatási Hivatal (OH) adatai szerint 2016-ban részben kedvező változás következett be. Az érettségizett diákok teljesítménye a 2015. évhez (3,57-es átlag) viszonyítva javult és a tanulmányi átlag 3,66 lett. Fontos kiemelni, hogy matematikából, magyar nyelvből és történelemből is javulás mutatkozott. Informatikából, amelynek növekvő fontossága elvitathatatlan, a 2015. évi eredményekhez (3,76) képest 2016-ban azonban visszaesés (3,58) következett be. Ez azért is figyelemre méltó mert jelentős informatikushány van Magyarországon (2015-ben huszonkettő ezer) és ha a mennyiségi és minőségi képzés nem képes a jelenlegi helyzeten változtatni, akkor a munkaerő-piacon további problémák jelentkeznek. A matematikai és a szövegértési kompetencia mérésre, a magyar-, a matematika-, a történelem és a nyelvi érettségi, valamint az érettségizett diákok felvételi eredményeire tekintettel a magyarországi gimnáziumok első három helyén végzett a budapesti Fazekas Mihály Általános Iskola és Gimnázium (1. hely), az V. kerületi Eötvös József Gimnázium (2. hely) és az I. kerületi Toldy Ferenc Gimnázium (3. hely). A legjobb 10 gimnázium között két vidéki gimnázium van: veszprémi Lovassy László Gimnázium (9. hely) és a zalaegerszegi Zrinyi Miklós Gimnázium (10. hely).

11. Agyelszívás (*brain drain*), agyvisszaszívás (*brain gain*) és a Lendület-program

Ismert tény, hogy a magyarországi tudományos élet magasabb szintű kibontakozását is lassította a fiatal, tehetséges oktatók, kutatók külföldre vándorlása, agyelszívása (*brain drain*). El kell ismerni azonban azt is, hogy a tudományművelés globalizálódik és a tudományos tevékenység csak tudást magába foglaló külföldi (és hazai) tudományos iskolákba szerveződik. A budapesti *World Science Forum* (A Tudomány Világfóruma, Budapest, 2011. november 17-19.) zárónyilatkozata 5 pontba foglalt ajánlásokat tartalmaz: (1) Felelős, etikus kutatás és innováció; (2) Minőségi párbeszéd a társadalommal tudományos kérdésekről; (3) A nemzeti tudományos együttműködés előmozdítása; (4) Összehangolt lépések a világ tudáskülönbsége ellen; (5) A tudományos kapacitások erősítése és kiépítése. A 4. pont tartalmazza azt a kölcsönös felelősségérzetet is, amely az agyelszívással (*brain drain*) és agyvisszaszívással (*brain gain*) kapcsolatos, és amelyet úgy kell összehangolni, hogy abban minden ország előnyt élvezzen. A Magyar Tudományos Akadémia korábbi elnöke Pálinkás József akadémikus 2009. január 14-én hirdette meg első alkalommal a kimagasló teljesítményű fiatal kutatók számára a Lendület-programot, amely egyrészt az agyelszívás mérséklésének egyik modellje, másrészt az agyvisszaszívást szolgálja. A program segíti a kiemelkedő tudományos teljesítményt felmutató kutatók előrelépési lehetőségeit, biztosítja a tehetség-utánpótlást, visszaszorítja a sikeres fiatalok elvándorlását, segíti a magyar tudományos élet dinamikus megújítását, a versenyképesség fokozását mind az akadémiai intézetekben, mind pedig az egyetemeken (Pálinkás et al., 2011).

A Magyar Tudományos Akadémia kutatóhálózatában 10 kutatóközpont és bennük 39 intézet, 5 önálló jogállású kutatóintézet, 89 MTA-támogatású kutatócsoport (egyetemeken és közgyűjteményekben), valamint 104 kimagasló teljesítményű fiatal kutatókat tömörítő Lendület (*Momentum*)-kutatócsoport van (Anonymus, 2016c). A Lendület programnak köszönhetően tért haza az Oxfordi-i, a Heidelberg-i és a Bath-i Egyetemről Pál Gyula Bólyai János Alkotó Díjas evolúcióbiológus. Egy vele készített interjúban (vö.: Molnár Csaba: „Érdemes volt hazajönnöm”, Magyar Nemzet 2015. május 22.) kifejtette – sok más mértékadó kutató véleményével összhangban –, hogy „A nemzedékemhez tartozó kutatók támogatása, akik itt, Magyarországon művelik magas szinten a tudományt, megtérülő befektetés az ország számára”. Hangsúlyozta, hogy a Lendület-program nemzetközi szinten is versenyképes, amely világszínvonalú kutatómunka végzését teszi lehetővé. Ez pedig feltétele az európai uniós tudományos pénzügyi források elnyerésének, amellyel munkahelyet lehet teremteni, infrastruktúrát fejleszteni és tanítványokat nevelni. A megszerzett tudás a magyar kultúrkincset gazdagítja és öregbíti az ország hírnevét.

Miközben az állam számára a kutatások eredményeinek mielőbbi megtérülése is fontos, úgy gondolom, hogy mindennek előtt olyan egyetemre van szükség, amely nemzetközileg is összemérhető tudást biztosít, amely támogatja a kutatás szabadságát még akkor is, ha a tudományos eredmények felhasználási lehetőségei esetleg csak később bontakozhatnak ki. Mindennek előtt olyan egyetemre van szükség, ahol

a tudás, a cselekvés, az értelem, az érzelem, az erkölcs és a hit találkozik, és amely az oktatás és a tudomány művelésével, eredményeinek terjesztésével, a magyar tudományos élet képviselétével felemeli a nemzetet. A 6 évvel ezelőtt létrejött első kutatócsoportok támogatását figyelembe véve, 2014-ben a támogatást tizenötszörösére sikerült emelni. Az MTA 7,5 milliárd Ft-tal támogatja a felsőoktatási intézményekben folyó kutatásokat is (Pálincás, 2014 szóbeli közlés).

Az akadémiai kutatóintézet-hálózat és az egyetemek versenyképességét szolgáló programot 2016-ban már hatodik alkalommal hirdették meg. A tudományos fokozattal rendelkező pályázók három kategóriában indulhatnak: (1) *Lendület I.*: Önálló kutatói pályát kezdő 38 év alatti ígéretes fiatal kutatók; (2) *Lendület II.*: Sikeres önálló kutatói pályát folytató 35-45 év közötti nemzetközileg elismert kutatók; (3) *Célt Lendület*: Kiemelkedő eredményességű alkalmazott (célt) kutatásokat folytató 45 év alatti, a gazdasági versenyképességet közvetlenül szolgáló kutatók. 2016-ban a program rendelkezésére álló keretösszeg 400 millió Ft, amely 8-12 új kutató csoport támogatását teszi lehetővé. A támogatás mértéke min. 20 millió Ft/év, max. 50-60 millió Ft/év.

Az MTA 2014-ben megválasztott új elnöke Lovász László Kyoto-díjas, Wolf-díjas és Széchenyi nagydíjban részesült akadémikus az „MTA és a magyar tudomány” c. munkájában (Magyar Tudomány 4: 474, 2014), valamint a Palugyai István által készített „A nagy változások után finomhangolásra készülök” c. interjúban (vö.: Népszabadság, 2014. május 9.) hangsúlyozta, hogy a Lendület-program mellett támogatni kell a külföldi kutatók *sabbatical*³¹ -jének Magyarországon való eltöltését, vagy más módon történő meghívását és az azt hátráltató bürokratikus módszerek felszámolását. Fontos feladatnak tekinti továbbá a Lendület-program mellett a posztdoktori (*Ph.D.* fokozat megszerzését követő) ösztöndíjak kiterjesztését az egyetemi kutatóhelyekre és vezető kutatók részvételét az egyetemi oktatásban, valamint az akadémia szerepét a tudományos kérdések [például a genetikailag módosított növényekkel (GMO-kal) kapcsolatban] politikától független megválaszolásában.

Pálincás József egyetemi tanár, az MTA r. tagja, a Nemzeti, Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) elnöke a kutatók külföldre távozásával kapcsolatban egy nemrég vele készített interjúban (vö.: Gyöngyösi, 2016) azt nyilatkozta, hogy „a szakemberek külföldre távozását a kiszámítható kutatói-vállalkozói környezet állíthatja meg”; „ittthon tartásuk pedig három tényezőn múlik: az anyagi megbecsülésen, a megfelelő infrastruktúrán, illetve a stabil intézményrendszeren, de a kiszámítható munkakörülménynek, pályázati feltételrendszer és a perspektíva is legalább ilyen fontos”. Csath (2016d) egyik újabb, a magyarországi bérhelyezettel kapcsolatos munkájában tk. hangsúlyozta, hogy a tudásalapú tevékenységek arányának növelésére és jelentősebb anyagi megbecsülésre lenne szükség, amely csökkenthetné az agyelszívást, amelynek következtében a nagyobb hozzáadott érték, nem pedig az olcsóság jelentené a versenyt.

³¹Egyetemi tanárok által többnyire külföldön eltöltött tanulmányi év, rendszerint és általában minden 7. év.

12. Kutatási-oktatási támogatások: külföldi és hazai ösztöndíjak

A rendszerváltozás (-változtatás) előtti évekre jellemző „elszigeteltség”-probléma jelentős javulást mutat és egyre több egyetemi hallgató, oktató és kutató jut el ösztöndíjjal külföldre és nyer el ösztöndíjat itthon is. A számos külföldi ösztöndíj közül érdemes kiemelni a hollandiai Nemzetközi Agrárcentrum (*Internationaal Agrarisch Centrum, I.A.C, Wageningen*) ösztöndíját – ahol 1969-ben vendégkutató lehettem –, vagy a Német Akadémiai Csereszolgálat (*Deutsche Akademische Austausch-Dienst, DAAD*) ösztöndíját, amely 1979-ben a Bonni Egyetem Virologiai Intézetében tette lehetővé számomra a kiváló szakmai és emberi kapcsolatok kialakítását. A DAAD-ösztöndíj igen népszerű az egész világban és hírnevét ma már több olyan Nobel-díjas tudós is jelzi, mint például a 2001-ben E. Allin Cornell és Carl Wieman professzorokkal megosztott fizikai Nobel-díjat kapott német származású W. Ketterle, aki egykor DAAD ösztöndíjas volt. Németországban ma már minden 10. egyetemi hallgató és kutató külföldi és ezzel az ország az USA-t és Nagy-Britanniát követően a harmadik helyet foglalja el a világban a tanulmányokat Németországban folytatók között.

Németország 2020-ig 100 ezerre kívánja felemelni a külföldről az országba érkező, tanulmányokat folytatók számát (levélbeni közlés: M.Wintermantel, a DAAD elnöke, 2014; in: „Bildungschancen für alle, Letter 01:3, 2014). A DAAD karrierépítési programja (*Research Grants for Doctoral Candidates and Young Academics and Scientists*) 2012-ben 1850 német és 4700 külföldi doktorandusznak, valamint 4300 német és külföldi kutatónak nyújtott anyagi támogatást. Azok a német kutatók, akik külföldön végeznek tanulmányokat, hazaérkezésüket követően 6 hónapig ösztöndíjat kapnak (vö.: DAAD Letter 02/13, 2013). A DAAD 2014. évi mottója: „Esélyegyenlőség a képzésben és a tudományban” [*Chancengerechtigkeit in Bildung und Wissenschaft*], (*Equal opportunity in education and research*).

Az Európai Felsőoktatási Térség területén tanuló hallgatók más országok társintézményeiben való tanulmányait segíti például az EU ERASMUS³² (*European Community Action Scheme for the Mobility of University Students*) – program, amely biztosítja a hallgatók európai mobilitását, tapasztalatszerzését és szakmai fejlődését. Az ERASMUS program indulása, 1987 óta 45 ezer egyetemi hallgató és 11500 felsőoktatási szakember tanulmányait segítette. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) volt a legaktívabb fogadó, a Budapesti Corvinus Egyetem (BCE) pedig a legaktívabb küldő egyetem a legaktívabb intézmények százas európai toplistájából. A 2014/15-ös tanévben az átlagos ösztöndíjak nagysága 272 euró/hó (mintegy 84 ezer Ft) volt. Az egyetemi hallgatók utazási kedve az elmúlt években megnövekedett, de még mindig viszonylag alacsony (8%) a külföldre utazók száma; a célkitűzés 2020-ra az, hogy a hallgatói mobilitás 20%-os legyen. Az EU 2014-2020 között 4 millió hallgató számára biztosít EU-s csereprogramot és 14,7 milliárd eurót fordít a „határok nélküli” felsőoktatási programra (*ERASMUS PLUSZ*), amely 40%-os növekedést jelent az előző

³²D. Erasmus Roterodamus (1466-1536) németalföldi humanista tudós neve utáni mozaikszó.

periódushoz (2007-2013) képest (*in*: Letter 01:12, 2014). Az ERASMUS-programban, amely az EU legsikeresebb programja, részt vesz az EU összes tagállama, valamint Norvégia, Izland, Liechtenstein és Törökország. Az ERASMUS ösztöndíjjal kapcsolatos, mintegy 80 ezer hallgató és vállalatok véleményének feldolgozása során egyértelmű, hogy az ERASMUS ösztöndíjat elnyert hallgatók esetében alacsonyabb volt a tartósan munkanélküliek száma, 23%-kal kevesebb volt a munkanélküli és a végzett hallgatók személyiségjegyei (tolerancia, önbizalom, problémamegoldó-képesség, határozottság) összehasonlíthatatlanul jobbnak bizonyult azokkal szemben, akik nem részesültek ERASMUS ösztöndíjban. Figyelemre méltó az az Európai Bizottság által újabban támogatott ún. „InterRail”-program, amely ingyenes vonatbérlettel lehetővé teszi fiatalok utazását az Európai Unióban. A programra 2017-től szánt 50 millió eurós keret azt a célt szolgálja, hogy az ERASMUS programban eddig részt nem vevő, vagy anyagi okok miatt részt venni nem képes fiatalok megismerhessék az európai kontinens sokszínűségét, a közös értékek fontosságát (vö.: Albert 2016).

Az Európai Felsőoktatási Ösztöndíjprogrammal [Transzeurópai egyetemi-felsőoktatási diákcsere program (*Trans-European Mobility Scheme for University Studies, TEMPUS*)], az EU egy európai szakképzést támogató alapítvánnyal kíván a Közép- és Kelet-európai egyetemi, főiskolai speciális igényeknek megfelelni. A TEMPUS EU-államokbeli szervezetek Közép- és Kelet-európai partnerekkel folytató tevékenységhez nyújt anyagi támogatást. A program első szakaszához csatlakozott Magyarország majd a második szakaszban (1994-1998) a program az egykori Szovjetunió államaira is kiterjedt. A TEMPUS Közalapítvány szerint 2013-ban 4400 magyar egyetemi hallgató utazott külföldre (főleg Németországba és Spanyolországba) és 4300 főleg német és török hallgató érkezett Magyarországra. (Popp, 2016, levélbeni közlés) szerint a Debreceni Egyetemre a Tempus program keretében érkeztek *Ph.D.*képzésre hallgatók Indonéziából, Indiából és Pakisztánból.

A Fulbright-ösztöndíj (*Fulbright Fellowships, Fulbright Scholarships*) – amelyet J.W. Fulbright (1905-1995) amerikai szenátor a II. világháború után, 1946-ban terjesztett az amerikai kongresszus elé – ma már több mint 155 ország állampolgárára terjedt ki. Az ösztöndíjban eddig több mint 111 ezer amerikai és 183 ezer más országbeli személy részesült. A kutatói, oktatói és posztgraduális hallgatói ösztöndíj általában 3-9 hónapra, illetve 1-2 szemeszterre, illetve 6-9 hónap közötti időre terjedt ki.

Figyelemre méltó a Magyar-Amerikai Vállalati Tudományos Alap (*Hungarian-American Enterprise Scholarship Fund, HAESF*), amely 400 tehetséges magyar hallgatónak nyújt támogatást az *M.Sc.*-képzésben, a posztgraduális képzésben és a szakmai gyakorlatokban. A pályázat folyamatos beadására minden év októberében és áprilisában van lehetőség.

A magyar kormány eddig soha nem tapasztalt bőkezűséggel, ösztöndíjakkal támogatja az egyetemi hallgatók, kutatók és oktatók külföldi és hazai továbbképzését. A Társadalmi Megújulás Operatív Program részeként megvalósuló Nemzeti Kiválósági Program (NKP) Magyar Zoltán Posztdoktori Ösztöndíja, amelyet a magyar állam és az EU az Európai Szociális Alap (ESZA) társfinanszírozása biztosít, tehetséges oktatók és kutatók tevékenységének támogatását szolgálja. Az évente 50-80 ösztöndíjra pályázó havonta legfeljebb 350 ezer Ft támogatást kaphat. Az NKP Szentágothai

János Tapasztalt Kutatói Ösztöndíja a magas tudományos teljesítménnyel, kiemelkedő kutatási tapasztalattal rendelkező oktatók-kutatók anyagi és szakmai támogatását szolgálja, és fontos szerepet játszik a tudományos utánpótlásban is. Az NKP Szent-Györgyi Albert Ösztöndíj tapasztalt kutatók részére jött létre, amelynek célja a kiemelkedő tudományos és szakmai tapasztalattal rendelkező oktatók és kutatók hazatérésének elősegítése és a hazai felsőoktatásba történő beilleszkedésük, anyagi és szellemi támogatása.

A Magyary Zoltán Felsőoktatási Közalapítvány az Alcoa-Kőfém Kft. nagylelkű támogatásával lehetővé tette (1997-ben számomra is) a Szilárd Leó Professzori Ösztöndíj elnyerését. A magyar tudomány és a felsőoktatás legkiválóbbjainak támogatása az amerikai-magyar tudományos értelmiségi és üzleti együttműködéssel a felsőoktatás ügyét, a tudományos kiválóság és a társadalmi elkötelezettség ügyét szolgálja.

A Magyar Tudományos Akadémia Domus Szülőföldi Ösztöndíja a határon túli magyar tudományosságot támogatja. A senior, junior és csoportos ösztöndíjakkal (egy intézményen belül) segíti a magyar nyelvű és magyar tárgyú kutatásokat, valamint a Kárpát-medencei magyar kutatók együttműködését. Az ösztöndíjat az MTA köztestületének külső tagjai és a határon túli fiatal, 35 év alatti kutatók nyerhetik el. Nem részesülhet támogatásban a Magyarországon állandó lakó- és tartozódási hellyel és egyéb jogviszonyból, magyar támogatásból származó rendszeres jövedelemmel rendelkező személy. Az elnyerhető ösztöndíjak mértéke a következő: senior (50-450 ezer Ft/fő), junior (50-250 ezer Ft/fő), csoportos pályázat (100 ezer – 1 millió Ft).

Az MTA kezdeményezésére a magyar kormány 1998-ban Bolyai János Kutatói Ösztöndíjat létesített. A 40, illetve 45 év alatti fiatal tehetséges kutatók kutatási-fejlesztési tevékenységének ösztönzésére létrehozott ösztöndíj 1-3 év közötti időtartamra nyerhető el, amely az időközben felmutatott teljesítmény színvonalától függ. Az ösztöndíj népszerűségére mutat, hogy 1998-óta több mint 3 ezer pályázat beadására és mintegy 1400 ösztöndíj elnyerésére volt lehetőség. 2014-ben 188 (45 évesnél fiatalabb) kutató pályázatának támogatására került sor. Az ösztöndíj igen fontos szerepet játszik a tudományos képzésben, mind a *Ph.D.*, mind az MTA Doktora cím megszerzésében és az akadémikussá válásban is.

Az Oktatási Minisztérium (OM) évente meghirdetett Békésy György Posztdoktori Ösztöndíja a mesterfokozat (*M.Sc.*), illetve tudományos *Ph.D.* fokozat oktatási intézményekben történő munkájának támogatását és a vezetői, oktatói utánpótlás biztosítását szolgálja. Az OM Széchenyi István Ösztöndíja a felsőoktatásban végzett *Ph.D.* fokozattal rendelkező oktatói és kutatói teljesítmény színvonalának emelkedését biztosító munka fokozására, egyetemi tanári feladatok ellátására jött létre.

A Nemzeti, Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) Jedlik Ányos Programja olyan projektjavaslatok megvalósítását támogatja, amelyek új ötleteken és együttműködésen alapuló, hasznosítás-orientált, fókuszált kutatást-fejlesztést valósítanak meg. A program tematikus és horizontális alprogramokban [Élettudomány, Információs és kommunikációs technológiák, Környezetvédelem, Agrárgazdaság és biotechnológia, Anyagtudomány és technológiai változások társadalmi kihívásai (tanulmányok, elemzések, koncepciók)], kutatásfejlesztési projekteken valósítható

meg. A pályázatban belföldi székhelyű jogi személyiségű, vagy jogi személyiség nélküli vállalkozás és költségvetési szerv, vagy intézmény, vagy jogi személyiségű non-profit szervezet, a K+F projekt megvalósítására létrejött konzorcium (max. 8 taggal) vehet részt. A Kutatási és Technológiai Innovációs Alap 2014. évi felhasználása 12,075 milliárd Ft értékben biztosított pályázati lehetőségeket.

Az Európai Kutatási Koordinációs Ügynökség (*European Research Coordination Agency, EUREKA*) 1985-ben létrehozott európai kezdeményezés a fokozott kutatási és technológiai együttműködés érdekében. A program célja intenzivebb ipari, technológiai és tudományos kooperációval javítani Európa versenyképességét a kulcsfontosságú területeken. A projekteket a résztvevő országok kormányai határozzák meg.

A Magyar Állami Eötvös Ösztöndíj a hazai tudományos, gazdasági és kulturális élet tehetséges fiatal szakembereinek biztosít 3-8 hónap közötti időtartamra külföldi rész-, illetve továbbképzést. A pályázat 40 évnél fiatalabb, felsőfokú intézményben végzett olyan szakemberekre vonatkozik, akik olyan *Ph.D.* hallgatók, akik posztgraduális képzésben vesznek részt és doktori értekezésükön dolgoznak (predoktori kategória), vagy olyan kutatók, akik már megszerezték a *Ph.D.* fokozatot (posztdoktori kategória).

A magyar kormány által 2013-ban életre hívott *Campus Hungary* Ösztöndíj a diákság támogatására jött létre és lehetővé teszi a világ összes országába történő utazást, tapasztalatszerzést. Az ösztöndíj segíti a magyar értelmiség külföldre utazását és segíti a külföldről történő hazahozatalt is. A pályázati típusok széles választékot kínálnak: féléves részképzés (12-26 hét), szakmai gyakorlat (4-21 hét), rövid tanulmányút (1 nap – 4 hét), csoportos tanulmányút (1 nap – 4 hét). A 4 pályázati időszak alatt több mint 6000 nyertes pályázónak tette lehetővé 85 célországban a szakmai kapcsolatok kialakítását. 2015. augusztus 31-ével zárult a Balassi Intézet által gondozott *Campus Hungary* Program, melynek köszönhetően több mint 10 000 hallgató és felsőoktatási munkatárs nyert mobilitási ösztöndíjat a világ 98 országába. Nem utolsó sorban ki kell emelni az 1986-ban létrehozott és 1991 óta független alapként, 1993 óta pedig törvény alapján működő Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok (OTKA) azonnali hasznosíthatóság elvárása nélküli alapkutató (felfedező kutatás) támogató intézményét, amely az Európai Kutatási Tanácshoz (*European Research Council, ERC*) hasonlóan a kutatásfejlesztést-innovációt támogatja. Az OTKA legmagasabb szakmai kiválósága, nemzetközi színvonalú pályázat-értékelési rendszere (*peer review system*) biztosítja a magyar tudomány nemzetközi elismertségét. A teljes kutatói életpályát (korosztálytól független) támogató OTKA mind a pályakezdő *Ph.D.*-vel rendelkező ún. posztdoktorokat, kutatócsoportot létrehozó fiatal kutatókat, elismert, jelentős tudományos eredményekkel rendelkező senior kutatókat (rajtuk keresztül a *Ph.D.* hallgatókat is) támogat, és különösen a tehetséges fiatalok kutatásait és a külföldről hazatérő kutatók tudományos beilleszkedését segíti a hazai környezetben. Az OTKA 2 nagy pályázati típust (kutatási pályázatok és fiatal kutatók pályázata) és egy kiegészítő pályázatot, az ún. publikációs pályázatot (a kutatási eredmények megjelentetésére) támogat. A felfedező kutatásokat támogató OTKA fontos jelen és jövőbeni feladata a GDP-arányos támogatás növelése, tekintettel arra, hogy az Európai Tanács által 2000-ben elindított lisszaboni folyamat kutatásfejlesztésre fordítandó költségvetést a GDP 3%-ában határozta meg.

A felsőoktatási ösztöndíj pályázatok közül érdemes kiemelni az önkormányzati ösztöndíjpályázatokat (*Bursa Hungarica* Felsőoktatási Önkormányzati Ösztöndíjpályázat), amelyet az önkormányzatok biztosítanak hátrányos helyzetű helyi egyetemi hallgatóknak az Emberi Erőforrások Minisztériumával együttműködve. Zalaegerszeg Megyei Jogú Város Közgyűlése és Keszthely Város Önkormányzata például meghirdette a 2015/2016. és a 2016/2017. évi *Bursa*-ösztöndíj pályázatot a város illetékességi területén állandó lakóhellyel rendelkező, hátrányos szociális helyzetű, és a 2014/2015. tanévben utolsó éves, érettségi előtt álló középiskolások, illetve felsőfokú diplomával nem rendelkező, felsőoktatási intézménybe felvételt még nem nyert diákok részére. A pályázat elbírálása szempontjából szociálisan rászoruló az a pályázó akinek családjában az egy főre jutó jövedelem nem haladja meg a mindenkori öregségi nyugdíjminimum 225%-át, a 64 125 Ft-ot, különösen méltánylandó indokok esetén a 66 049 Ft-ot.

Pálinkás József akadémikus, az MTA korábbi elnöke (2008-2014), a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal létrehozásáért felelős kormánybiztos 2014 nyarán egy vele készített interjúban (Magyar Nemzet 2014. július 26) hangsúlyozta, hogy 2015. január 1-jén felálló intézmény feladata a magyar kutatás-fejlesztés és innováció intézményrendszerének hatékonyabbá tétele lesz. Ehhez komoly változtatásokra lesz szükség (például meg kell határozni külön-külön a kutatásra, a fejlesztésre és az innovációra rendelkezésre álló források összegét, az infrastrukturális fejlesztéseket stb.). A finanszírozás átalakításának alapvető szempontja az, hogy együttműködésre készítse az intézeteket, a kis- és közép-, valamint a nagyvállalatokat. Az EU-s és a magyar források igénybevételének alapját az újdonságot létrehozó kiváló kutatási műhelyek és innovatív vállalkozások képezik, amelyben meghatározó szerepe van a mérettől független, de a világ élvonalába tartozó intézményeknek, vagy az olyan gyakorlati képzést biztosító intézményeknek, amelyek nem feltétlenül tartoznak a világ élvonalába, de működésük átalakításával, világszínvonalú infrastruktúrával és a tudósok együttműködésével biztosítani lehet a kutatói-fejlesztési utánpótlást.

13. Elvándorlás

Ismert tény, hogy egyes országokban a magasan képzett fiatalok elvándorlása „aggasztó kórkép”, amely kétségtelen összefüggésben van az egyre emelkedő munkanélküliséggel is. A Felsőoktatási Műhely adatai szerint a diplomások 61%-a munkanélküli és csupán 9,9%-ának van munkája. A diplomások 67,8%-a olyan munkát végez, amelyhez nincs szükség diplomára. A felmérés arra is rámutatott, hogy diplomával viszont könnyebb elhelyezkedni. Az elvándorlás Magyarországon kívül olyan gazdagabb államokat is súlyt, mint például Franciaország, Hollandia, Németország stb. Franciaországban például 500 ezerre becsülik az elvándorlók számát 2005-2015 között. A magyar egyetemisták közötti vizsgálatok eredménye szerint a fiatalok 37%-a letelepedne külföldön, 52%-a hosszabb, 63%-a rövidebb ideig vállalna munkát külföldön (Farkas, 2015). Nemrég érdekes cikket közölt Csókás (2015) a magyar diákok továbbtanulásával kapcsolatban: Magyarországon tanulna tovább 40%; külföldön

tanulna tovább 20%; továbbtanulna, de nem tudja hol 28%; nem akar tovább tanulni 3%. A külföldön tanulni akaró diákok többsége az Egyesült Királyságban főleg (Skócia) akar tovább tanulni, amelyben az is szerepet játszik, hogy Skóciában tandíjmentes a felsőoktatás, viszont Oxford-ban és Cambridge-ben 9000 font az éves tandíj. Az el(ki) vándorlást motiváló tényezők az utóbbi években megváltoztak. 2014-ben még minden 5. kivándorlást tervező a szakmai tapasztalatszerzést hangsúlyozta, 2016-ban már a migráció indokaként anyagi okokat (több pénzt lehet keresni, magasabb az életszínvonal stb.) jelöltek meg.

14. Agrárokztatás és -kutatás: Kitekintés

Az agrárokztatás és agrárkutatás válságos éveket élt (él) meg. Az agráregyetemek, a középfokú agráriskolák (technikumok) és kutatóintézetek, tangazdaságok, gyakorló bázisok átalakítása, megszüntetése megroppantotta a nagy múltra visszatekintő szellemi bázist (Dénes, 2007; Horváth, 2008, 2012 a,b,c,d), ezért az agrárintézmények reformjára is elodázhatatlan szükség van. A Pannon Egyetem Georgikon Karán, Keszthelyen 1998-ban elindított növényorvos képzést követően a 2008. évi XLVI. törvény az élelmiszerláncról és annak hatósági felügyeletével kapcsolatban törvénybe iktatta a „növényorvos” szakmát (vö.: Tarczali, 2014). Ez az agrár, illetve növényvédelmi szakma elismertségét jelenti és a növényorvost a humán- és állatorvos erkölcsi megbecsülésének rangjára emelte. Ezért véleményem szerint a Humán- és Állatorvos Klinikákhoz hasonlóan feltétlen szükség lenne Növényorvos Klinikára is, amely a részben megszűnt, vagy megszüntetett tangazdaságokat modernizált formában pótolná, és magasabb szinten hozzájárulna a növényorvos képzés és a *Ph.D.* képzés eredményesebb tételéhez és közvetett módon az élelmiszer-biztonsághoz. Ezt indokolja a 2008-ban a Pannon Egyetemen indított „Növényorvos” *M.Sc.* képzés is. A gazdaképzés, növényorvos-képzés és a tudósképzés eredményessége teremtheti meg nemcsak a megfelelő mennyiségű és minőségi élelmet, hanem az egész nem emberi élő környezet művelését, gondozását, amelybe beletartozik a mezőgazdasági termelésbe bevont táj (talaj, víz és a rajta, illetve benne élő növény- és állatvilág) és a benne élő emberi társadalom. A mindenkori társadalom és civilizáció fejlettségét mutatja, hogy az ember milyen körültekintően gondolja a nem feltétlen élelmiszer termelésre szolgáló földjét (*ager et cultura*) (Glatz, 2008; Horváth, 2008, 2013a).

Az akadémiai-, az ágazati kutatás az egyetemi oktatás-kutatás és a *Ph.D.* képzés színvonalának emelése, az agrárokztatói és agrárkutatói szürkeállományt ért veszteségeinek pótlása, mind-mind olyan sürgős intézkedés, amely a magyar mezőgazdaságot, mint „kitörési pontot” segíti. Ehhez azonban arra is szükség van, hogy a 2010/2011. év 361 ezer – azóta állandóan csökkenő – és 2014/2016. év 295 ezer egyetemi hallgatójából a mezőgazdasági képzésben 3-6%-os hallgatói létszámot emelni kell.

E helyen érdemes megemlíteni, hogy a tízezer munkavállalóra jutó kutatók száma az Amerikai Egyesült Államokban 66, az Európai Unióban (átlag) 37, Magyarországon pedig 9 fő. Az 1 millió lakosra jutó *Ph.D.* képzés az OECD-országok közül Magyarországon és Olaszországban a legalacsonyabb (Horváth, 2012d).

Az agrároktatás, agrárkutatás és szaktanácsadás minőségi fejlesztése és innováció nélkül nem lehet modern 21. századi agráriumfejlesztés, amely az elmúlt másfél évszázadban leginkább hozzájárult az emberiség jólétéhez és fennmaradásához. Az új minőségi fejlesztés a 21. században a tanításon, mint hivatáson keresztül biztosíthatja a nemzet jólétét, fejlődését és gazdagságát.

IX. A 20. és a 21. század gazdasági világválságai

„Minden nemzedék fölismerte a növekedés határait, amit a véges források és a nemkívánatos mellékhatások jelentenének abban az esetben, ha az ember nem találna ki új recepteket, vagy nem lennének új ötletei. És eddig minden nemzedék alábecsülte az új ötletek és új receptek születésének esélyét. Mindig elmulasztjuk felismerni, mennyi ötlet juthat még eszünkbe.”³³

P. Romer

1. Rövid történeti áttekintés

A 20. század első felében, az I. világháborút megelőző években a Habsburg Birodalom kedvező gazdasági feltételeket teremtett Magyarország számára, amelyek „boldog békeidők” néven vonultak be a történelembe [az egy főre jutó nemzeti jövedelem az élenjáró angliai jövedelem 1/3-a, a franciának 50%-a, az olaszországinak 80%-a volt (Romsics, 2007)]. Az I. világháború befejezését követően a háború okozta gazdasági veszteségek, az emberi és az anyagi erőforrások pusztulása, a fedezet nélküli pénzkibocsátás, a kereskedelmi kapcsolatok megszűnése, a megnövekedett infláció, a jelentős munkanélküliség és a közszükségleti cikkek hiánya miatt 1929. október 24-én New York-ban a tőzsdén a részvények árai zuhanni kezdtek, és elkezdődött a világtörténelem legnagyobb gazdasági válsága (1929-1933). Ez a világválság akkor érte el Magyarországot, amikor az I. világháborút követően az 1920-as években a Trianon után részben stabilizálódott az ország gazdasági helyzete (kedvezőek voltak az értékesítés lehetőségei külföldön, az importcikkek könnyen elérhetőek voltak, a külföldi hitelek megszerzése is előnyös volt). A világválság leginkább a magyar gazdaság legjelentősebb ágazatát, a mezőgazdaságot sújtotta, amely a korábbi években a hazai export 70%-át tette ki. A mezőgazdasági termelés visszaesett, az árak zuhantak, az ipari termelés 20%-kal csökkent. A túltermelési világválság következtében a világpiac gyengülése miatt – amely mindig árcsökkenést eredményez –, a magyar exportcikkeket (gabona, liszt stb.) nehezen lehetett értékesíteni, annak ellenére, hogy a búza átlagára a mélypontra zuhant. Ennek következtében a magyar gazdaság bevételei csökkentek, a gépesítés és a műtrágya-felhasználás csökkent, ami a terméseredmények romlásához vezetett.

Az 1938-ig tartó deflációs politika elhúzódó válságot eredményezett. Ezt követően a megváltozott pénzügyi politika (stabil árfolyam) hatására gazdasági növekedés következett be, de a túlértékelt valuta az export szempontjából kedvezőtlen volt.

³³ New goods, old theory, and the welfare costs of trade restrictions. J. Development Economics 43: 5-38, 1994.

A válság utáni fejlődésre nagy hatással volt az Amerikai Egyesült Államokban elindult „harmadik ipari forradalom”, amely a kőolaj és az elektromos áram szolgáltatásaival ipari húzóágazatokat (gépkocsigyártás, autópályák építése, légitömegközlekedés felgyorsulása, rádiózás, háztartási gépek és műanyagok elterjedése) fejlesztett ki.

A II. világháború gazdasági veszteségei igen súlyosak voltak. 1945 után a pénz elértéktelenedése (1 USA dollár például 11 ezertrillió pengőt ért) és az infláció jelentette a legnagyobb problémát. Az USA által 1947-1950 között Nyugat-Európa rendelkezésére bocsátott Marshall-terv (segély) jelentős mértékben hozzájárult a válság leküzdéséhez és a fejlődés megindulását eredményezte. Mint ismert, a szocialista országok – politikai okok miatt – a Marshall-segélyből nem részesülhettek. A szovjet politika új időszaka következett be, amely egyrészt külpolitikai nyitás volt a nyugat felé, másrészt az 1949. január 20-án moszkvai irányítással megalakult Kölcsonös Gazdasági Segítő Tanács (KGST) programjának elfogadása, a gazdasági kapcsolatok szorosabbá fűzése, valamint a nemzetközi munkamegosztás (Szanyi, 2013). A KGST keretein belül a Szovjetunió felügyelete mellett a kelet-európai országok részére olyan gazdasági integráció jött létre, amely a gazdasági nehézségekkel küzdő országok (például Magyarország) részére gazdasági növekedést eredményezett. A gazdasági felemelkedésben igen nagy szerepe volt az agrárkutató és -oktató hálózat fejlesztésének, valamint különösen a gépesítésben és az agrokémiában bekövetkezett pozitív változásoknak, amelyek például a gabonafélék terméseredményének emelkedéséhez (kb. 3 tonna/ha) vezettek.

Az 1967-1974 közötti évek „Dimény-korszakként” váltak ismertté Magyarországon.³⁴ Ehhez járult még a gazdasági üzemek alaptevékenységen kívüli tevékenységekkel megszerzett jövedelme. Meg kell azonban említeni azt is, hogy a termelőszövetkezetek (Tsz) megalakulását követően, az agrárnépesség 1/3-a (kb. 600 ezer fő) elhagyta földjét és lakhelyét, amely kedvezőtlen hatással volt az ország agrárfejlődésére. A KGST nem volt képes biztosítani Magyarország töretlen fejlődését; nyilvánvalóvá vált az ország gyenge teljesítőképessége. Ekkor, az 1970-es években kezdődött el a magyar gazdaság eladósodása azt követően, hogy 1968-ban bekövetkezett reformok (új gazdasági mechanizmus) is feladásra kerültek. Az 1970-es években, a világgazdaságban is zavarok keletkeztek, új világgazdasági korszak kezdődött. Összeomlott a nemzetközi pénzügyi rendszer, a nemzetközi olajpiac az Olajexportáló Országok Szervezete (*Organization of Petroleum Exporting Countries, OPEC*) ellenőrzése alá került, az „olcsó energia korszaka” véget ért, az olajválság recessziót eredményezett. Az olajárak az 1970-es évek végére az 1973/74. évi olajárakhoz képest nyolcszorosára növekedtek. Bognár József (1917-1996) akadémikus, egyetemi tanár, a II. világháború utáni magyar gazdaságpolitikai és tudományos élet kimagasló személyisége, bel- és külkereskedelmi miniszter, az MTA Afro-ázsiai Kutató Központ, majd a Világgazdasági Kutatóintézet és a Gazdasági Kutatóintézet főigazgatója, a Római Klub tagja – aki jelentős szerepet játszott 1968-ban az új gazdasági mechanizmus kidolgozásában, – rámutatott

³⁴Dimény Imre mezőgazdasági és élelmiszerügyi miniszter (1967-1975), majd egyetemi tanár és rektor (1975-1986), a Magyar Tudományos Akadémia levelező (1982) és rendes tagja (1990), a mezőgazdaság fő ágazatainak (növénytermesztés, kertészet, állattenyésztés) műszaki fejlesztésében és ökonómiai vizsgálatában elért eredményeire, és a magyar mezőgazdaság irányításában végzett kiemelkedő munkájára és a sikerekre tekintettel az 1967-1975 közötti évek „Dimény korszakként” vonultak be a hazai agrárium történetébe.

arra, hogy az olajválság a világgazdaság szerkezeti változásának következménye és egy történelmi korszakváltás jele, amely új gazdasági mechanizmust követel meg. Hangsúlyozta, hogy a környezet viszonya megváltozott, a bioszféra és a hidroszféra egyensúlya megbomlott, amely olyan fundamentális világgazdasági probléma, amely hatással lesz a nemzetközi gazdasági és politikai rendszerre.

A nyugati hitelek felvevő országok (például Magyarország az 1980-as évek elején) japán jénben vett fel hitelek kedvező kamattal, de a japán jén hamar megerősödött, a kamatok emelkedtek, amely az ország adósságszolgálati terheit drámaian megnövelte és fizetési képtelenségbe sodorta. Az újabb hitelfelvételek a Nemzetközi Valutalaptól segítséget jelentettek, de csak az adósságtörlesztéshez és nem a gazdaság fejlesztéséhez járultak hozzá. A nyugati hitelek felvevő országok – tekintettel arra, hogy a hitelek nem a gazdasági szerkezet modernizálására, hanem szociális célokra fordították – adósságcsapdába kerültek, és a gazdasági nehézségek a 1980-as évek közepén súlyosakká váltak (Romsics, 2007).

Az 1989-es rendszerváltás (-változtatás) új magyar demokrácia megszületését eredményezte. 1990-ben megállapodás született a szovjet csapatok Magyarországról történő kivonásáról és ez 1991. június 19-én *de facto* meg is történt, és ezzel az ország visszanyerte függetlenségét. 1991. június 28-án feloszlott a KGST, és július 1-jén a Varsói Szerződés. Magyarország 1999-ben csatlakozott az Észak-atlanti Szerződés Szervezetéhez (*North-Atlantic Treaty Organization, NATO*), az Európai Unióhoz (*European Union, EU*) pedig 2004-ben lett a tagja. A Harmadik Magyar Köztársaság életében – gazdasági téren – az állami és társadalmi tulajdon túlnyomó részének magánosítása és a piacgazdaság elveinek érvényesülése jelentette a legnagyobb változást (Romsics, 2007). Az átalakulással járó nehézségek újabb, rövid ideig tartó gazdasági válságot eredményeztek, de 1994-től lassú javulás következett be. A gazdasági felemelkedést, majd stagnálást követően 2008. szeptember 15-én az amerikai *Lehman Brothers Bank* csődvédelembe menekült és ezzel kirobbant a II. világháborút követő időszak legnagyobb gazdasági világválsága. A BRICS-országok (Brazília, Oroszország, India, Kína, Dél-afrikai Köztársaság) a Nemzetközi Valutalap (*International Monetary Fund, IMF*) és a Világbankot (Nemzetközi Újjáépítési és Fejlesztési Bank, *International Bank for Reconstruction and Development, IBRD*) tették felelőssé a 2008-as válságért.

Veress (2013) szerint nincs egyértelmű bizonyíték arra, hogy a gazdasági és pénzügyi világválság magától robbant-e ki, vagy érvágásszerűen kirobbantották. Pál (2013) véleménye szerint széles körű egyetértés mutatkozik abban, hogy a válsághoz vezető utat a globális egyensúlytalanság (a folyó fizetési mérlegekben jelentkező tartós/túlzott deficit, illetve szufficit) és annak következményeként a fejlett pénzügyi piacokon folyamatosan felépülő kockázatok okozták. Közismert azonban az is, hogy már a gazdasági és pénzügyi világválság kialakulása előtt is számos válságjegyet hordozott magával az Európai Unió [a nyolc poszt szocialista ország (köztük Magyarország) és Ciprus, valamint Málta integrálása az EU-ba; a szabályozásokról való viszonylagos döntésképtelenség; a két- vagy többsebességes Európa; a föderáció, a konföderáció és a hipotetikus Európai Egyesült Államok] (Veress, 2013).

A válság hatására a reál- és a pénzügyi szféra feszültségei szakadékokat eredményeztek, a konjunktúra romlott, pangás és számos országban recesszió következett be. Ezt

a gazdasági, társadalmi, ökológiai, fenntarthatósági és erkölcsi világválságot – amely jelentőségében meghaladta a 20. század elejei túltermelési világválságot – emberi tényezők idézték elő és részben objektív, részben szubjektív (például nyitott gazdaság, romló exportfeltételek, importcsökkenés, a nemzetközi pénzügyi hálózat részévé vált bankrendszer, külső adósságállomány, romló gazdasági versenyképesség, fizetési mérleghiány, túlzott államháztartási kiadások, költségvetési deficit, lakossági eladósodás stb.) okokkal magyarázható. Az árfolyamok és a kamatok hektikusan változtak, a 2008/2009-es válságra a fejlett országok (USA és egyes EU-s országok) kamatleszórítással reagáltak. Magyarország viszont 2008. év őszén 3%-kal felemelte a jegybanki alapkamatot, amely az eladósodás meggyorsulását és drágulást is eredményezett (Kőrösi, 2013). Fontos rámutatni arra, hogy a 2008/2009-es válság során a nemzetközi kereskedelem nem omlott össze, az euróövezet nem esett szét és a keresztárfolyamok a változás ellenére viszonylag stabilak maradtak és nem szűnt meg a világ szabad pénzforgalma sem (Csaba, 2010).

A volt szocialista nagyipar vidéki telephelyeit bezárta, a Tsz-melléküzemágak megszűntek, a vidéki munkanélküliség megnövekedett, a falusi fiatalok egy része városokba költözött, amelyek mind-mind a falusi népesség életkörülményeinek romlását jelentette. A gazdasági termelés 20%-kal, a növényvédőszer-felhasználás 70%-kal csökkent. Az 1990-1993 közötti években a bruttó hazai termék (*Gross Domestic Product, GDP*) 15%-kal csökkent. Somai (2013) egyik munkájában rámutatott arra, hogy a magyar mezőgazdaság a rendszerváltás (változtatás) utáni változó világ gazdasági környezetben elvesztette belső és külső piacait, a termelés visszaesett, a tulajdonviszonyokba történt jelentős változás a termelési biztonságot is veszélyeztette; majd az Európai Unióhoz történő csatlakozásra (1994) való felkészülés sem volt hibátlan. Somai (2013) legnagyobb hibának a kárpótlást tartotta, amely a népességet anyagilag megosztotta, a nemzetgazdasági hatékonyságot lerontotta és mindenekelőtt igazságtalanságokhoz vezetett. A magyar agrárszektor fejlődése visszaesett, az állattenyésztés versenyképessége romlott és az 1960-as évek színvonalára esett vissza. A kukorica és az olajos magvak termelése ugyan meghaladta az 1989. év előtti szintet, de a búza és a zöldségfélék esetében stagnálás, a burgonya és a gyümölcs esetében csökkenés következett be. Az a szakmapolitikai várakozás, hogy a magyar mezőgazdaság előtt az európai 500 milliós „egységes európai piacon” nagy lehetőségek nyílnak nem vált valóra. Csalódást keltett az is, hogy a magyar gazdák a közös agrárpolitika (*Common Agricultural Policy, CAP*) szabályai szerinti szabad felhasználási (kb. évi 1 milliárd euró) pénzügyi kiutalásból nem, illetve csak később részesültek. Az agrárágazat azonban az elmúlt évtizedben a termelői és vidékfejlesztési támogatásoknak köszönhetően fejlődött, modernizálódott (állattartó telepek, gabonaszárítók, üvegházak, termál kutak stb.). Somai (2013) véleménye szerint a magyar mezőgazdaság a nehézségek ellenére középtávon konszolidálódott és eredményes ágazat lett. A jövőt pedig az határozza meg, hogy a gazdálkodók néhány nagy kultúrára (például kukorica, búza) koncentrálnak extenzív-, vagy nagy élőmunka igényű (kertészeti növények) intenzív gazdálkodást választják.

Figyelemre méltó, hogy a 2008-as gazdasági és pénzügyi világválság óta két stabilizációs kísérlet volt Magyarországon (vö.: Veress, 2013). Már 2009-ben bevezetésre

került egy ortodox (szokványos) stabilizációs program (bruttó bérf befagyasztás a közszférában; a 13. havi bérek eltörlése; a nyugdíjkorhatár emelése; a 13. havi nyugdíj megszüntetése; a társasági adó emelése; energia-áremelés stb.), amelyet 2010-től újabb stabilizációs intézkedések követtek. Az unortodoxnak (nem szokványos) nevezett program [a bankoknál, biztosítóknál, távközlési cégeknél, energiaellátóknál válság-adó bevezetése; 16%-os egykulcsos személyi jövedelemadó bevezetése; a társasági adó csökkentése; egészségre ártalmas termékekre kivetett adó („chips-adó”); a havi két millió Ft-os fizetési plafon meghatározása; a lakossági energiaárak befagyasztása, illetve csökkentése; önkormányzatok devizaadóságának átvállalása stb.] azonban ellenállást váltott ki a globál szereplőknél, az EU vezetésénél és a hazai ellenzéki oldalon is. Az EU Magyarország kérésére nem engedélyezte (más országok számára viszont igen) az államháztartási stabilitás határozott, de kisebb sebességű, időben kitolódó megvalósítását.

Veress (2013) véleménye szerint feltehetően ez a stabilitási program lesz a válság sújtotta országok számára a jövő útja; Magyarországnak pedig az az unortodox gazdaságpolitika, amely magában rejlő és az erőviszonyokból következő kockázatokat hordoz. Németh (2013) egyik munkájában hivatkozik a magyar miniszterelnök 2013. január 30-án a Bruegel Intézetben (*Bruegel Institution, Brussels, Belgium*) tartott „Milyen jövő vár Magyarországra az EU-ban” c. előadására. Az előadás hét tézise közül érdemes kiemelni a Magyarországgal kapcsolatos megjegyzéseket: „Magyarország európai sikertörténet. A növekedés 2014-2015-ben gyorsulni fog, miközben megmarad a külkereskedelmi többlet, a foglalkoztatás emelkedik, az államadóság csökken, az államháztartás hiánya 3% alatt marad, az energiafüggőségtől megszabadulunk, csökken az államadóság devizakitettsége. Magyarország célja túlmutat a válság leküzdésén, a válság utáni világra és az akkori versenyre készül.”

Joseph Stiglitz közgazdasági Nobel-éremes (2001-ben George A. Akerlof és A. Michael Spence professzorokkal együtt „Az aszimmetrikus információjú piacok elméletének megalapozása” témakörben) amerikai közgazdász a Columbia Egyetem (*University of Columbia, USA*) professzora, 2014. november 10-én a budapesti Közép-európai Egyetemen (*Central European University*) „Tudnak-e széles körű és tartós jólétet teremteni az illiberális demokráciák?” címmel tartott előadásában hangsúlyozta, hogy bár híve a kapitalista rendszernek, de nem hisz a piac zavartalan működésében, ezért az állam tudatos és közvetlen beavatkozását elengedhetetlennek tartja a gazdaság működésében. Előadásában állást foglalt a nem ortodox (nem neoliberalis) ún. unortodox gazdaságpolitikai eszköztár alkalmazásának előnyei mellett.

Figyelemre méltó az a nyomtatásban megjelent szellemi „időutazás” is, amely a Magyar Tudományos Akadémia Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont (MTA-KRTK) 2013. évi jubileumi (1963-ban az Afro-ázsiai Kutatóközpont, 1973-ban a Világgazdasági Kutatóintézet) ünnepségén elhangzott előadásokat tartalmazza. A világgazdaság kutatási eredményeit 1970/1980-as évektől napjainkig áttekintő tanulmányok Szanyi Miklós szerkesztésében „Válság és megújulás. Múlt, jelen és jövő a világgazdaságban” (Akadémiai Kiadó, Budapest, 2013) címen láttak napvilágot (Szanyi, 2013). A kitűnő könyv 8 tanulmánya – amelyek a világgazdaság korszakos folyamatait, válságokat, fellendülést és újabb válságokat tárgyaltak – két témakörrel

foglalkozik: I. Globális problémák; II. Gazdaságpolitikai válaszok a globális kihívásokra. A könyvben tárgyalt világgazdasági folyamatokban megfigyelhető hosszabb távú tendenciák remélhetőleg a válságból a megújulás felé mutatnak.

2. Európa válságai

Berend (2010a,b) munkáiban rámutatott arra, hogy a II. világháborút követő negyedszázad során Európa történetének „virágkorát” élte. A gazdaság növekedett, szerkezete átalakult a nyugati és a keleti országokban is, ami 4% körüli növekedéshez vezetett. Nyugat-Európa fogyasztói társadalommá alakult, Kelet-Európa pedig iparosodott. A gazdasági fellendülés (konjunktúra) következtében az 1970-es évek elején Nyugat-Európa a beruházások következtében 10%-os ipari növekedést ért el, ami következtésképpen a hatalmas energia- és nyersanyag-igény miatt a cikkek árait 63%-kal növelte, ez pedig inflációhoz vezetett. Erre az időre esett a „kommunikációs forradalom” kibontakozása is. Közben új technikára épülő gazdasági ágazatok jöttek létre, amely 12%-os munkanélküliséghez vezetett. Berend (2010a,b) az 1970/1980 közötti évtizedet a stagnáció és az infláció együttlétét kifejező stafflációnak nevezte, amire például az áremelkedés, lassú gazdasági növekedés és munkanélküliség jellemző.

Európa kettős válsága, amint erre Berend (2010b) utalt, ugyan lezárt egy korszakot az 1980-as évekkel, de egy új korszak is kibontakozott, amelyben jól elkülönült a Nyugat-Európára jellemző világgazdasági központ szerepét betöltő fejlettség, a demokratikus berendezkedés, valamint a Közép- és Kelet-Európa eltérő, szovjet befolyás alatti berendezkedése, ami a nyugat-európai életszínvonal 50%-át sem érte el. Mindent nehezítette az is, hogy a nyugati technika importja el volt zárva, és a stagnáció uralkodóvá vált, a nehézségek áthidalására felvett kölcsönök következtében eladósodás következett be, ami az adósságállományt 100 milliárd dollárra növelte. Az 1970-es évek olajválságát követően 1989-ben a szovjet blokk és két éven belül a Szovjetunió is összeomlott. Ezt követően a világgazdaság globalizálódott, új gazdasági, kulturális és politikai térkép rajzolódott ki a világban. Ebben fontos szerepe volt az 1991. évi Maastricht-i Európai Unió Szerződésnek, amely 1993. november 1-én lépett életbe (vö.: Az európai integráció. Tények és adatok. MTA Történettudományi Intézet, Europa Institut, Budapest 2000) A Közép-Kelet-Európa közel 200 millió fős új piaca a nyugati munkabérek 7-15%-ával nemcsak olcsó munkaerőt kapcsolt a fejlett országok gazdaságához, hanem csökkentette is a termelési költségeket. Ez hozzájárult ahhoz, hogy Európa nyugati része az ezredfordulóra (2000/2001-re) felzárkózott az Amerikai Egyesült Államokhoz, és az EU-ba többlelpcsőben csatlakozott országokban is szerkezeti átalakulások következtek be, ami fokozatos felzárkózáshoz vezetett.

2008-ban újabb válság bontakozott ki, amelyet a pénzügyi tőke elhatalmasodása indított el. Ebben szerepe volt a biztonságos bankhitelek kockázatának, a hitelezés és a hitelfelvétel fedezetlenné válásának stb. Kínában a gazdaság leessult, fejlődése leállt és a profitok csökkentek. A kínai tőzsdepánikra jellemző volt, hogy a sanghaji tőzsde indexe 43%-kal esett, amelynek hatása más piacokra is kiterjedt. A kínai pénz a júant leértékelték, értéke 4%-kal csökkent az amerikai dollárhoz viszonyítva. A kínai termelés

– mint a világ legnagyobb nyersanyag felhasználója – visszafogása a nyersanyagok világpiacon árát is lenyomta, ez pedig rossz hatással volt azokra az országokra, amelyek nyersanyaggal rendelkeztek és azt exportálták. Az amerikai kamatemelés (ami erősebb dollárt jelent) jelentős hatással volt a világpiacon. A hitelek visszafizetése közben megakadt, a gazdasági növekedés megtorpant, a munkanélküliség emelkedett.

A 2006 és 2010 közötti évek válság-krónikájával kapcsolatban Farkas (2010) kitűnő összefoglalót közölt. Ebben tk. megemlítette, hogy 2008. szeptember 15-én a 4. legnagyobb amerikai bank, a *Lehman Brother* csődvédelmet jelentett be, amelyből ugyan más bankok megmentették, de a körbetartozások pénzhányt váltottak ki a pénzügyi szektorban. Más bankok (például belga, angol, orosz stb.) is jelentős segítségre szorultak. Magyarország megállapodott a Nemzetközi Pénzügyi Alappal (*International Money Found, IMF*) hitelkeret felvételében azzal a céllal, hogy az ország stabilizálja gazdaságát és elősegíti a gazdasági növekedést. 2009. október 29-én Magyarország 25,1 milliárd dollár hitelkeretet kapott (az IMF-től 15,7-, az EU-tól 8,1-, a Világbanktól pedig 1,3 milliárd dollárt).

Európa 1973/2008-as válsága ugyan lezárt egy korszakot, de meg is nyitott egy egymástól eltérő víziókkal teli világ kibontakozását Európában. Csaba (2010) rámutatott arra, hogy az a gazdaságpolitika, amelynek költségeit „unokáink is fizetni fogják” nem járható út és „...állami mentőövet nem célszerű a Máltai Szeretetszolgálathoz hasonlítani, mert annak kőkemény (szerezetátalakítási) feltételei vannak már most és a jövőre nézve is”.

3. Egyenlőtlenségek

A vagyoni egyenlőtlenségek a világban egyre jobban növekednek és nemcsak a gazdagok és a szegények között, hanem a szupergazdagok és a gazdagok között is. A pénzügyi előrejelzések szerint 2020-ra a világ pénzügyi vagyonának több mint fele a dollármilliomosoké lesz, miközben a középosztály részesedése csökken. Figyelemre méltó, hogy a dollármilliomosok részesedése a magánvagyonból 2015-höz viszonyítva 2020-ban (a becslések szerint) Kelet-Európában 7, Észak-Amerikában, az Ázsiai-csendesóceáni térségben 6, Közél-Keleten, Afrikában és Nyugat-Európában 5, Latin-Amerikában 3. és Japánban 1%-kal emelkedik. A túlzott egyenlőtlenségek, amelyek a középosztály gyengülését, az alsó néposztály ellehetetlenülését jelentik, kedvezőtlenül befolyásolják a gazdasági növekedést és politikai eseményekhez (lázongásokhoz) is vezethetnek.

Ruzsbaczký (2016a) szerint Londonban él a legtöbb dollármilliomos (370 ezer dollármilliomos és 62 dollármilliárdos). Rámutatott arra, hogy a világ szupergazdagjainak száma növekedett. 2014. évhez képest 2015-ben 5,4%-os emelkedést (ami 7700 milliárd dollárt jelent) halmoztak fel a világ milliárdosai. Figyelemre méltó, hogy ez az összeg 2473 ember között oszlik meg. A legtöbb milliárdos 806 ember Európában él, megtakarításaik elérik a 2330 milliárd dollárt. Ezzel szemben Észak-Amerikában ugyan kevesebb, 628 milliárdos van, de vagyonuk (2561 milliárd dollár) több mint az európai szupergazdagoknak. Összehasonlítva, New York-ban 336 ezer milliomos

és 65 milliárdos él. A sorrendben harmadik helyen Tokió, negyediken San Francisco, ötödiken Peking és hatodikon Sanghaj van. A feltörekvő Ázsia milliárdosainak száma ugyan több (645) mint Észak-Amerikában, de megtakarításuk kevesebb (1686 milliárd dollár). A tanulmány arra is rámutatott, hogy a vagyonosok 30%-a nem végzett egyetemet és mindössze 9,5%-uknak van tudományos fokozatuk (*Ph.D.*). A szupergazdagok többsége a Harvard Egyetemen (USA) végzett. A szupergazdagok listáját a bankárok és a befektetők vezetik, de az iparmágnások, a biztosítási és az informatikai szektor képviselői a felzárkózók közé tartoznak. Jelentős átrendeződés van a világ cégei között is. 2016-ban a technológiai cégek vették át a pénzügyi szektortól az elsőséget (Wiedemann, 2016). Az első három helyezett az *Apple*, az *Alphabet* + *Google* és a *Microsoft*, a hatodik helyen pedig a *Facebook* van. A cégek számát és értékét tekintve az Amerikai Egyesült Államok 54 céggel és 9636 milliárd dollárral (a részvények értéke) az első helyen van. Sorrendben (cégek száma/részvények értéke) Kína (10/1556), Nagy-Britannia 7/805, Németország (5/451), Japán (4/440), Franciaország (4/405) és Svájc (3/647) a sorrend, miközben Hongkong (1/228) a 18.

4. Ellátási problémák

4.1. A városok és a nagyvárosok rohamos terjeszkedése

A Föld népessége 1800 körül 1-, 1900-ban 1,5-, 1927-ben 2,0-, 1960-ban 3,0-, 1974-ben 4,0-, 1987-ben 5,0-, 1999-ben 6,0-, 2005-ben 6,4-, 2011-ben pedig 7 milliárd főt érte el. Jelenleg 2016-ban 7,2 milliárd ember él a Földön és a 21. század közepén – a becslések szerint – elérheti 9 milliárd főt.

A vidéki népesség 1950. évi tömeges vándorlása a városokba a nagyvárosokba új történelmi helyzetet teremtett. McNeill (2011) amerikai környezetvédelmi-történész professzor szerint 1950-ben még csak London, New York és Tokió-Jokohama lakossága érte el illetve haladta meg a 10-10 millió főt. 1997-ben már húsz város lakossága 10 millió felett volt. Figyelemre méltó, hogy például Mexikóváros 1900. évi 350 ezer fős népessége 1997-re hatvanszorosára 20 millióra növekedett. Kalkutta lakossága 50 év alatt (1900-1950) 1 millióról 5 millióra növekedett, 1980-ra pedig megduplázódott.

A magyarországi népesség 70%-a városokban, közel 1/5-e pedig a fővárosban él. A Központi Statisztikai Hivatal (KSH, 2015) szerint az ország 3154 településéből 346 város, valamint 2808 község van, amelyből 118 nagyközség.

László (2008) adatai és az ENSZ 2014. évi jelentése szerint 1950-ben 746 millió, jelenleg 3,9 milliárd, 2045-re pedig várhatóan 6 milliárd fő lesz városlakó. Jelenleg 10-10 milliónál többen élnek 28 nagyvárosban és az előrejelzések szerint 2030-ban 41 nagyváros lesz (Tokió 38, New Delhi 25, Sanghaj, Mexikóváros, Mumbai, São Paulo 21-21 millió lakossal). 2025-re 500 olyan nagyváros jön létre, amelynek népessége meghaladja az 1 millió főt. A városi lakosság feltehetően nagy élelmezési-, infrastrukturális-, egészségügyi- és energiaellátási problémákkal szembesül. A városiasodás rohamos terjedésével ellentétben a vidéki népesség a mai 3,0-3,5 milliárdról 2050-re 3,1 milliárd főre csökken.

A nagyvárosoknak, megalopoliszoknak (összeépült, egyetlen összefüggő települést alkotó városoknak a halmaza) a gyors növekedése megelőzte a teljes infrastruktúra kiépülését, miközben a fosszilis tüzelőanyagra épülő iparágak 30%-a ezekben a városokban koncentrálódott. Igen jelentős növekedést ért el az autópark is, amely tovább súlyosbította a nagyvárosok környezeti problémáit. Az elmúlt néhány év javuló környezetvédelmi intézkedései ellenére még mindig a népesség gyors és jelentős növekedése, a háztartási-tüzelőanyag-felhasználás szabályozásának nehézségei és a motorizáció mérhetetlen elterjedése jelenti a legnagyobb veszélyt.

A „világváros” definíció értelmezése az elmúlt időben megváltozott. Ebben a változásban az 1960-as évek óta az a legfontosabb, hogy egy világváros tulajdonságát nemcsak az ott lakók száma határozza meg, hanem az, hogy mennyiben nevezhető a globális politikai hatalom központjainak, ahova számos kritérium tartozik: legbefolyásosabb nemzetközi szervezetek; tőzsdeközpontok; kereskedelmi bankok; biztosítók; multinacionális vállalatok; világhírű egyetemek; kutatóintézetek; médium központok (például London, Párizs, New York, Tokió, Moszkva). De ide tartozik Amsterdam, Utrecht, Rotterdam, Hága patkóvárosok agglomerációja is.

Az 1980-as évek kritérium-rendszerében a gazdasági jellemzők voltak a meghatározók és a korszaknak megfelelő „centrum-periféria-félperiféria” elve érvényesült, amelynek értelmében a Szovjetunióból, a kelet-európai országokból és Kínából egyetlen város sem került a világvárosok közé. Az 1990-es években a városhierarchia csúcsára olyan városok kerültek, ahol a globális kapitalizmus legitimációja, a komputerizáció, denacionalizáló, szabad kereskedelem és a piaci erők „láthatatlan keze” érvényesült (New York, London, Tokió). A 1990-es években az új gazdasági világrend új követelményeket támasztott a világvárosokkal, a globális városok hierarchiájával kapcsolatban: nagyfokú koncentrálttság a világgazdaság irányításában; a pénzügyi szervezetek elsődleges, és a hagyományos gyáripari termelést felváltó speciális szolgáltatások célterületei; az innovatív termelés szinterei és az innováció szinterei (New York, London, Tokió, Frankfurt, Párizs).

Figyelemre méltó, hogy 2006 és 2013 közötti években a rangsor élén járó fejlett világ nagyvárosai mellett megjelentek a fejlődő világ megalopoliszai (például Peking). A G7-csoport országai (USA, Kanada, Egyesült Királyság, Németország, Franciaország, Olaszország, Japán) 2006-ban 1377 vállalatot jegyeztek, 2013-ban már csak 1105-öt, a BRICS-csoport országai (Brazília, Oroszország, India, Kína, Dél-afrikai Köztársaság) vállalatainak száma 2013-ban (a 2006. év 149 vállalatához képest) 320-ra emelkedett. Ebben az évben fordult elő először, hogy a vállalatok élén nem az USA-beli vállalatok, hanem a Kínai Ipari és Kereskedelmi Bank és a második helyen is kínai bank szerepelt; az első 11 bankban további öt bank is kínai volt. A globális városok kialakulásával kapcsolatban nemcsak gazdasági-, kulturális-, egészségügyi-, pszichológiai és energiaellátási stb. problémák merülnek fel, hanem szerepük hatással van és lesz a jövő világgazdasági folyamataira is.

A nagyvárosokban tapasztalható krónikus egyedüllét a korai halálozások első számú rizikófaktora, amely sokkal súlyosabb mint a modern technika és az urbanizáció vívmányai nyújtotta előnyök. A nagyvárosok, megalopoliszok gyors növekedése fokozta a légszennyezés egészségre gyakorolt kedvezőtlen hatását, a szociális

problémákat és megnehezítette az egészségügyi ellátórendszerek működését, amelyet tovább nehezített a vidékről tömegesen a nagyvárosokba költözők megrögzült szokásai és hiányos felelősség-tudata.

Úgy látszik, hogy a jó üzlet és a versenyszellem nem szab határt „a világ legnagyobb épülete” címének elnyeréséért. Jelenleg a világ legmagasabb felhőkarcolója a 828 méter magas Burdzs Kalifa, Dubaj (Egyesült Arab Emírségek), amelyet a Sanghaj Tower, Sanghaj, Kína (632 méter), az Abradzs al-Bajt, Mekka, Szaúd-Arábia (601 méter), az One World Trade Center, New York, USA (541 méter), a Tajpej 101, Tajpej, Tajvan (508 méter), a Sanghaj World Financial Center, Sanghaj, Kína (492 méter) követ. A „csillagos égig” érő versenynek legfeljebb az szab határt, hogy legújabbán megállapítást nyert: 1500 méter magas az az elméleti felső határ, amely még ésszerűen megépíthető és statikailag is biztonságos. Ennek ellenére azt látni, hogy négy tervezett felhőkarcoló a 828 méter feletti Dubaj-i Tower, az 1000 méteres Dzsidda-i (Szaúd-Arábia) Kingdom Tower, az 1 152 méteres Básszra-i (Irak) Bridge of Gulf, és az 1600-1700 méteres Tokió-i Sky Tower (Japán) tornyával nem állít akadályt a nagyra törő építkezéseknek. A tervezett felhőkarcolók közül érdemes megemlíteni a 309,6 méteres, London pénzügyi negyedében épülő Oakwood Tower (One Under-Shaft) elnevezésű épületet (15 méterrel alacsonyabb az Eiffel-toronynál és 5 méterrel alacsonyabb a magyar lakihegyi-adótoronynál) amelyet tűzveszélynek ellenálló természetes építőanyagokból építenek fel.

4.2. Válság és élelmiszer

Az 1970-es és az 1980-as évek válságai miatt – amikor az olajárak tízszeresére növekedtek –, új fenyegető üzenet kezdett kibontakozni. A fenyegető élelmiszerválságra jellemző volt, hogy a világ gabonakészletei igen jelentős mértékben csökkentek és az élelmiszerek ára pedig növekedett. Az Egyesült Nemzetek Szervezete (ENSZ) az élelmiszerválság globális jellegére tekintettel több mint 80 országot figyelmeztetett, hogy fokozottan tartalékolják élelmiszer-készleteiket. Már 2008-ban ismert volt, hogy 87 országban a népesség ellátásához szükséges élelmiszert nem tudják megtermelni és a hiányzó mennyiség importjához szükséges pénz sem áll rendelkezésre (László, 2008). A legnagyobb problémát az jelentette, hogy a világ élelmiszer-elosztása nem egyenletes, ez pedig azzal járt, hogy például Nyugat-Európa, Észak-Amerika gazdag országaiban az emberek a napi 2 600 kalória-bevitel-szükséglet több mint 140-150%-át fogyasztják el élelmiszerekben, miközben 30%-uk alultáplált (vitaminokban és ásványi anyagokban). Miközben a világ legszegényebb országaiban élők a napi kalória-szükséglet 50-70%-át sem érik el. A problémát fokozzák azok a nagy jövedelem-különbségek amelyek a gazdag és a szegény országok között vannak. Az amerikai emberek jövedelmük kb. 10%-át költik el élelmiszerekre és még így is a megvásárolt élelmiszer legalább 15%-a kidobásra kerül. Az élelmiszer-hiány és a magas élelmiszer-árak a világ számos szegény országában (például Szomália, Haiti) éhséglázadásokhoz és tragédiákhoz vezettek.

Velkei (2016) szerint, hivatkozva Cseh Balázsnak az Élelmiszerbank Egyesület elnökének beszámolójára, Magyarországon évente 1,8 millió tonna élelmiszer-hulladék

keletkezik az élelmiszerláncban, amely kb. 100 milliárd Ft veszteséget jelent. Statisztikai adatok szerint Magyarországon az egy főre jutó éves pazarlás 39 kg, más adatok szerint 46 kg (NÉBiH). A fejlett nyugati államokban még rosszabb a helyzet: Egyesült Királyságban 137-, Luxemburgban 133-, Hollandiában 113-, Franciaországban és Svédországban 100 kg az egy főre jutó éves élelmiszer-hulladék mennyisége.

Az Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Világszervezet (*Food and Agriculture Organization, FAO*) 2015. évi „éhínségtérképe” szerint 795 millió ember nem jut elegendő táplálékhoz naponta. A lakosság 35%-a nem lakhat jól Afrikában (Namibia, Zambia), a Közép-afrikai Köztársaságban, Libériában, Haitin és Észak-Koreában. Az élelmiszerrel történő ellátás és a fogyasztás közötti „olló” bezárása a világ élelmiszeriparának kiemelt feladata, amely a klímaváltozásra, az extrém időjárási körülményekre, az elsivatagosodásra, a termőföld-, a víz-csökkenésre, a terméshozamcsökkenésekre, a károsítók tömeges elterjedésére tekintettel kiemelt fontosságú feladat. Az ENSZ által az Elsivatagosodás Megállíttására Létrehozott Bizottság (*United Nations Convention to Combat Desertification, UNCCD*) szerint a Földön évente 12 millió ha termőföld sivatagosodik el. A szántóföldek 52%-a az aszályok következtében súlyosan sérült. A bizottság véleménye szerint 2050-re 70%-kal növekszik az élelmiszerigény.

4.3. Válság és ivóvíz

A világ népességének növekedése, az ipar- és a mezőgazdaság fejlődése az utóbbi ötven évben a vízfogyasztást több mint hatszorosára növelte. Egyes adatok szerint a globális vízfogyasztás 70%-át a mezőgazdasági termelés, 22%-át az ipari tevékenység igényli. Az emberi vízfogyasztásra kb. 8% (320 km³) jut. A vízfogyasztásban azonban óriási különbségek vannak a világban. Az Amerikai Egyesült Államokban például 573 liter víz jut egy főre naponta, Mozambikban csupán 10 liter. A Föld teljes vízmennyiségének 97,5%-a a tengerek, óceánok sós vize és csupán 2-3%-a emberi fogyasztásra alkalmas édesvíz, amely főleg gleccserekben és a jégtakaróban fagyott állapotban található és amely, a Föld felszíni vizeinek 7 ezreléke. Az édesvíz mennyiségének 98%-a talajvíz és csupán 2%-a található meg mint felszíni víz.

Az UNCCD véleménye szerint a fenyegető éhínségeknél sokkal súlyosabb problémát jelent az ivóvízhiány, amely a globális humanitárius katasztrófa elsőszámú okozója. A világ jelenlegi 7,2 milliárd lakójából 1-1,2 milliárd ember már ma is kénytelen tiszta víz nélkül élni. Az előrejelzések szerint 2025-re több mint 3 milliárdra nőhet azoknak az embereknek a száma, akik súlyos vízhiánytól szenvednek. A vízhiánytól szenvedő országok főleg Afrikában, Közép-Keleten és Dél-Ázsiában lesznek. A jelenlegi migráció egyik fő kiváltó oka a szomszédos és éhező emberek sokasága. Az előrejelzések szerint a 2020-as években a migránsok száma 60 millió fő lesz, 2050-re pedig elérheti a 200 millió főt is. Az édesvíz biztosított életér csökkenésével és a népesség növekedésével gazdasági, szociális, politikai klonfikutások alakulhatnak ki, amelyek már ma is népvándorláshoz vezettek. Az országok közötti súlyos, gazdasági vitára jellemző, hogy például Törökország a Tigris és Eufrátesz folyókra épített három víztározó gáttal veszélyezteti Szíria és Irak vízellátását.

A víz mennyiségének elégtelensége mellett súlyos problémát jelent, hogy nemcsak az emberi fogyasztásra alkalmas víz mennyisége, hanem minősége is rohamosan csökken, amely súlyos járványokat és fertőző betegségeket idéz elő a világban. A klímaváltozás következtében az édesvíz bázisokat jelentő jégmezők és gleccserek olvadása súlyos problémát jelent. Az erdőirtások, a mezőgazdasági öntözés, a kémizáció, az egyre gyakoribbá váló aszályos időszakok és a pazarlás erősítik a rossz tendenciákat. A talajok vízszintje az utóbbi években jelentősen csökkent; Kínában például 4 méterrel, Indiában 1 méterrel. A vízszint csökkenés megnehezíti a vízhez jutást, és az elsvatagosodással fokozza a mezőgazdasági termelés költségeit és súlyosbítja az élelmiszer-válságot.

A vízgazdálkodásra ezért óriási feladatok várnak. A Magyar Tudományos Akadémia az ország fejlődése szempontjából kiemelt területnek nevezte a hazai vízgazdálkodást és stratégiai szemlélet kialakításával segítette a vízgazdálkodás újragondolását (Somlyódy, 2011). A legfontosabb kihívások közé tartozik (1) A vízzel kapcsolatos problémák összetettsége, a válságok és a globalizálódó világban; (2) A vízpolitika integrálása, hatékonyságának növelése más ágazatokkal (például a mezőgazdaságra, a területhasználatra és a regionális fejlesztésekre); (3) Az igények növekedésével kapcsolatos „vízterhelés”, éghajlatváltozás és a válságokkal kapcsolatos bizonytalan hatások megjelenése, az európai beágyazódás és az ország alvízi jellegéből adódó kihívások; (4) Természetvédelmi, kulturális és gazdasági szempontok; (5) A vízgazdálkodás 1990-es évek eleje óta tartó intézményi leépítésének kiigazítása.

4.4. Válság és egészség

Az Egészségügyi Világszervezet (*World Health Organization, WHO*) Európai Regionális Bizottsága 2009. április 1-2. között Oslóban (Norvégia) tartott konferenciája felhívta az európai országok figyelmét a válság hatására bekövetkező kezdődő egészséghatásokra, főképpen a kockázatok (például szív- és érrendszeri betegségek, cukorbetegség, magas vérnyomás stb.) kezelésére és megelőzésére. Négy évvel később 2013. április 17-18. között Oslóban tartott konferencia már értékelni tudta a bekövetkezett egészségügyi változásokat. A konferencián Európa 53 államából magas szintű kormányzati képviselők vettek részt, akik nemcsak értékelték az egészségügyben bekövetkezett változásokat, hanem a lehetséges ellenintézkedésekkel is foglalkoztak. A konferencia a Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet (*Organization for Economic Cooperation and Development, OECD*) és a WHO által készített „Az európai gazdasági válság egészségre, egészségügyi rendszerekre gyakorolt hatásai és azok következményei a politika számára” c. tanulmány alapján vitatták meg az eredményeket. A konferencia alapvető megállapítása az volt, hogy azokban az országokban, ahol 2008-óta gazdasági megszorító intézkedéseket vezettek be, ott az állami egészségügyi kiadások csökkentek, amelynek kihatásai megnyilvánultak az emberek rosszabbodó egészségi állapotában, és az egészségügyi rendszer csökkenő finanszírozásában. A tanulmány rámutatott azokra a hatásokra, amelyek válság idején (következtében) megjelentek. Ezek között számos, az egészségre károsan ható tényező van: elmeműködési (mentális) problémák, pszichoszomatikus zavarok,

depresszió, szív működési elégtelenségek, öngyilkosság, fokozódó stressz-hatások, fertőző betegségek fokozódása, munkanélküliség, anyagi helyzet rosszabbodása, jövedelem csökkenése, létbizonytalanság, alkohol- és drogfogyasztás növekedése, egészséges élelmiszerek fogyasztásának csökkenése stb. Sajnos a válság az egészségügyi ellátórendszer működését is érintette, amely főleg a finanszírozásban, az orvosok és ápoló személyzet elvándorlásában, a humán erőforrás munkaerő-piaci leértékelődésében nyilvánult meg.

A Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutatási Ösztöndíja támogatásával készített „A válság és egészség Magyarországon. Feltételezések és vélemények” c. tanulmány – amely szakértői interjúk és kérdőíves felmérés alapján készült – számos olyan problémára mutatott rá, amely a 2008/2009. évi gazdasági válság következtében hatással volt (van) a magyar emberek egészségére. Fontos megemlíteni azt, hogy a felmérés a helyi lakosság egészségi állapotát tekintve: (1) Kedvezőtlen; (2) Kedvező; (3) Átlagos helyzetű térségre (kerületre) volt tekintettel. A tanulmány a 2009. évi WHO Európai Regionális Bizottság Oslo-i konferencián elhangzottakra és néhány nemzetközi felmérésre is rámutatott. Az interjúk és a kérdőíves felmérés alapján az alábbi megállapítások tehetők: A mentális egészség a legérzékenyebb a gazdasági változásokra. A válság pszichés megélésének fontos szerepe van a betegség kialakulásában, növeli a pszichoszomatikus és addiktív megbetegedések gyakoriságát, fokozza a depressziós-tünetegyütteseket és növeli az öngyilkos hajlamot. A probléma súlyosságát főképpen az jelenti, hogy a pszichoszomatikus és additív betegségek egyre fiatalabb korosztályokat érintenek. Az öngyilkosságok száma a 65 év alattiak körében növekedett, erre mutatott az OECD és a WHO által készített jelentés is. Az EU-ban az öngyilkosságok száma a válság idején érte el csúcspontját.

Görögországban 2011. év első 5 hónapjában az előző év időszakához képest 40%-kal növekedett az öngyilkosságok száma. A felmérés során kiderült, hogy a megkérdezettek 67%-a az egészségi állapotban legmeghatározóbb tényezőnek a rossz anyagi helyzetét tekintette. A jövedelemszint és az egészségi állapot között szignifikáns különbség mutatkozott. A felmérésben résztvettek 35%-a – ami igen magas érték – romló tendenciát, és csak 8%-a határozott meg egészségi állapotában javulást. A válságnak fontos szerepe volt a munkanélküliség drasztikus emelkedésében. Az EU-ban 2008-ban ez az érték 7,1%, 2010-ben 9,7%, 2012-ben pedig 10,5% volt, de voltak olyan országok is (például Portugália, Görögország, Spanyolország) ahol a munkanélküliség elérte a 16-, a 24-, illetve a 25%-ot is. A válság, mint ismert a kedvező és a kedvezőtlen társadalmi helyzetben élőket egyaránt érinti, de az egészséges élelmiszerek és szolgáltatások iránti kereslet csökkenése főleg a kedvezőtlen társadalmi helyzetben élőket sújtja, ami az egészséges életmód beszűkülésével jár. Az élelmiszerek árának növekedése miatt a megkérdezettek anyagi helyzetüktől függően kevesebbet vásároltak, vagy csökkentették azok mennyiségét. A válsággal leginkább sújtott országokban drasztikusan megnövekedett a fertőző betegségek (például malária, dengue-láz, HIV) incidenciája, mivel a költségvetési megszorítások hatással voltak a prevencióra. Görögországi vizsgálatok szerint a HIV-fertőzések jelentős emelkedése az intravénás kábítószer-használók körében fordult elő, ami az injekciós-tűcsere finanszírozásának visszaesésével magyarázható. Egy görögországi felmérés szerint összefüggés

van a válság, a munkahely elvesztése és a szívinfarktus között. A válság ideje alatt a gyógyszerfogyasztás többletköltsége feltehetően az emberek egészségének romlása, az életkor növekedése és a krónikus betegségek súlyosbodása miatt következett be. A válaszadók 37%-a kevesebbet költött gyógyszerekre, ami feltehetően a gyógyszerek elhagyására vezethető vissza.

Súlyos problémát jelent a magyar egészségügyben az orvosok és nővérek elvándorlása, külföldi munkavállalása. Az Egészségügyi Engedélyezési Hivatal adatai szerint 2009-ben 887, 2013-ban 955, 2014-ben pedig 948 orvos ment külföldre munkát vállalni. Az elvándorlásban szerepet játszott az orvosok fokozódó leterheltsége, az alacsony fizetések (200-250 ezer Ft/hó) és a rosszabbodó munkahelyi körülmények. Az elvándorlás oda vezetett, hogy az egészségügyben hiányszakmák keletkeztek (például érsebészet, pszichiátria, orr-fül-gége gyógyászat, infektológia, nefrológia, patológia stb.) Az OECD 2013. évi adatai alapján az 1000 főre jutó magyar orvosok száma (3,2 fő) nagyjából megegyezik az OECD-átlaggal (3,3 fő), de olyan országok mint Görögország (6,3), Ausztria (5,0), Norvégia (4,3), Spanyolország (3,8), Dánia (3,6), Szlovákia (3,4) megelőzik. Az 1 000 lakosra jutó orvosok száma viszont Írországban (2,7), Szlovéniában (2,6), Mexikóban (2,2) kevesebb mint Magyarországon. Az egészségügyi dolgozók elvándorlásában a nővérek külföldi munkavállalása is súlyos helyzetet teremtett a hazai egészségügyben. Egyes adatok szerint naponta két nővér megy külföldre munkát vállalni. Az ápolók külföldi munkavállalásában a viszonylag alacsony (150-200 ezer Ft/hó) bruttó fizetés és a rossz munkakörülmények játszanak szerepet.

A tanulmány felhívta a figyelmet az esélyegyenlőtlenségek csökkentésének szükségességére, az egészségügyi szolgáltatásokhoz való jobb hozzáférhetőségre és az esélyegyenlőség megteremtésére. Ezek elkerülhetetlenek, ui. a növekvő munkanélküliség és a létbizonytalanság miatt egyre nő a veszélyeztetettek és a betegek száma.

5. Válság, migránsok, menekültek

Népek, népcsoportok, emberek vándorlása akár szervezett, akár spontán körülmények között történt egyidős az emberiség történetével. A migráció többnyire konfliktusokkal kísért gazdasági, társadalmi, vallási, politikai és környezeti okokra vezethető vissza. Magyarországról a tömeges kivándorlás az Amerikai Egyesült Államokba az 1880-as években kezdődött és 1905-1907 között volt a legnagyobb (Puskás, 1982). A Magyar Statisztikai Hivatal adatai szerint 1909 és 1913 között 1 170 082 (1900-1909 között 854 584; 1910-1913 között 315 498 fő) magyar ember vándorolt ki az Amerikai Egyesült Államokba. Az USA Bevándorlási Hivatala szerint viszont 1 504 598, a tengeri kikötők adatai szerint pedig 1 604 988 magyar migránst regisztráltak. A 20. században kivándorlók leginkább a parasztság köréből és főleg fiatal férfiakból került ki. A kivándorláshoz olyan problémák járultak hozzá, mint a népességnövekedés, a pusztító filoxéra-járvány (amely a szőlőterületeket tette tönkre) és a társadalmi különbségek elmélyülése. A kivándorlók célja nem a letelepedés volt, hanem itthoni

életkörülményeik javítása, adósságaik törlesztése, saját ház építése és a földvásárlás. McNeill (2011) szerint 1830 és 1920 között Európából 55-70 millió emigráns érkezett az észak-amerikai kontinensre. Az I. világháború és az 1924. évi amerikai bevándorlás-ellenes törvény fékezte a migrációt, de teljesen nem tudta megszüntetni. A 20. században több tízmillió ember került ökológiailag idegen környezetbe, amely jelentősen elősegítette a Föld környezeti változásait (terjeszkedő mezőgazdaság, biológiai sokféleség, talajállapot, vízhasználat, erdőirtás stb.) Az 1930-as években az Amerikai Egyesült Államokban (Oklahoma, Texas, Kansas, Colorado) pusztító aszály 100 millió ha termőföldet tett sivataggá és az ún. „pormedencén” (*dust bowl*) belül kipusztult a növényzet. Rövid időn belül fél millió ember vesztette el otthonát, vagy vált légúti betegségek áldozatává.

Renner (2013) „Klímaváltozás és elvándorlás” c. tanulmányában áttekintést nyújtott azokról a klimatikus hatásokról (például aszály, homokviharak, csapadékhiány), amelyek például négy egymást követő év után 2014. év végén Szíriában bekövetkeztek. A csapadékhiány (termőföldek pusztulása) miatt a mezőgazdaságból élők 75%-a teljesen elveszítette terményeit, állatállománya 21 millióról 14-16 millió egyedre csökkent, amelynek következtében több százezer ember kénytelen volt elhagyni otthonát. Kétségtelen tény, hogy a környezeti problémák a klímaváltozás, az erőforrások elégtelensége, a víz-, az élelmiszerhiány, az elnyomó politikai hatalom, a polgárháború mind-mind hozzájárult az elvándorláshoz.

A Vöröskereszt 2012. évi jelentése szerint a világban 73 millió ember hagyta el lakhelyét és egyre emelkedik azoknak a száma, akik a migráció okát az éghajlati eseményekben látják. Az ENSZ Menekültügyi Főbiztosságának adatai szerint 2015-ben 63,5 millió ember kényszerült elhagyni otthonát, főleg Szíriából, Afganisztánból és Szomáliából. Európába mintegy egymillió migráns érkezett. Az extrém időjárási események (aszályok, elsivatagosodás, tengerszint-emelkedés, gleccserek olvadása) fokozódása 2050-re akár 200 millió ember elvándorlását idézheti elő. A legújabb európai migrációs válságot (európai menekült válság) főleg Közel-Keletről, Afrikából, Közép-Ázsiából és Balkánról érkező embercsoportok idézték elő, akik a Földközi-tengeren és a Balkánon át vezető ún. „menekült útvonalon” érkeztek az Európai Unió területére. A menekültek többsége Szíriából, Afganisztánból és Eritreából indult el főleg embercsempészek közvetítésével.

A Közel-keleti térség destabilizálódásában a 2003-ban kezdődött iraki háború jelentős szerepet játszott. A szétesett állam helyét vallási, törzsi és etnikai alapú rivalizálás váltotta fel, amely mind a mai napig polgárháborúktól terhelt; ennek következtében több millió ember Szíriába menekült. A szíriai polgárháború eszkalálódott, ahol a szélsőségesek nyertek teret. Afganisztánban az iszlámista erők megerősödésével a tálibok uralmuk alá hajtották az ország nagy részét és megalakult az Al-Kaida, vele a modern iszlámista terrorszervezet. 2001. szeptember 11-én végrehajtott Amerikai Egyesült Államokat ért terrortámadással megkezdődött az afganisztáni háború, amely mind a mai napig kaotikus helyzetet teremtett. Az Eritrea-i kormány elnyomó, az emberi jogokat sértő politikája sok embert menekülésre kényszerített.

Európába ért menekültek száma 1992-ben már elérte a 672 ezer főt, majd lassú csökkenés után 2014-ben 620 ezer fölé emelkedett. 2014-ben csupán Olaszországba

(főleg Lampedusa szigetére) több mint 170 ezer, főleg szíriai, líbiai és eritreai migráns érkezett, ami a 2013. évhez viszonyítva csaknem 300%-os emelkedést jelentett. A Nemzetközi Migrációs Szervezet (*International Organization of Migration, IOM*) szerint 2000 és 2014 között 22 ezer, 2014-ben 3 ezer, 2015. első negyedévében 1,6 ezer 2016-ban pedig 3,8 ezer migráns tűnt el, vagy halt meg a Földközi-tengeren keresztül történt átjutás következtében, ami főleg az embercsempészek felelősségét terheli. A fő migrációs útvonalak Máltán, Spanyolországon, Olaszországon, Görögországon keresztül vezetnek Macedónián és Szerbián át, ahol a szerb-magyar határt átlépve érték el a Schengen-i övezetet³⁵.

Magyarország 2015-ben műszaki határzár építését jelentette be és valósította meg – amelyet a nyugati sajtó egy része „embertelen cselekedetnek” nevezett – a déli, szerb határ mentén. Ezzel ellentétben mint ismert, Magyarországon már 2015-ben a Katolikus Karitás, a Magyar Vöröskereszt segített a menekültek ellátásában és a magyar kormány 200 millió Ft támogatást biztosított a szerb határon dolgozó segélyszervezeteknek. A határzár híre és főleg a német kormány bejelentése („Németország minden szíriai menekültet befogad”; „A politikai menedékkérelmek jogosultak befogadásának nincs felső korlátja”) következtében a migránsok nagy része megtagadta a regisztrációt, vagy regisztrált, de még a kérelmének elbírálása előtt elhagyta az országot, vagy tüntetésbe (lázongásba) kezdett (például 2015. szeptember 16-án Röszkén a határátkelő helynél). 2015. szeptemberben megkezdődött a migránsok Ausztria és Németország felé menekülése, illetve magyar buszokkal történő szállítása az osztrák-magyar határra, Hegyeshalomig. Ezzel a schengeni és dublini egyezmény³⁶ összeomlott. Horvátországba Szerbián keresztül léptek be a migránsok, de a horvát kormány nem volt képes a 6 ezer fő migráns megállítására, ezért lezárta legális és közúti határátkelő helyeit. A zöldhatáron át érkező migránsokat sem tudta megállítani.

A Horvátországba érkező migránsokat nem regisztráltak, hanem a területére érkezőket Magyarországra irányították. Szlovéniában jelentős incidensek alakultak ki az illegális határátlépők és rendőrök között. Ausztria fejjánlotta segítségét a migránsok Németországba történő eljuttatásában, és rövid időn belül 2 ezren léptek Németország területére. 2015. szeptember 13-án a Németországba érkező migránsok száma elérte az 500 ezer főt. Több német tartomány jelezte, hogy elérte befogadó képességének felső határát. A regisztrálhatóság és a határátlépési rend érdekében a német állam 2015. szeptember 13-án bejelentette a déli határ teljes és a keleti határ ellenőrzését, ami kiterjedt a vasút, a kamionok és a személygépkocsik ellenőrzésére is. A regisztrálhatóság, amelynek eldöntésénél fontos, de nem könnyű kérdés, hogy ki tekinthető migránsnak (a jobb és gazdagabb élet után vágyakozók), vagy ki a menekült (politikai,

³⁵1985 júniusában Schengen-ben (Luxemburg) megkötött államközi egyezmény a közös határok menti ellenőrzés fokozatos megszüntetését irányozta elő (Schengen-i Egyezmény). Az interregionális bűnüldözést támogató Schengen-i Információs Rendszer (*Schengen Informatical System, SIS*) létrehozása után 1995. március 26-án született határozat a belső határellenőrzések megszüntetéséről

³⁶A Dublin-i egyezményt, újabb rendeletet 2003-ban fogadták el az Európai Unió jogszabályaként, amely meghatározza egy tagállam felelősségét egy menedékkérelmek elbírálásában az Unió területén belül. A rendelet alapja egy európai szintű ügyletomat-adatbázis, amely az EU területére illegálisan belépőkre vonatkozik. A rendeletet ma már olyan országok is aláírták (2015. június 5-én), amelyek nem tagjai az Európai Uniónak (pl. Norvégia, Izland, Svájc).

vallási üldözött), még nem oldja meg a problémát, ui. több százezerre tehető azoknak a száma, akiket a regisztráció után nem lehet megtalálni és akik közül sokan az illegális munka piacán „tűnnek el.”

A népszerűségmozgás, amelynek okai eltérnek, négy kategóriába sorolható: (1) Belső menekültek olyan személyek vagy csoportok, akik (amelyek) kénytelenek vagy kötelesek voltak elhagyni otthonukat vagy lakóhelyüket elsősorban azért vagy avégett, hogy elkerüljék a fegyveres konfliktusokat, általános erőszak, az emberi jogok megsértése vagy az ember okozta katasztrófák hatásai, és akik nem lépték át a nemzetközileg elismert államhatárt; (2) Nemzetközi migránsok általánosságban azok, akik azért lépték át a nemzetközi határokat, hogy egy másik országban telepedjenek le, még ha csak ideiglenesen is; (3) Környezeti menekültek olyan emberek, akiknek el kellett hagyniuk hagyományos életüket akár ideiglenesen, akár véglegesen olyan szembetűnő (természeti és / vagy ember által okozott) környezeti romlás miatt, amely veszélyeztette létüket és / vagy súlyosan érintette életminőségüket; (4) Környezeti migránsok olyan személyek vagy csoportok, akiknek (amelyeknek) a környezete hirtelen, vagy fokozatosan változott meg úgy, hogy az hátrányosan érintette életüket vagy életkörülményeiket, és ennek kényszerítő hatására kénytelenek voltak elhagyni megszokott otthonukat, vagy úgy döntöttek, hogy elhagyják azt akár ideiglenesen akár végérvényesen és akik akár országon belül, akár külföldre elköltöznek. Renner (2013) felhívta a figyelmet arra „Ha nem tanuljuk meg hogyan vehetjük rá a politikai rendszereket arra, hogy odafigyeljenek a klímaváltozásra, akkor meg kell tanulnunk, hogyan kezeljük az elkövetkezendő évtizedek tömeges elvándorlásait.”

A migránsok egy részének úti célja volt Franciaországba és Dánián keresztül Svédországba is eljutni. Ezért Dánia 2015 szeptemberében felfüggesztette a Németországgal kapcsolatos vasúti közlekedést. Franciaország 2015 szeptemberében 24 ezer, Nagy-Britannia pedig 20 ezer migráns befogadását ajánlotta fel. Ennek ellenére az Eurotunnel bejáratánál, amely a migránsok Nagy-Britanniába történő eljutását akadályozta volna meg, súlyos balesetek történtek.

Az EU Bizottságban a migránsok egyenletesebb elosztásával (kvóta-rendszer) kapcsolatos vitában Magyarország a visegrádi országokkal együtt kijelentette, hogy nem fogad el semmilyen hosszú távra kötelező-kvóta rendszert, tekintettel arra (is), hogy az elkövetkezendő években akár migránsok 10 milliói is érkehetnek az EU-ba. Kiss J. László (2016 levélbeni közlés) egyetemi tanár, külügyi szakértő szerint „A kvóta-rendszer nem más mint egy német gazdasági érdek európai érdekként való feltüntetése”. Az Egyesült Nemzetek Szervezete (ENSZ) 2016-ban 1 millióra becsülte az Európába érkező migránsok számát, amely azonban nem jelenti a migráció végét, ui. naponta folyamatosan érkeznek a hazájukat elhagyó emberek ezrei Európába.

Hemingway (2016) a New York-i Egyetemen tanult, magyar származású amerikai üzletember figyelemre méltó cikket közölt „Migráció és humanizmus” címmel. Mindenek előtt megjegyezte, hogy nem humánus az, amikor az emberek kénytelenek saját hazájukat elhagyni és hazájuktól, vallásuktól távoli környezetbe menekülni. A humanizmus és a migránsok szempontjából a legjobb megoldás, ha a migránsokat jól ellátott és jól menedzselt ideiglenes táborokban, hazájukkal szomszédos arab országokban és Törökországban helyezik el. A „gazdasági migránsok” befogadása

a nemzetek szuverén hatáskörébe tartozik. A migránsok befogadásával kapcsolatos vita (európai kényszer-betelepítést ellenzők vs. befogadás-pártiak) helyett nem arról kellene dönteni, hogy Európa maradjon-e a migránsok célpontja, hanem arról, hogy hogyan lehetne a konfliktust humánusan megoldani.

A migráció – ami történelmileg is visszafordíthatatlan eseményeket idézhet elő – egyik fontos, előre nem látható (vagy talán sejthető) kérdése az identitás problémája. Még ma sem lehet egyértelműen válaszolni arra, hogy a két-három évtizede Németországba vándorolt és letelepedett, vagy már állampolgárságot is kapott, két-három generációs török-németek töröknek tekintik-e magukat és melyik kultúra normáit követik. Európának a számos belső problémái mellett válaszolni kell azokra a kérdésekre is, hogy a területére várhatóan érkező harminc millió Közel-keleti, afrikai, Közép-ázsiai migráns kultúráját, identitás-keresését miképpen tudja a sajátjával együtt, vagy mellette (és lehet-e) kezelni.

Napjaink legsúlyosabb válságában, a migránsválságban nemcsak a háborús konfliktusoknak van szerepe, hanem a népek, nemzetek közötti fokozódó egyenlőtlenségeknek, társadalmi különbségeknek, a szegénységnek és nem utolsósorban az éghajlatváltozásnak, az aszálynak, a környezetet pusztító veszélyeknek, az élelemért, a vízért folyó küzdelemnek, amely felveti a világ globális felelősségét és a probléma megoldásának halaszthatatlan szükségességét.

6. A brexit

Negyvenhárom évvel Nagy-Britanniának az Európai Gazdasági Közösségbe történt belépését követően 2016. június 23/24-én 51,9 : 48,1% arányú többségi népszavazással („Vote Leave”, szavazz a távozásra) eldőlt, hogy kilép (c. 33 millió szavazóból 17 millió) az Európai Unióból, ami évi 7 milliárd euróval csökkentené az EU közös költségvetését. 2016 augusztusában a képviselők 73%-a már az EU-ban maradást támogatta. A szigetország kilépése [*British exit (brexit)*, brit kilépés] egyesek szerint „a brit történelem legnagyobb szabású demokratikus aktusa” volt. A legújabb 2016. augusztusi hírek szerint csak 2018/2019-ben kerülhetne sor a kilépésre. A *brexit* új gazdasági, társadalmi és politikai válságot idézhet elő nemcsak Nagy-Britanniában, hanem az Európai Unió tagországaiban is. A kilépést tk. olyan érvrendszerek alapozták meg, mint például az EU túlszabályozása, túlterjeszkedése, túlközpontosítása, ami a hatékonyság csökkenését eredményezte; a szabad letelepedés és munkavállalás; a migránsok okozta bércsökkenés és az egészségügyi rendszer ellehetetlenülése; a demokratikus döntéshozás hiánya stb. A *brexit* következtében megszűnhet a szabad piaci együttműködés, csökkenhetnek a beruházások, emelkedhet a munkanélküliség és romlik az életszínvonal.

A kilépés a Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet (*Organization for Economic Cooperation and Development, OECD*) szerint olyan üzleti bizalomvesztést jelent, ami a brit gazdaság teljesítményét 3%-kal csökkentené 2020-ra és még 2030-ban is 2,7% lenne. Az egyik legnagyobb kockázat az Európai Unió világgazdasági súlyának csökkenését is magában hordja. A *brexit* hatással van a világ befektetési bankjaira

is, amelyek Londonban központi helyet foglalnak el. Kérdés, hogy Nagy-Britannia, amely jelentős szerepet játszik az európai légi közlekedésben, tagja maradhat-e az Egységes Légiközlekedési Piacnak. A *brexit* hatással lehet az EU más tagországaira is. Franciaországban ahol a legjobban csökkent az EU támogatottsága és 7%-kal nőtt a kilépést pártolók száma, megkezdődhet egy népszavazás (referendum) is, amely frexithez [(*French exit* (*frexit*) francia kilépés)] vezethet. Ennek következtében 7 milliárd euróval csökkenne a hozzájárulás az EU költségvetéséhez. Hasonlóan Hollandia is követheti a brit példát. Kétségtelen tény, hogy több államban is felmerült – főleg populista pártok részéről – a *brexit* dominóhatásának lehetősége. Kiss J. László (2016 levélbeni közlés) egyetemi tanár, külügyi szakértő szerint azonban különbséget kell tenni a „kilépési” és az egyes politikai területeket érintő népszavazás (referendum) között. A népszavazással egyes kormányok saját uniós és belpolitikai alkupozíciójukat akarják erősíteni. Tagadhatatlan tény, hogy a *brexit* létrejöttében szerepet játszott a migráció (de nem volt annak előidézője), amelyben nemcsak politikai üldözöttek hanem, olyan személyek (többnyire alacsony képzettségűek, és írástudatlanok is vannak), akik méltánytalanul jutnak politikai menedékjoghoz.

A közeljövő fontos kérdése, hogy a külföldi (köztük több százezer magyar) munkavállalóknak sorsa hogyan alakul. Tekintettel arra, hogy Nagy-Britanniának szüksége van munkaerőre – mert előnyt jelent gazdasága számára –, ezért feltételezhető, hogy inkább az európai munkavállalókra, köztük magyarokra is helyezi a hangsúlyt. A legújabb brit információk szerint Nagy-Britanniában élő európai uniós illetve az Európai Unió országaiban élő és dolgozó angol állampolgárok jogai viszonyosági alapon nem csorbulhatnak. Ez az elképzelés azonban nem vonatkozna azokra, akik Nagy-Britannia tényleges kilépése előtt, újonnan érkezének Nagy-Britanniába. Az sem közömbös, hogy Magyarországon mintegy háromezer angol tulajdonú vállalat van és az ország éves szinten négy milliárd eurónak megfelelő külkereskedelmi forgalmat bonyolít le Nagy-Britanniával.

Figyelemre méltó, hogy Németországban újabban éles viták bontakoztak ki a migránsok beilleszkedési költségeivel (ellátás, elhelyezés, nyelvoktatás, óvodai elhelyezés, szociális ellátás stb.) kapcsolatban. A lebonyolítást végző német tartományok – miután a kormány lelkesedése a közös felelősségvállalásból alább hagyott – által 2016/2019-es évekre igényelt 8 milliárd euró helyett csupán 2 millió eurót helyezett kilátásba a kormány. A menekültek költségei egyes pénzügyekkel foglalkozó intézmények szerint 2016. év végére elérhetik a 21,1 milliárd eurót és 2017-ben az előrejelzések szerint 17 milliárd eurót emésztenek fel a migránsok elhelyezésével és ellátásával kapcsolatos költségek. A német kormány és a tartományok közötti migráns-költségekkel kapcsolatban újabban, 2016. július 8-án felmerült tárgyalások során megállapodás született arról, hogy a migránsok beilleszkedését a regionális kabinetek költségvetése biztosítja, amelyre 2016-2019 között 7 milliárd euró áll rendelkezésre (ez az összeg 1 milliárd euróval kevesebb, mint amit a tartományok korábban követeltek). A problémát nehezíti, hogy a többnyire alulképzett illetve a képzetlen menekülteket a vállalatok csak alacsonyabb munkakörben, segédmunkásként tudják alkalmazni. A német 8 euró 50 centes minimál órabért éppen ezért nem kívánják részükre kifizetni. A megkérdezett németek szerint a migránshullám terrorfenyegetettséget is jelent és rontja az ország biztonságát.

Az európai problémák és a *brexít* okozta kiszámíthatatlan láncreakciók erősödése előtt egy olyan emberközelibb Európára lenne szükség, amely a szétesési veszélyt a sok-sok kérdésre adott elfogadható válaszokkal elkerülhetlenné tenné. Ezek közé tartozik az antidemokratikus és bürokratikus EU megváltoztatása, egy új alapszerződés kidolgozása és Frank-Walter Steinmeier német és Jean-Marc Ayrault francia külügyminiszter javasolta tervezet elkészítése, amely megakadályozná a *brexith*hez hasonló fejlemények kialakulását Európában.

X. Föld Csúcsok

„No plan B for planet action because there is no planet B.”³⁷

Ban Ki-moon (2014)

1. Út a nemzetközi konferenciákhoz

Az elmúlt alig több mint fél évszázados történeti visszatekintésben Rachel Carson (1907-1964) amerikai biológus-ökológus 1962-ben angolul („*Silent Spring*”) és 1994-ben magyarul („Néma tavasz”) is megjelent könyveiben (Carson, 1962, 1994) felhívta a világ figyelmét a rovarölő szerek által okozott környezeti károokra és az élővilágra gyakorolt pusztító hatásokra. A könyv(ek) olyan „vészkialtás” volt, amely nemcsak az Amerikai Egyesült Államok, hanem értelmiségi csoportok és az egész világ közvéleményét is felrázta. A sors iróniája, hogy a szerző fiatalon, 57 éves korában bekövetkezett halálát olyan betegség okozta, amelynek kialakulásában, mint azóta kiderült, a környezetszennyezés is szerepet játszhatott. Rachel Carson „fegyverbe szólító” műve az elmúlt évtizedekben olyan nemzetközi konferenciák, világ-csúcstalálkozók („Föld Csúcsok”) megrendezéséhez vezetett, amelyet az 1960-as évek népességrobbanása és globális éhínsége, az 1970-es években az erőforrások kimerülése, az 1980-as évek savas esői által okozott problémák, az 1990-es években fellépő járványok és a 2000. évtől kezdődő globális felmelegedés idézett elő.

A „*Silent Spring*” c. könyv megjelenése után egyre inkább felszínre kerültek a társadalmakra ható veszélyek, a társadalom és a természet ellentmondásai, a természet kizsárolásának, kirablásának veszélyei. Ezek mind-mind globális illetve planetáris gondolkodásra és cselekvésre hívták fel a világ figyelmét. Ezek közé tartozott például az elit értelmiségi csoport vitafóruma a Római Klub (*Club of Rome*, 1968), az Egyesült Nemzetek Szervezete (ENSZ) 1972. évi Stockholm-i Emberi Környezet Konferencia³⁸ (amikor még csak 3,84 milliárd ember élt a Földön, de már évente 76 millióval gyarapodott), amely rámutatott a Föld ökológiai rendszerében nyugtalanító jelekre, a környezet romlására, a társadalmi igazságtalanságokra és a szegénységre. Az 1972. évi Stockholm-i világgkonferencián sürgették a gáz-emissziók környezeti hatásainak

³⁷Nincs B terv a Föld megmentésére, mivel nincs B Föld (Ban Ki-moon, az Egyesült Nemzetek Szervezetének, ENSZ, főtitkára).

³⁸A Stockholm-i Emberi Környezet Konferencián Magyarország nem képviselte magát. Ennek az volt az oka, hogy a Német Demokratikus Köztársaságot — mivel nem volt az ENSZ tagja — nem hívták meg. Tiltakozásul a Szovjetunió és szövetségesei (beleértve Magyarországot is) ezért távol maradtak a konferenciától, amely azonban nemzetközi környezetvédelmi ügyekben hátrányt jelentett (Láng, 2002 szóbeli közlés).

feltárását. A Stockholm-i konferenciát követte a Villach-i Klímaváltozás Konferencia (1985), amely a Brundtland Gro Harlem asszony (a Norvég Királyság volt miniszterelnöke) által 1984-1987 között vezetett Környezet és Fejlődés Világbizottsága (*World Commission on Environment and Development*) – amelynek tagja volt Láng István akadémikus, az MTA főtitkárhelyettese is, – az 1987-ben elkészített („*Our Common Future*”) c. jelentésben [vö.: *Közös jövőnk* (szerk.: Persányi Miklós), Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 1988] hangsúlyozta a fenntartható fejlődés koncepcióját³⁹, az emberhez méltó életet és legalább az alapvető életszükségletek kielégítését. A Brundtland Bizottság a következő témákkal foglalkozott: (1) Népesedés, környezetvédelem, fenntartható fejlődés; (2) Energia és környezetvédelem; (3) Ipar; (4) Élelmiszer-biztonság, mezőgazdaság, erdészet; (5) Emberi települések; (6) Nemzetközi gazdasági kapcsolatok; (7) Környezetgazdálkodás; (8) Nemzetközi együttműködés. A Brundtland bizottság jelentését 1987-ben Tokióban fogadták el.

A Rio de Janeiro-i Éghajlatváltozás és Biológiai Sokféleség Konferencia (1992); az ENSZ Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete (*Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO*) által 1996-ban Rómában rendezett Élelmezési Csúcstalálkozó (*World Food Summit*); a Budapest Klub (*Club of Budapest, 1996*); a Rio+5 New York-i Konferencia (1997); a Kiotó-i Éghajlatváltozási Keretegyezmény 1997. évi aláírása (ezen a konferencián a fejlett, iparosodott országok kötelezték magukat arra, hogy a szén-dioxid kibocsátásukat az aláírást követő évtizedben 5,2%-kal az 1990. évi szint alá csökkentik). Az egyezmény 2005. február 16-án lépett érvénybe. A Kiotó-i klímavédelmi konferencián aláírt egyezmény azért érdemel különös figyelmet, mert ez volt az első lépés az emberi tevékenység által okozott üvegház-hatás mérséklése felé); a 2001. évi ENSZ Milleniumi Ökoszisztéma Program; a Johannesburg-i Csúcstalálkozó (2002); a 2014. évi New York-i Klímacsúcs; a 2015. évi Peru-i Klímacsúcs, az ENSZ Fenntartható Fejlődési Célok Csúcstalálkozója, New York (2015) és a 2015. évi Párizs-i Nemzetközi Klímakonferencia (COP21), amelyek mind-mind az emberiség jövőjére nagy hatást gyakorló események voltak.

2. A Római Klub

Az 1968-ban Rómában létrehozott Római Klub (*Club of Rome*)⁴⁰ — amelyben 23 ország 70 tudósa vett részt — fontos szerepet játszott a világ haladó értelmiségének gondolkodásában és tevékenységében. A Római Klub által készített három jelentés [A növekedés határai (*The Limits to Growth*), 1972; Fordulóponton az emberiség (*Mainkind at*

³⁹„Sustainable development is a development that meets the needs of present without compromising the ability of future generations to meet their own needs” (A fenntartható fejlődés olyan fejlődés amely kielégíti a jelen generáció szükségleteit, anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő generációk esélyét arra, hogy ők is kielégíthessék szükségleteiket).

⁴⁰Az olaszországi FIAT-cég elnöke és a cég latin-amerikai vezérképviselője Aurelio Peccei (1908-1984) az 1960-as években arra a következtetésre jutott, hogy a véges tartalékokkal rendelkező bolygón a növekedés nem lehet végtelen. Ekkor határozta el egy globális kérdéssel foglalkozó testület a Római Klub (*Club of Rome*) megalapítását.

the Turning Point), 1974; Célok az emberiség számára: A globális közösség új horizontja (*Goals for Mankind: The New Horizons of Global Community*), 1979] rámutatott arra a globális katasztrófára, amely az életben maradáshoz szükséges feltételek hiánya miatt következhet be, továbbá olyan előrejelzéseket modellezett, amelyek a döntéshozók számára kiszámíthatóvá tették a lehetséges következményeket, valamint megfogalmazásra kerültek azok a hosszú távú célok, amelyek megvalósításában minden embernek aktívan részt kellene venni. A fejlődő országok legtöbb politikusa és tudósa ellenérzéssel fogadta a Római Klub jelentését, mivel az a zéró növekedés elméletét fogalmazta meg.

A Római Klub szerint „A szolidaritás globális forradalmára” van szükség, amely lehetővé teszi az intézmények és társadalmak rövid távú és szűk körű céljainak átértékelését olyan globális célokra, amelyeket egy kölcsönös függőségben lévő világ megkövetel. A Római Klub igen nagy hatást gyakorolt a tudományos- és közgondolkodásra, megteremtette a környezetvédelem és globális gondolkodás alapjait. Erre az időre esik D. Meadows és munkatársai által írt „*The Limits to Growth*” (Universe Books, New York, 1972) (A növekedés határai) c., az akkori erős kritika tárgyát képező könyv megjelenése, amelyben tk. rámutattak arra, hogy a klímaváltozás valójában egy tünet, nem pedig a probléma (Meadows et al., 1972). Harminc év elteltével Meadows et al. (2005) „A növekedés határai harminc év után” (Kossuth Kiadó, Budapest, 2005) c. magyarul is megjelent klasszikussá vált könyvben öt alaptémával foglalkoztak (energia és nyersanyag, környezetszennyezés, ipari termelés, népesedés, élelmiszertermelés) és rámutattak arra, hogy a problémák gyökere az, hogy az emberiség, látva a tudomány kiemelkedő fejlődését, azt gondolja, hogy a fejlődésnek nincs határa és a technológiai fejlődés a válság megoldására is képes. Ebben a könyvben méltatták a Római Klub megalapítóját Aurelio Peccei gyáriparost, akiről azt írták, hogy „A világ iránt érzett őszinte aggodalma és az emberiségbe vetett soha nem lankadó hite” olyan erő volt, amely az emberiség hosszú távú jövőjével foglalkozó embereket inspirálta (vö.: Rosta, 2008). Meadows et al. (2005) megkérdőjelezték a technológiába vetett hitet és rámutattak azokra a fenyegető veszélyekre (a népesség növekedése, a globális biodiverzitás csökkenése, nyersanyag-készletek kimerülése, környezetszennyezés, életszínvonal-emelkedés, az egy főre jutó energiaigény és a fosszilis energiahordozók viszonyított aránya a többi energiaforráshoz), amelyekre az embernek befolyása van, ezért a probléma nem csupán technológiai, hanem demográfiai és kulturális is.

A biodiverzitás nemzetközi évében (*International Year of Biodiversity*) 2010-ben – amikor a világban már 1,8 milliárd ember használt internetet, 1 milliárd ember viszont nem jutott friss ivóvízhez. A Természetvédelmi Világalap (*World Wide Fund for Nature, WWF*) 1970-ben kezdeményezett Élő Bolygó (*Living Planet*) programja alapján elkészítette 1970 és 2007 közötti jelentését, az Élő Bolygó Jelentést (*Living Planet Report*). A biodiverzitás csökkenésével kapcsolatos jelentés megállapította tk., hogy 7953 populációból 2544 madár-, emlős-, kétlélű-, hulló- és halfaj 30%-os csökkenést mutatott [vö.: *Living Planet Report: Biodiversity, Biocapacity and Development*. Gland (Switzerland), London (United Kingdom), Oakland (California, USA), 2010. pp 117.].

Meadows et al. (2005) könyvükben bevezették az „ökológiai lábnyom” fogalmát⁴¹ és azt vizsgálták egy fél évszázados időtávon belül, hogy miként alakul az ökológiai lábnyom és a Föld eltartó képességének összefüggése.

3. A Rio-i Föld Csúcs

Az 1992. évi Rio-i Föld Csúcs (*United Nations Conference on Environment and Development*, Rio de Janeiro, 1992. június 3-13) –, amelyen 178 ország 8 000 kormányzati szervezete vett részt – a szegénység elleni küzdelem problémáival, a globális környezeti veszélyekkel, a társadalmi igazságtalanságokkal, a természeti erőforrások felhasználásával kapcsolatos kérdések összefüggéseivel és ezek megoldásának általános jellegű lehetőségeivel foglalkozott. Magyarországot Göncz Árpád (1922-2015) köztársasági elnök, Keresztes K. Sándor környezetvédelmi miniszter (delegációvezető) és Láng István akadémikus képviselte. Göncz Árpád írta alá az Éghajlat-változási Keretegyezményt.

A konferencia 600 oldalas kiadványa (*Agenda-21*) súlyos tényeket állapított meg⁴². De mint ismert, tényleges intézkedésekben, pénzügyi támogatásokban és az ellenőrzésben nem történt megegyezés. Meskó Attila (1940-2009) egyetemi tanár, az MTA

⁴¹Az ökológiai lábnyom (*ecological foot print*) Wackernagel et al. (2002) szerint a következő: „Ökológiai lábnyom az a Föld- (és víz) terület amelyre egy meghatározott emberi népesség és életszínvonal végtelen ideig való eltartásához lenne szükség. Annak mértéke, hogy mennyi termékeny földre és vízre van szüksége egy személynek, városnak, országnak vagy az emberiségnek az összes elfogyasztott erőforrás megteremtéséhez és az összes megtermelt hulladék elnyeléséhez az uralkodó technológia használatával. Ez a föld bárhol lehetne a világon. Az ökológiai lábnyomot területegységben méri” Az ökológiai lábnyom területét ún. globális hektárban adják meg, amely az egész Föld biológiailag produktív felszínének (11,2 milliárd hektárnyi szárazföld és tenger) átlagos hektáronkénti regeneratív kapacitása. Ha az emberiség nem lépi túl a bioszféra regenerációs határát, akkor fenntarthatóságról, ha túllépi fenntarthatatlanságról beszélünk (Wackernagel et al., 2002; Vida, 2007; Horváth, 2015d).

Az ökológiai lábnyom azt fejezi ki, hogy egy ember mennyire terheli meg a természeti környezetet földterületben kifejezve. Egyes számítások szerint a Föld eltartó képessége 1,8 ha/fő felhasználást tenne lehetővé, de a tényleges kb. 2,3 ha/fő, amely földi lakosonként 0,5 ha túllépést jelent. Az ökológiai lábnyom kifejezésére több szinonima (láblenyomat, valódi fejlődési index, fenntartható gazdasági jólét index, Eurostat-indikátorok stb.) látott napvilágot. A Természetvédelmi Világalap (*World Wide Fund for Nature*, WWF) 2000. évi jelentése megállapította, hogy az emberiség az elmúlt 40 évben megduplázta az ökológiai lábnyomát, aminek területe 30 %-kal meghaladja a Föld felszínét. A 2010. évi Élő Bolygó Jelentésből (*Living Planet Report*) az is kiténik, hogy az Egyesült Arab Emírátsúgnak és Katarnak van a legmagasabb, 10 ha/fő feletti ökológiai lábnyoma. Az Amerikai Egyesült Államoknak, Belgiumnak, Dániának és Észtországnak 8 ha/fő. Magyarország ökológiai lábnyoma 3,5 ha/fő, amely kétszerese annak, ami elfogadható lenne. Más adatok szerint (becsült értékek) az ökológiai lábnyom az USA-ban 9,57 ha (az átlagos 1,8 ha ötszöröse), Kanadában 8,56 ha, Norvégiában 8,17 ha, Magyarországon pedig 3,16 ha (a Föld természetes eltartó képességének csaknem kétszerese). László (2008) adatai szerint – amelyek 52 ország ökológiai lábnyomára vonatkoznak – az egy főre eső átlag 28 ha; Bangladesben 0,5 ha, Etiópiában 0,65 ha, Pakisztánban 0,67 ha/fő.

Tekintettel arra, hogy a fenntartható gazdálkodás szempontjából fontos kérdés a klímaváltozáshoz való viszony ezért más fenntarthatósági indikátorok (vízlábnyom, karbonlábnyom) is ismertté váltak (vö.: Szlávik, 2013).

⁴²„Az emberiség a történelem döntő pillanatát éli. Azzal kell szembe néznünk, hogy állandósultak az egyenlőtlenségek a nemzetek között és a nemzeteken belül egyaránt, hogy egyre mélyül a szegénység, egyre nagyobb gond az éhség, a rossz egészségi állapot, és terjed az analfabetizmus, az ökoszisztémák pedig, amelyekről jólétünk függ, folyamatosan pusztulnak” (*Agenda-21*, 1992).

korábbi főtitikára, az MTA Környezettudományi Bizottság elnöke, az Akadémiák-közötti Bizottság (*Inter Academy Panel*) magyar tagja hivatkozva a Tudományos Akadémiák Szövetségre (*Alliance of International Academy*) megállapította, hogy a tudomány képviselője szerény volt Rio de Janeiro-ban, és a tudománynak „többet kellene tenni a fenntarthatóságért” (Meskó, 2002 szóbeli közlés). A konferencián született elvi álláspontokat a „Rio-i Nyilatkozat a Környezetről és Fejlődésről” c. 27 általános, de kötelező érvényű elvet nem tartalmazó dokumentum tartalmazza. Az országok számára azt a politikai magatartást körvonalazza, amely a környezet védelmét, az ökoszisztémák megővését, a természeti erőforrások ésszerű hasznosítását és a környezeti szempontból leginkább veszélyeztetett országok szükségleteinek kielégítését jelenti. Igen jelentős volt annak felismerése, hogy mindenekelőtt az élővilág sokféleségét kell megőrizni, hogy a növekvő létszámú emberiséget élelemmel, vízzel el lehessen látni. Ez a globális környezetvédelem megítélése szempontjából jelentős változást eredményezett. Az éghajlat változásaira vonatkozó megfigyelések (például 1972-ben a légkör szén-dioxid-koncentrációja 327 ppm, 1992-ben már 356 ppm volt), valamint a trópusi erdők pusztítása (1972-ben 100 ezer m²) amely a trópusi erdők 33%-ának veszteségét jelentette. 1992-re a trópusi erdők 42%-a megsemmisült, amely aggodalomra adott okot (Láng, 1996).

A Rio de Janeiro-ban aláírt Éghajlat-változási Keretegyezményt (UNFCCC) 1997. decemberében Kiotó-ban fogadták el, 192 ország írta alá és 2005-ben lépett hatályba a Kiotó-i Egyezmény. A jegyzőkönyvet aláírók megegyeztek abban is, hogy minden évben megtartják a „Felek konferenciáját” (*Conference of the Parties, COP*): például Berlin COP1, Genf COP2, Kiotó COP3, Bon COP6, Montreal COP11, Nairobi COP12, Bali COP13, Poznan COP14, Koppenhága COP15, Cancún (Mexikó) COP16, Durban (Dél-Afrika) COP17, Lima (Peru) COP20 és 2015-ben Párizsban (COP21). A jegyzőkönyvben a fejlett országok – az 1990-es évekhez viszonyítva – vállalták, hogy 2008-2012 között 5,2%-kal csökkentik az üvegház-hatású gázok kibocsátását. Az egyezményhez 169 állam csatlakozott, de a világ legnagyobb légszennyező állama az Amerikai Egyesült Államok és Ausztrália nem írta alá. Ez a tény sokakban csökkentette a Kiotó-i Egyezmény hatékonyságát és értelmét. Magyarország az 1985-1987 közötti időszak átlagos kibocsátásához képest 6%-os csökkenést vállalt. A Kiotó-i Jegyzőkönyv érvényességét 2012-ben a katari Doha-ban 2020-ig meghosszabbították.

4. A Budapest Klub

A Római Klub eszméjének („A fenntarthatatlan fejlődés”) szellemében László Ervin tudományfilozófus, amerikai egyetemek (*Yale, New York, Princeton*) tanára, a Nemzetközi Tudományos Akadémia (*International Academy of Science*), a Művészeti és Tudományos Világakadémia (*World Academy of Arts and Science*), a Magyar Tudományos Akadémia külső tagja, a Pécsi Tudományegyetem díszdoktora javaslatára született meg 1993-ban a humán értelmiséget és a művészeket összefogó Budapest Klub (*Club of Budapest*).

A Budapest Klub 1996. évi „Átmenet a globális társadalomba” c. nemzetközi konferencián kihirdetésre került a klub kiáltványa (Manifest), „A planetáris tudat kiáltványa”. A 20. század végén megjelent szellemi dokumentum pontos diagnózist adott az emberi társadalom legújabb változásairól. A társadalomra ható veszélyek (a társadalom és természet ellentmondásai, a természet kirablásának veszélye stb.) egyaránt pusztítják a természetet és a társadalmat is. Ezért a társadalmi, gazdasági, ökológiai és környezeti hatások fenntarthatatlansága miatt változásra van szükség, olyan globális, illetve planetáris gondolkodásra és cselekvésre, amely biztosítja az emberiség egyetemes érdekeit és megőrzi a sokféleséget. László (2008) szerint a változó világ összefüggéseinek megértése egy új egységen alapuló világkép kialakítása után, az emberi intuíció és a bölcsesség jelentheti a változás harmonikus útját. Vida (2012) szerint a fenntartható bioszférába való beilleszkedést csak az önzéstől, a tájékozatlanságtól és a rövidlátástól mentes *Homo sapiens* (bölcs ember) segítheti elő.

5. Millenniumi Ökoszisztéma Program

Az ENSZ által 2001-ben kezdeményezett Millenniumi Ökoszisztéma Program (*Millennium Ecosystem Assessment, MEA*) célja az élő rendszerek (ökoszisztémák) emberi tevékenység hatására bekövetkező változásainak megállapítása, a hatások becslése az emberi életminőségre, és egy olyan cselekvési terv kidolgozása volt, amely az ökoszisztémák megőrzését és fenntartható használatát jelenti az emberi igények hosszú távú kielégítése céljából. Az elemzésben a tudományos élet kiemelkedő személyiségei vettek részt, akik az egész Földre kiterjedően az ökoszisztémák állapotával és az emberi jólét összefüggéseivel kapcsolatban olyan megállapításokat tettek, amelyek hasznosak lehetnek a döntéshozók számára: (1) Az emberiség növekvő igényei miatt a földi élet sokfélesége megőrizendő; (2) Az életminőség javulása és a gazdasági fejlődés mellett az ökoszisztéma-szolgáltatások romlása kiszámíthatatlan folyamatokat idézett elő; (3) Az ökoszisztéma-degradáció folytatódása várható; (4) A növekvő igények kielégítése és a leromlás visszafordítása elképzelhető, de ez igen jelentős kormányzati, szervezeti és gyakorlati változtatást igényel (vö.: Török, 2009). Ehhez azonban olyan emberi tudásra és innovációra van szükség, amelyek közös tulajdonsága (és szépsége), hogy természetüknél fogva korlátlanok, kimeríthetetlenek, ezért a felfedezések és az ötletek a kedvezőtlen folyamatok megállítására is alkalmasak és az emberiség jövője szempontjából a legjobb befektetések.

6. A Johannesburg-i Fenntartható Fejlődés Világkonferencia

A 2002. augusztus 26-szeptember 4-i Johannesburg-i Fenntartható Fejlődés Világkonferencia (*World Summit on Sustainable Development; Earth Summit, Rio+10; Johannesburg 2002*) – amelyen 191 ország képviselője volt jelen – a fenntarthatóság és a fejlődés kérdéseivel foglalkozott, tekintettel arra, hogy a természeti rendszerek ember

általi átalakítása olyan méreteket öltött, amely működési folyamatokat borított fel, és amely földtörténeti léptékben is páratlan sebességű változásokhoz vezetett. Ezek a változások igen jelentős hatást gyakoroltak a Föld élő rendszereitől függő emberiség jövőjére is. A Johannesburg-i csúcstalálkozónak is vegyes fogadtatása volt, tekintettel arra, hogy a környezet, klíma és energiatudatosság okainak és várható következményeinek megítélésében és gyakorlati alkalmazásában mélyreható érdekellentétek mutatkoztak. Ezek közül az ellentétek közül érdemes kiemelni például azt az amerikai és az olajtermelő országok részéről megnyilvánuló ellenkezést, amely elvetette azt az európai javaslatot, amely a megújuló energiaforrások fejlesztésének támogatására kötelezte volna a világ kormányait. Láng István akadémikus a 2002. november 15-i „Mindentudás Egyeteme” előadásában hangsúlyozta, hogy a konferencia ugyan nem volt kudarc, de átütő erejű sikert sem hozott. A Johannesburg-i konferencia fontos eredménye volt azonban a fenntartható fejlődés szociális dimenziójának és a környezetpolitika, valamint szociálpolitika közös céljainak felismerése. Glatz Ferenc egyetemi tanár az MTA volt elnöke (1996-2002), a Környezettudományi Bizottság tagja szerint – a Rio de Janeiro-i konferencia után 10 évvel – megállapítható, hogy a programok csak a társadalmi közgondolkodás átalakításával, „környezetgondos polgárokkal”, neveléssel, oktatással, a média segítségével stb. valósíthatók meg (Glatz, 2002 szóbeli közlés).

A konferencia összegező megállapítása az volt, hogy a számos jelentős intézkedés ellenére a Föld környezeti állapota erőteljesen romlott. A konferencián résztvevő államok politikai nyilatkozatot és végrehajtási tervet fogadtak el, amelyek az alábbi pontokban foglalhatók össze: (1) Vízellátás /közegészségügy; (2) Energia; (3) Halászat; (4) Vegyi anyagok; (5) Egészségügy; (6) Nők helyzete; (7) Segélyek; (8) Globalizáció; (9) Kereskedelem; (10) Biológiai sokféleség; (11) Kormányzat; (12) Stratégiák; (13) Szegénység.

7. A „Túllövés Napja”

A Nemzetközi Természetvédelmi Alapítvány „*Living Planet Report 2008*” c. tanulmánya (vö.: Hails, 2009) megállapította, hogy a „Világ gazdaság legutóbbi visszaesése nyomatékosan felhívja a figyelmet arra, milyen következményekkel jár, ha lehetőségeinket meghaladó módon élünk”. Az 1988. évhez viszonyítva, 2008-ban már mintegy 40%-kal több természeti erőforrás felhasználására került sor, mint amennyi a Földön újraképződött. Az emberiség 1986 óta nem létező hitelből él. A túllövés 2008. szeptember 23-án következett be, ami azt jelenti, hogy 2008-ban kb. 40%-kal több természeti erőforrást használtunk fel mint amennyi a Földön újraképződött. Ezt a napot, szeptember 23-át a „Túllövés Napjának” (*Overshoot Day*) nevezték el. Tekintettel az erőforrások felélésének további növekedésére egyre több időre lenne szüksége a Földnek a tőle eltulajdonított erőforrások újrateremtéséhez (visszapótlásához). A kedvezőtlen események miatt az ezredforduló óta három hónappal korábban bekövetkezett az az időpont, ami alatt az emberiség felélte a Föld egy évre szánt megújulni képes

erőforrásait. 2015-ben ez a nap augusztus 13-án, 2016-ban pedig augusztus 8-án következett be. Az előrejelzések szerint ez a nap évente öt nappal korábbra tevődik.

Tíz évvel ezelőtt D. Meadows, J. Randers és D. Meadows „A növekedés határai 30 év után” (Kossuth Kiadó, Budapest 2005) c. könyvben a „túllövés” (*overshoot*) fogalmával kapcsolatban a következőket írták: „...túllőni annyit jelent, mint túl messzire menni, akarattunk ellenére véletlenül túllépni a határokat, korlátokat. A túllövés akkor következik be a társadalmi jólétben, amikor a társadalom nem megfelelően készül fel a jövőre, jóléti veszteség lép fel, ha nincsenek kidolgozott alternatívák a csökkenő kőolajtartalékokra, a természetes környezetben ritkuló élő halállományra és az értéke-sebb trópusi fákra, amikor ezek a források már kezdenek kimerülni. A túllövés három oka mindig ugyanaz. Az első a növekedés, a gyorsulás és a hirtelen változás. A második az a korlát vagy gát, amelyen túl a rendszer már nem működik biztonságosan. A harmadik az a kérés, vagy tévedés, amely a rendszernek korlátain belüli működését szolgáló helyzetfelismerésben és reakciókban következik be. Ez a három ok szükséges és elégséges ahhoz, hogy a túllövés bekövetkezzen” (Meadows et al., 2005).

8. A New York-i Klíma Csúcstalálkozó

A 2014. szeptember 23-ai New York-i Klíma Csúcstalálkozó (*Climate Summit*) célja az volt, hogy nemzetközi együttműködéssel sikerüljön korlátozni a globális felmelegedést és csökkenteni a szén-dioxid-kibocsátást. A csúcstalálkozót állam és kormányfők, valamint a pénzügyi és üzleti szféra képviselői jelenlétében nyitotta meg Ban Ki-moon az ENSZ főtitkára, aki tk. azt mondta: „*No plan B for planet action because there is no planet B*” (Nincs B terv a Föld megmentésére, mivel nincs B Föld). A klímavédelem ügyében legtöbbet tehető két feltörekvő gazdaságú ország, Kína és India nem képviseltette magát a csúcstalálkozón. Mint ismert, 1990. évhez képest 2012-ben Kínában 190%-kal nőtt az üvegházhatást kiváltó gázok mennyisége. Az Amerikai Egyesült Államokban 4,3%-kal növekedett, az Európai Unióban viszont 20%-kal csökkent. A csúcstalálkozóra azt követően került sor, hogy 2014. augusztusában mérték a legmagasabb hőmérsékletet azóta, mióta erre vonatkozóan feljegyzések vannak. A tengerszint megnövekedése – amint erre John Kerry az Amerikai Egyesült Államok külügyminisztere rámutatott – a 21. század végén olyan mértékben megnövekedhet, hogy New York területének 1/5 részét elöntheti a tengervíz.

A tengerszintek emelkedésével a hó és a jég mennyisége csökken, a légkör és az óceánvíz melegszik, az üvegházhatású gázok koncentrációja növekszik. Ezért a klímacsúcs célkitűzése az volt, hogy 2050-ig kevesebb mint 2 °C-ra kell korlátozni a globális hőmérsékletemelkedést. A klímacsúcson megtárgyalt témák kiterjedtek a megújuló energiával, az energia hatékonysággal, a klímafinanszírozással, a katasztrófa-kockázat csökkentésével, az erdőt, a mezőgazdaságot és a városokat érintő fenyegető kérdésekre. Lomborg (2008) amerikai közgazdász már több évvel korábban egyik munkájában azt írta, hogy „Minden a klímaváltozás csökkentésére költött egy dollár 90 dollárcent hasznot hoz, míg az egészségre költött minden dollár 20 dollárt, az éhezés megszüntetésére költött egy dollár pedig 16 dollárt.” Figyelemre méltó, hogy a

Klíma Csúcstalálkozó időpontjában jelentette be a világ egyik leggazdagabb családját képviselő Rockefeller-Alapítvány (*Rockefeller Foundation*), hogy „...klímavédelmi szempontból kiszáll a fosszilis alapú energiaiparból. Gazdasági értelemben és erkölcsileg is az a helyes döntés, ha az energiahatékonyságba (az alternatív energiákba) történik a befektetés.”

A New York-i Klíma Csúcstalálkozón részt vett Áder János köztársasági elnök is, aki előadásában hangsúlyozta, hogy Magyarország a Kiotó-i klímacsúcson vállalt 6% helyett 40%-kal csökkentette a szén-dioxid kibocsátást és javasolta egy olyan Európai Unióra kiterjedő nemzetközi alap létrehozását, amely katasztrófa bekövetkezése esetén a károsult országok segítségére lehet. Áder János a magyar országgyűlésen 2014. október 20-án a napirend előtti felszólalásában tk. reményét fejezte ki, hogy a 2015. évi Párizs-i Csúcstalálkozón a károsanyag-kibocsátás csökkenéséről ambiciózus vállalás születik, és azt minden állam betartja. Magyarországgal kapcsolatban kifejtette, hogy az 1997. évi Kiotó-i Klíma Csúcson vállalt 6% helyett 40%-kal csökkentette a szén-dioxid-kibocsátást, miközben a válság ellenére is növekedett az ország gazdasága. Mint ismert a nehézipar leépülése önmagában is jelentős szén-dioxid-csökkenéssel járt (Popp, 2016 levélbeni közlés).

9. A Peru-i Klímacsúcs

A 2014. december 1-jén kezdődött Peru-i ENSZ Klímacsúcson (Lima, COP20) 194 ország több mint 12 ezer szakértője vett részt. A konferencia célja a felmelegedéssel és az üvegházhatású gázok kibocsátásával kapcsolatos kérdések megtárgyalása és olyan tervezet kidolgozása volt, amely a globális kibocsátás-csökkentési megállapodást készíti elő a 2020. év utáni vállalásokkal kapcsolatban. A konferencia felelősségteljes munkája – amely az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának csökkentésével kapcsolatos – döntő jelentőségű, ui. ha nem történik ezen a téren jelentős változás, akkor előre láthatólag a 21. század végére az iparosodás előtti korszakhoz viszonyítva 4%-kal emelkedik a Föld átlaghőmérséklete, amely beláthatatlan környezetkárosodást idéz elő. Az Amerikai Egyesült Államok jelezte, hogy a 2005. évhez képest 26-28%-kal csökkenti a károsanyag-kibocsátást, Kína pedig 2030-tól fogja enyhíteni a környezetterhelést.

10. Az ENSZ Éghajlat-változási Konferencia

Az ENSZ Éghajlat-változási Kormányközi Testület 2015. júliusi tudományos konferenciáján (*Common Future under Climate Change, CFCC15 July 7-10, 2015, Paris*)⁴³ – amely a

⁴³A Közös Jövők Tudományos Bizottságban az Amerikai Egyesült Államokat, Angliát, Argentínát, Ausztráliát, Brazíliát, Dél-Afrikát, Franciaországot, Indiát, Kínát, Kenyát, Magyarországot, Malajziát, Németországot, Norvégiát, Oroszországot, Svájcot, Svédországot, Szenegált és Új-Zélandot képviselő 36 tag vett részt. Magyarországot Ürge-Vorsatz Diána, a budapesti Közép-európai Egyetem Környezetvédelmi Tanszékének egyetemi tanára képviselte, aki 2002-óta részt vesz az ENSZ Éghajlat-változási Kormányközi Testület (IPCC) munkájában (Kuslits, 2015). A konferencián elhangzott, hogy 2014 óta nem nőtt globálisan

legnagyobb nemzetközi tudományos konferencia volt a 2015. évi Párizsi Nemzetközi Klímakonferencia előtt – a világ tudósai hangsúlyozták, hogy a „A Párizsi Klímakonferencia az igazság pillanata lesz: „Az utolsó lehetőség, hogy a 2 °C átlaghőmérséklet-emelkedés felső határán belül maradjunk.” A júliusi tudományos konferenciával egyidőben Czelnai Rudolf meteorológus, egyetemi tanár, az MTA r. tagja a Meteorológiai Világszervezet (*World Meteorological Organization*) korábbi (1981-1992) főtitkárhelyettese az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) Központi Intézetének igazgatója egy nemrég vele készített interjúban a „klímaüggyel” kapcsolatban azt mondta, hogy nemcsak a klímavédelemmel, hanem a globális klímaváltozáshoz való alkalmazkodás követelményeivel és az emisszió csökkentésére irányuló közös, nemzetközi összefogással is foglalkozni kell. Felhívta a figyelmet arra, hogy a klímaváltozással kapcsolatban több figyelmet kell fordítani az élővilág érintettségére. Nem volna szabad mellékesen kezelni azt a tényt, hogy a Föld felszínének kb. 30%-a szárazföld (150 millió km²), amiből nagyjából 1/4 rész erdő, 1/8 rész mezőgazdasági és lakott terület, 1/4 rész sivatag, a többi pedig tundra, mocsár, láp, tó, folyó. Ebből az következik, hogy azzal kellene foglalkozni, hogy milyen szerepet játszik e változatos felszínek élővilága a klímaváltozásban, akár mint résztvevője, akár mint elszenvedője a változásnak. A „hiper-komplex” stratégiai kérdéssel kapcsolatban reményét fejezte ki „Ha egyetérteni nem is, de – morogva – együttműködni egyszer majd képesek leszünk” (Czelnai, 2015). Remélhetőleg ez a 2015. évi decemberi Párizsi Nemzetközi Klímakonferencián megtörténik. Nem hagyható figyelmen kívül az Amerikai Egyesült Államok 45. alelnöke (1993-2001) Arnold „Al” Gore Jr., és az ENSZ Éghajlat-változási Kormányközi Testület (*Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC*) 2007-ben Nobel-békedíjjal történt kitüntetése⁴⁴, és az alelnök kezdeményezése (felhívása), amelyhez Áder János köztársasági elnök javaslatára Magyarország elsőként csatlakozott⁴⁵. Ez a felhívás arra irányul, hogy a Föld klímájának védelme érdekében határozott cselekvésre ösztönözze a 2015. évi Párizsi Nemzetközi Klímakonferencia (COP21, Paris) vezetőit és a konferencia résztvevőit. Az egymilliárd főre becsült klímavokssal a világ kifejezheti nemes szándékát a Föld védelme érdekében, és azt az egészséget és elszánttságot is, amit elvár a világ vezetőitől a Párizsi Nemzetközi Klímakonferencián 2015 decemberében.

a szén-dioxid-kibocsátás és pozitív eredménynek tekinthető, hogy a világ újonnan beépített áramtermelő kapacitásának felét a megújuló energia adta. A konferencia negatív hírei között volt az „éghajlati billenő pontokkal” kapcsolatos megállapítás, amely azt jelenti, hogy bizonyos határok átlépése után a folyamatok már nem lehet megakadályozni (visszafordítani). Ezek közé tartozik a nyugat-antarktisi jégpáncél egyik medencéjében a gleccserek olvadása, a tengerszint emelkedés (pl. Velence, New York), a korallszirtek pusztulása, az Alpok gleccsereinek olvadása, amely Magyarország vízellátását is érinti.

⁴⁴A 2007. évi Nobel-békedíj (*Nobel Foundation*): „Az emberi tevékenység által kiváltott globális éghajlatváltozás és annak megakadályozásához szükséges teendők kapcsán az ismeretek bővítéséért és közreadásáért. Arnold „Al” Gore szilárd elkötelezettsége – amely politikai tevékenységben, előadásokban, filmekben és könyvekben jutott kifejezésre – erőt adott az éghajlatváltozás elleni küzdelemnek. Valószínű ő az a személyiség, aki egyénileg a legtöbbet tette azért, hogy világszerte nagyobb megértés alakuljon ki a szükséges intézkedések ügyében”.

⁴⁵Francois Hollande Franciaország 24. elnökéként (2012. május 15 óta) és a 2015. évi Párizsi Nemzetközi Klímakonferencia (COP21, Paris) házigazdájaként üdvözölte Áder János magyarországi kezdeményezését, amely az éghajlatváltozással kapcsolatos kihívásokra hívta fel a figyelmet, megállapodásra és cselekvésre buzdított.

11. Az ENSZ Fenntartható Fejlődési Célok Csúcstalálkozó

Az ENSZ Éghajlat-változási Konferenciát (*Common Future under Climate Change, CFCC 15 July 7-10, 2015 Paris*) követően került sorra 2015. szeptember 25-27 között New Yorkban az ENSZ Fenntartható Fejlődési Célok Csúcstalálkozóra (*Sustainable Development Goals*). A három napos konferencián – amelyen Áder János köztársasági elnök is részt vett és felszólalt – az ENSZ 193 tagállamának 150 állam- és kormányfője, valamint delegáltjai vettek részt. A csúcstalálkozón a világ vezetői 2030-ig érvényes programra [A világunk átalakítása: a fenntartható fejlődés 2030-ig program (*Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development, A-2030*)], 15 évre vonatkozóan meghatározták az éhezéssel, a szegénység elleni küzdelemmel, valamint a gazdasági növekedéssel, a jóléttel, az emberiség egészségügyi (különös tekintettel a világméretű járványok elterjedésére), oktatási és szociális szükségleteivel kapcsolatos teendőket, legfontosabb feladatait, amelyek középpontjában a környezetvédelem állt. A szűkebb értelemben vett fenntartható fejlődési célok a következők: (1) A szegénység megszüntetése (*No poverty*); (2) Az éhínség megszüntetése (*Zero hunger*); (3) Egészség és jólét (*Good health and well-being*); (4) Minőségi oktatás (*Quality education*); (5) Nemek közötti egyenlőség (*Gender equality*); (6) Tiszta víz és köztisztaság (*Clean water and sanitation*); (7) Megfizethető és tiszta energia (*Affordable clean energy*); (8) Tisztességes munka és gazdasági növekedés (*Decent work and economic growth*); (9) Ipar, innováció és infrastruktúra (*Industry, innovation and infrastructure*); (10) Csökkentett egyenlőtlenségek (*Reduced inequalities*); (11) Fenntartható városok és közösségek (*Sustainable cities and communities*); (12) Felelősségteljes fogyasztás és termelés (*Responsible consumption and production*); (13) Fellépés az éghajlatváltozás ellen (*Climate action*); (14) Élet a vizekben (*Life below water*); (15) Élet a szárazföldön (*Life on land*); (16) Béke, igazság és erős intézmények (*Peace, justice, and strong institutions*), valamint (17) Partnerség a célok eléréséért (*Partnerships for the goals*) (vö.: Faragó, 2015).

A tágabb értelemben vett célok megvalósítása között szerepelt a nemzeti meghatározások szerinti szegénységben élők [mint ismert a mélyszegénységben élők milliói napi 1-1,5 USA dollárnál (280-420 forint) kevesebb pénzből élnek] arányának felére csökkentése, az éhínség és alultápláltság leküzdése, és olyan fenntartható élelmiszertermelés és mezőgazdasági gyakorlat alkalmazása, amely elősegíti az ökológiai rendszerek fennmaradását és az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodást, a talajok minőségének javítását. Az egészséggel és jóléttel összefüggésben konkrét célkitűzés a gyermekágyi halálozás arányának csökkentése, az öt éves kornál fiatalabb gyermekek elhalálozásának teljes körű megelőzése, a járványos betegségek felszámolása és konkrét intézkedések a drog- és alkoholfogyasztással kapcsolatban.

A célpontok között szerepel az oktatás és az élethosszig tartó tanulás minden szintjére történő teljes körű megvalósítás, különös tekintettel az alap- és középfokú oktatásban való részvétel és annak elvégzésének biztosítása, valamint a fenntartható fejlődéssel kapcsolatos ismeretek elsajátítása. A nemek közötti teljes egyenlőségre tekintettel alapvető célkitűzés a nők bármilyen hátrányos megkülönböztetésének megszüntetése, és a velük szembeni erőszak felszámolása, az egyenlőség biztosítása.

Kulcsfontosságú célkitűzés a mindenki számára elérhető biztonságos víz, vízminőség és vízhasználat, valamint a vizes ökoszisztémák védelmének biztosítása, továbbá a megújuló energiahasználat növekedése és az energiahatékonyság megkétszereződése.

A gazdaság és az ipar fejlesztésének céljai között szerepel a nemzeti sajátosságoknak megfelelő gazdasági növekedés és termelékenység javítása, a teljes foglalkoztatottság, a fenntartható fogyasztásra és termelési eljárásokra történő fokozatos áttérés, a „környezetbarát” technológiák alkalmazása, az innováció elősegítése és az életciklus szemléletű hulladékgazdálkodás, valamint a hulladékokba kerülő élelmiszerek egy főre számított mennyiségének felére történő csökkentése. Az Agrárgazdasági Kutató Intézet (AKI) szerint Magyarországon az élelmiszerpazarlás évente 200 milliárd Ft. Világviszonylatban ez az érték eléri a 400 milliárd USA dollárt (Anonymus, 2015i).

A településekkel kapcsolatos célkitűzés a megfelelő lakáshoz és alapvető szolgáltatásokhoz való hozzájutás biztosítása, a közterek és közlekedési rendszerek használata, a környezetterhelés csökkentése, a fenntartható településtervezés és regionális területfejlesztés. Az éghajlatváltozással kapcsolatos célok között olyan szempontok is vannak, mint például az alkalmazkodási képességek megerősítése, a klímapolitikai intézkedések integrálása a nemzeti politikákba, az oktatás és a tájékozottság javítása. Kiemelt célkitűzés az óceánok és tengerek szennyezésének, a vizek savasodásának mérséklése, a tengerparti ökoszisztémák védelme, és a fenntarthatóságnak megfelelő halászat, valamint a szárazföldi ökológiai rendszerek megőrzése, a biológiai sokféleség csökkenésének megállítása, az erdőirtás megfékezése, a védett fajok megóvása és az özönfajokkal kapcsolatos problémák kezelése. A társadalmak és az intézmények működésével kapcsolatban felvetődő számos célkitűzés szerepel, amelyek között tk. kiemelt jelentőségű az erőszakmentesség, a jogállamiság biztosítása, a korrupció és megvesztegetés leküzdése, és e célokat szolgáló, megvalósító intézmények, valamint a döntéshozatalban a nyilvánosság részvétele, megerősítése.

A fenti tágabb értelemben, de az itt nem említett, teljes körű célkitűzések megvalósításában szükség van a 2030-ig tartó ENSZ-programot elősegítő globális együttműködés megerősítésére, a nemzetközi, regionális és nemzeti szinten a célok, konkrét célpontok, feladatok végrehajtásának rendszeres értékelésére és a Globális Fenntartható Fejlődési Jelentések (*Global Sustainable Development Report*) nyilvánosságra hozatalára.

A fenntartható fejlődési célok meghatározzák a nemzetközi közösség minden országa számára megvalósítandó feladatokat, valamint a kevésbé fejlett országok számára nyújtott támogatást. A program céljainak megvalósítása alapvetően attól függ, amint erre Faragó Tibor a környezet és a társadalom globális szintű kölcsönhatásainak, a nemzetközi környezeti kormányzás folyamatának, a multilaterális környezeti megállapodások fejlődésének vizsgálatával foglalkozó c. egyetemi tanár, a környezetpolitikai és klímapolitikai szakállamtitkár (2009), korábban (1995-1997) az ENSZ Éghajlat-változási Keretegyezmény tudományos testületének elnöke, és az ENSZ Fenntartható Fejlődési Bizottság 1998-1999 közötti alelnöke, környezetkutató, humánökológus „A fenntartható fejlődés új ENSZ-programja” című írásában rámutatott, hogy „...az egyes nemzetek mennyire hatékonyan veszik át a nemzeti program

célkitűzéseit, készítik el és valósítják meg a nemzetközi programmal összhangban álló saját programjait, s képesek lesznek-e együttműködni a csak közösen elérhető célok és megoldandó feladatok teljesítésében” (Faragó, 2015).

A 2015. szeptember 25-27 közötti ENSZ Fenntartható Fejlődési Célok Csúcstalálkozó – amely két hónappal megelőzte a 2015. december 30-án kezdődő Párizs-i Nemzetközi Klímakonferenciát (COP21) – hangsúlyozta, hogy csak akkor lehet eredményes a fenntartható fejlődési célok elérésében, ha a világ országai a párizsi klímakonferencián megegyeznek. Ezért kísérte különleges figyelem a párizsi klímakonferenciát.

12. A Párizs-i Nemzetközi Klímakonferencia (COP21)

Az ENSZ 21. Nemzetközi Klímakonferenciáját (COP21) 195 ország állam- és kormányfők, tudósok, nemzeti delegációk és nem kormányzati szervezetek jelenlétében 2015. november 30 és december 11 között tartották a Párizs környéki Le Bourget városban. A konferencia célja az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése és olyan átfogó megállapodás előkészítése volt, amelynek segítségével az emberiség az iparosodás előtti szinthez képest 2 °C-kal („sorsdöntő fizikai határ”) alatt tudja tartani a 21. század végéig a globális átlaghőmérséklet emelkedését. A konferencia igen jelentős kihívással szembesült, ui. az előző csúcstalálkozók sikertelensége után a legfontosabb kérdés nem változott: Lehet-e egy mindenkire (minden államra) kötelező vállalásokat jelentő egyezményt elfogadtatni, amely majd 2020-ban felválthatja a Kiotó-i jegyzőkönyvet. A fő probléma az, hogy a fejlett országok féltik a gazdasági növekedésüket a korlátozástól, a fejletlen vagy fejlődő országok pedig a fejlődésük szükségességére hivatkoznak, míg a szigetállamok még az 1,5 °C-os emelkedésre tett utalást is kedvezően fogadták, ui. létük függ a vízszint pár méteres emelkedésétől.

Rossz előjel volt, hogy a konferenciát alig két héttel (2015. november 19.) megelőző Bonn-i (Németország) előkészítő utolsó tanácskozáson fenntartások fogalmazódtak meg a 134 fejlődő országot, közöttük Kínát, Indiát és több afrika, ázsiai és latin-amerikai államot tömörítő G77-csoport részéről akik azt sérelmezték, hogy a „Megállapodás tervezet” nem tükrözi az afrikai országok álláspontját, gazdasági fejlődésük érdekeit. Jó előjel volt viszont az, hogy a felmelegedést okozó legnagyobb szénfelhasználó és gázkibocsátású Kína ezen a konferencián először vállalta a szén-dioxid gázkibocsátásának a 2005. évi szinthez képest 65%-ról 60%-ra történő csökkentését. A bizonytalanságot fokozta, hogy 150 ország az ENSZ-nek megküldött jelentésében a 2025-2030 közötti időszakra vonatkozó vállalásai szerint még mindig 3 °C-on marad az átlaghőmérséklet emelkedési pályája, amely 4-5 °C-os felemelkedésénél jobb, de a 2 °C-os célt nem éri el.

A konferencia a káros éghajlatváltozás elleni nemzetközi fellépést „fordulópontnak” és „történelmi jelentőségű” megállapodásnak nevezte. Megállapodás született arról is, hogy az ENSZ tagországok ötévenként olyan nemzeti célkitűzéseket fogalmaznak meg, amelyek az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának további csökkentését szolgálják. A konferencia résztvevői hangsúlyozták azt is, hogy a kormányok elhatározása önmagában nem elegendő a célok eléréséhez; a társadalom minden szereplőjének együttműködésére van szükség. Fontos figyelem irányult a fejlődő

országok klímavédelmi felzárkóztatására, amelyhez 2020-tól évi 100 milliárd dollár keretösszeg áll rendelkezésre. Ez azt a célt szolgálja, hogy iparukat fokozatosan függetlenné tegyék a szén- és olajalapú energiahordozóktól és tegyenek intézkedéseket az erdők védelmében.

A Párizs-i Nemzetközi Klímakonferencián (COP21) – amely a világ országai által először aláírt globális klímavédelmi egyezmény volt – történelmi megállapodás született. A két legnagyobb környezetszennyező (Kína, India), valamint a legjelentősebb olajtermelő országot (Szaúd-Arábia) is magába foglaló fejlődő országok csoportja a G77+Kína – amelyek a megállapodás-tervezettel kapcsolatban korábban ellenérzést fogalmaztak meg – a klíma-megállapodás végleges tervezetével egyet értett és támogatta az 1,5 °C-ra tett javaslatot is, tekintettel a tengerszint emelkedésével fenyegetett szigetállamokra. A résztvevő 195 ország magas rangú vezetője megállapodott abban, hogy a Föld átlagos hőmérséklet-emelkedését 2 °C alatt tartják és a vállalások kötelező érvényűek lesznek. Magyarország az elsők között írta alá a klímavédelmi megállapodást, 2016. szeptember 20-ig pedig további 58 ország. A megállapodás azt is tartalmazta, hogy a különböző fejlettségű és földrajzi adottságú országok szennyezésük mértéke szerint vállaljanak felelősséget. Egyetértés született abban is, hogy létrehoznak egy pénzügyi alapot („Zöld klímaalap”) a fejlődő országok megsegítésére. Az egyezménynek fontos feltétele a pénzügyi alapok megteremtése és az ellenőrzés. Egy fontos kérdést – amely a megállapodást be nem tartó országokra vonatkozna – azonban nem tartalmaz a zárónyilatkozat.

A 2020-tól érvényes Párizs-i megállapodásig hátralévő évek igen jelentős feladatokat állítottak a kormányok elé. Ezek közé tartozik a tudományos kutatások felgyorsítása, a megújuló energiák (például napenergia, szélenergia stb.) jobb felhasználása és olyan ipar- és energiapolitika, amely összehangolt célokat szolgál. Máris fontos eredménynek tekinthető, hogy 120 ország részvételével megalakult a Nemzetközi Napenergia Szövetség (*International Solar Alliance, ISA*), amely 100 milliárd dollárral támogatja a napenergiával kapcsolatos kutatásokat, vagy azok a befektetők és vállalatok (*Unilever, Google, Facebook*), amelyek több milliárd dollárt fektetnek be az alacsony szén-dioxid kibocsátású gazdaságokba.

A klímastratégiában a megelőzésnek, az alkalmazkodásnak, a szemléletváltásnak (formálódásnak) és nem utolsósorban a globális klímastratégia célrendszerébe történő beágyazódásnak van legnagyobb szerepe. Szarka László (2016, szóbeli közlés) geofizikus véleménye szerint a Párizs-i klímakonferencián látszat megállapodás született, ui. a környezeti problémákkal kapcsolatban nemcsak a szén-dioxidra kell koncentrálni, hanem a globális fogyasztói mentalitást kellene megváltoztatni, mert az emberiség „kinőtte a Földet”.

13. A Tudomány Világkonferenciája

A Tudomány Világkonferenciájának (*World Science Forum, WSF*) alap gondolatát az ENSZ Oktatási, Tudományos és Kulturális Szervezete (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO*) 1995-ben fogadta el. Az UNESCO 1995.

évi közgyűlésén részt vett Láng István akadémikus, aki elévülhetetlen érdemeket szerzett abban, hogy a Tudomány Világkonferenciáját Budapesten rendezzék meg. Az UNESCO, mint kormányzati szerv, a Tudományos Uniók Nemzeti Tanácsa [újabb nevén Tudományos Nemzetközi Tanács (*International Council for Science, ICSU*)] pedig a világ természettudományos szervezeteit képviselő nem kormányzati szerv jóváhagyásával döntés született a világkonferencia 1999. június 26 - július 1 közötti budapesti megrendezéséről. A konferencia szervezőbizottságában (Magyar Nemzeti Szervező Bizottság) kimagasló érdemeket szerzett Glatz Ferenc akadémikus, az MTA korábbi elnöke és a bizottság elnöke, Pálinkás József akadémikus a bizottság alelnöke, Láng István akadémikus, a bizottság titkára és a bizottság további 16 tagja, akik különböző minisztériumokat és szakmai szervezeteket képviseltek. A konferencia elnöki tisztét Hámosi József akadémikus, kulturális miniszter töltötte be. A konferencián hivatalos adatok szerint 155 ország küldöttsége (80 küldöttséget miniszter vezetett), 28 kormányzati szervezet, 60 nemzetközi nem kormányzati szervezet, számos újságíró és mintegy 1800 fő vett részt (vö.: Láng, 2011). A konferencia végén két dokumentum elfogadására került sor: (1) Nyilatkozat a tudományról és a tudományos ismeretek hasznosításáról; (2) A tudomány teendői – Cselekvési keretprogram. A nyilatkozat hangsúlyozta, hogy a tudományoknak az emberiséget kell szolgálni. A cselekvési keretprogram a tudomány, a környezet és a fenntartható fejlődés kölcsönhatásaival foglalkozott (például édesvíz és a hidrológiai körforgás, éghajlati ingadozások, biodiverzitás, természeti katasztrófák stb.). Swaminathan indiai professzor a zöld forradalom (*green revolution*) szellemi atyja „A tudomány az alapvető emberi szükségletek kielégítéséért” c. előadásában hangsúlyozta, hogy a tudomány forradalmi változást hozott a gének forradalmával (genetikailag módosított növények, állatok), az ökoteknológia forradalmával (modern ismeretek és új lehetőségek az anyag- és energiagazdálkodásban) és az információs és kommunikációs forradalommal.

14. A Tudomány Világfóruma – A „Tudomány Davosa”

A Tudomány Világfórumát a Magyar Tudományos Akadémia az Egyesült Nemzetek Nevelésügyi, Tudományos és Kulturális Szervezetével (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO*), a Tudomány Nemzetközi Tanácsával (*International Council of Science, ICSU*) és az Amerikai Tudományfejlesztési Társasággal (*American Association for the Advancement of Science, AAAS*) együttműködve hozta létre. A Tudomány Világfórumát Először 2003-ban Budapesten rendezték meg majd 2011-ig minden 2. évben. A világfórum célja a tudomány művelői, a tudományos közösségek, a politikusok és a társadalom különböző érdekcsoportjai közötti párbeszéd kialakítása volt.

A fórum a társadalom és a tudomány kapcsolatával és mindennek előtt az aktuális kihívásokkal és feladatokkal foglalkozott. A fórumot az 1971. évi Davos-i Világ-gazdasági Fórum mintájára hozták létre, ezért a budapesti Tudomány Világfórumát a „Tudomány Davosának” nevezték el. A fórum „Befektetés a tudásba, befektetés a jövőbe” alapgondolat mellett részletesen foglalkozott az alap- és alkalmazott kutatások

jövőbeni szerepével, a tudásiparral. Fontos tárgyalási szempont volt az analfabetizmus felszámolása a fejlődő országokban, valamint a fejlődő országok tehetséges, külföldön tanuló fiataljainak hazatérése és országok gazdasági, tudományos életének előmozdítása. Nem kisebb jelentősége volt a szegény országok tudományos életének megteremtéséhez szükséges, a gazdag országok részéről nyújtandó anyagi támogatásra tett javaslatnak. A fórum központi témája volt annak megtárgyalása is, hogy a tudománynak milyen felelőssége van a környezetvédelemben, a természet degradációjában. E témában új testület megalakítására is sor került: Nemzeti Panel a Fenntartható Források Kezeléséért (*International Panel for Sustainable Resource Management*) címmel, amelynek európai székhelyét Párizsban jelölték ki. A budapesti Tudomány Világfóruma olyan párbeszédet indított el, amely a fejlett országok, a gyorsan fejlődő országok, a fejlődő és az alulfejlett országok közötti együttműködést, az ún. „kiegyenlítő tudományos stratégiát” segítette elő. A fórum legnagyobb jelentősége talán abban van, hogy meggyőzte a politikai döntéshozókat arról, hogy a tudománynak milyen fontos szerepe van az emberiség jövőjének alakulása szempontjából.

A Tudomány Világfórumán 2011-ben az a döntés született, hogy minden második világfórumnak Budapest lesz a színhelye a közbeeső rendezvényeket pedig mindig más országban tartják. Ezért került 2013-ban Rio de Janeiro-ra a választás (2015-ben Budapest volt), majd 2017-ben Jordánia lesz a házigazda. A 2015. évi Tudomány Világfóruma azokkal a kérdésekkel foglalkozott, hogy (1) Milyen célokat kell megvalósítaniuk a kormányoknak ahhoz, hogy a Föld a 2020-as években is élhetőbb legyen; (2) Hogyan lehet enyhíteni a globális felmelegedés következményeit; (3) Mit tehetnek a tudósok azért, hogy kutatási eredményeik a társadalom működését befolyásoló politikai döntéshozatalban hatékonyan érvényre jussanak; (4) Miképpen lehet növelni a tudományba vetett bizalmat, erősíteni a tudományos ismeretterjesztést és tanácsadást.

A fórumon elhangzott az is, hogy a tudománynak nem kell a politikát befolyásolni, hanem a politikusoknak kell meghallgatni a tudósok véleményét. A Magyar Tudományos Akadémiai mindig is hangoztatta, hogy a „nemzet tanácsadója”. A tematikus szekciók számos előadásából érdemes kiemelni a *Houston-i Rice Egyetem Nanofotonika Laboratórium* vezetőjének N. Halas professzornak az előadását, amely olyan aktuális és új megközelítésű problémával foglalkozott mint a nanoméretű aranygolyók rákos daganatba (állatkísérletben) történő bejuttatása és a daganat destrukciója, amelyet azáltal lehet elérni, hogy a parányi aranygolyókat, amelyeket a közeli infravörös fénytartományra hangoltak (ezeket a hullámokat az aranygolyók elnyelik és átveszik az energiájukat), felmelegszenek és elpusztítják a daganatos sejteket. Ezek a kutatási eredmények rámutattak a tudomány komplexitására és nagyszerűségére, amelyben vegyeszeti, fizikai, biológiai, biotechnológiai, immunológiai, farmakológiai és orvosi ismeretek összehangolására és nemzetközi együttműködésre volt szükség.

A budapesti 2015. évi Tudomány Világfóruma ajánlásokat fogalmazott meg a döntéshozók számára és támogatásáról biztosította a 2015. november 30. és december 11. között sorra kerülő Párizs-i Nemzetközi Klímakonferencia résztvevőit, hogy hatékony együttműködéssel támogassák a klímakonferencia célkitűzéseit. Kiemelte a

nemzetközi együttműködés fontosságát a tudományban, a tudás társadalmi célokra fordításának és a tudomány kiegyensúlyozott támogatásának szükségességét.

15. A Magyar Tudomány Ünnepe

A Magyar Tudományos Akadémia, a „Nemzet tanácsadója”, 1825. november 3-ára – amikor Széchenyi István birtokainak egy évi jövedelmét Magyar Tudós Társaság megalapítására ajánlotta fel – emlékezve 1997 óta ünnepli meg ezt a napot. Az MTA 2003-ban törvénybe iktatta a Magyar Tudomány Ünnepe (MTÜ) minden évben november 3-án történő megünneplését. A magyar tudomány ünnepén a hazai kutató-intézetek, felsőoktatási intézmények, múzeumok, iskolák eredményeik bemutatásával ünnepelnek szerte az országban. A Magyar Tudományos Akadémia 2014. november 3. óta „Történelmi emlékhely”.

A Magyar Tudományos Akadémia minden évben aktuális mottót választott. A 2012. évi MTÜ az egyes tudományterületek felfedező kutatásainak céljával és eredményeivel foglalkozott; a konferencia mottója a „Felfedező tudomány” volt. A felfedező kutatások eredményein alapul az emberiség ismeretanyagának bővülése még akkor is, ha az eredmények nem azonnal hasznosíthatók. Az MTA a felhasználó megrendelésére végzi az alkalmazott, illetve célzott kutatásokat, amelyek a gyakorlati életben felvetődő problémák mielőbbi megoldását jelentik.

A 2013. évi MTÜ „A velünk élő tudomány”-ról szól, olyan tudományról, amely a gazdasági-társadalmi szükségleteinkre célzott megoldást kínál. A MTÜ keretében 2013. november 12-én „Tanárok az Akadémián”, 2013. november 14-én „Diákok az Akadémián” c. nagyszerű országos rendezvényre került sor.

A Magyar Tudományos Akadémia a társadalom és a tudomány viszonyát alapvetően meghatározó témák iránti közfigyelem felkeltésének eseményeként rendezte meg 2014. november 3-7 között a Magyar Tudomány Ünnepe, amelynek mottója a „Messzelátó tudomány: felelős kérdések és válaszok a jövőnek” volt. A nagy érdeklődésre tartott esemény témái [(1) A globális kihívást jelentő demográfiai folyamatok (túlnépesedés, népességfogyás, öregedés, bevándorlás); (2) Intézményesített egyenlőtlenségek, a gazdasági fejlődés torzulásai, a szegénység; (3) A testi és lelki egészség, a jólét; (4) A fenntartható fejlődés szempontjából kulcsfontosságú energiaforrások, az élelmiszer-termelést fenyegető veszélyek; (5) Új technológiák és hatásaik, valamint az információs nyomás, az életünket a jövőben mind jobban átszövő hálózatok; (6) Az érték- és értékteremtő tudás, a felelősen gondolkodó, magyarságot és a világot érintő központi gondolat.

Különösen figyelemre méltó az Európai Unió Központi Statisztikai Hivatalának (*Central Statistical Office of European Union*) 2013. évi jelentése, mely szerint minden negyedik EU-s állampolgár, több mint 122 millió ember élt szegénységben, vagy a társadalomból való kirekesztettség küszöbén. Öt olyan EU-tagállam van, ahol a lakosság több mint 1/3-át fenyegeti a szegénység: Bulgária 48%, Románia 40,4%, Görögország 35,7%, Lettország 35,1% és Magyarország 33,5%.

A Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztálya a 2014. évi Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából „Az álomtól a felfedezésig, a fenntartható fejlődés fel-tételrendszere az agráriumban” címmel 2014. november 6-án rendezett konferenciát. A konferenciát Lovász László, az MTA elnöke köszöntötte, aki hangsúlyozta, hogy a mezőgazdaság alapvető feladatán túl az élelmiszer-termelés fenntartásának biztosítása mellett, a kevésbé ismert nehézségek hiteles feltárása is feladata, és a tudományos eredményeket közérthető formában kell megismertetni a társadalommal. Az előadások a természeti erőforrások, a fenntarthatóság, az élelmiszer-biztonság, az állattenyésztés, a kutatás és a gyakorlat kapcsolatrendszere témakörben hangzottak el: (1) A természeti erők fenntarthatósága (Németh Tamás és Várallyay György); (2) A jövő növényeinek szerepe a fenntartható fejlődésben (Bedő Zoltán); (3) Milyen jövő vár az állattenyésztésre? (Horn Péter); (4) Fenntarthatóság az erdőgazdálkodásban – Egy 300 éves gondolat táv-latai (Faragó Sándor és Mátyás Csaba); (5) Az élelmiszer-biztonság globális kihívásai. Van-e elég élelmiszer a világban? (Csáki Csaba); (6) A tudományos kutatás és a gyakorlat kapcsolatrendszere: ablakok az elefántcsonttoronyon (Neményi Miklós).

A 2015. évi Magyar Tudomány Ünnepe – amelyet Szegeden nyitott meg Lovász László az MTA elnöke – „A tudomány evolúciója: a valós és virtuális világok” címmel (mottóval) indította el programsorozatát. Az ünnepi előadásokkal az volt a cél, hogy a tudományt, mint a jövő alakításának fontos szerepét bemutassa. A Magyar Tudomány Ünnepe elérte célját, ui. megfelelt azoknak az elvárásoknak, hogy a napjainkat betöltő információáradatban segítse az eligazodást és különböztesse meg a hiteles forrásokból származó információkat a képzelet által teremtett világ információitól. A hiteles ismeretszerzés „eszköze” a tudomány, amely arra hivatott, hogy a rohamos tudományos, gazdasági, társadalmi, technológiai fejlődés eredményeit megismertesse és „barátságossá” tegye a különböző generációk számára.

16. A globális klímaváltozás magyarországi hatásai (VAHAVA-projekt)

A Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium (KvVM) és a Magyar Tudományos Akadémia (MTA) között létrejött kutatási projekt célja a globális klímaváltozás hatásainak tanulmányozása, a hazai vonatkozások feltárása, a nemzetközi kötelezettségek és a hazai feladatok áttekintése volt. „A globális klímaváltozások, magyarországi hatások és válaszok” (*Global climate changes, Hungarian impacts and responses*) c. 2003-ban kezdődő projekt később „Változás, Hatás, Válaszadás (*Changes, Impacts, Responses*) címszavak kezdőbetűinek rövidítésére VAHAVA névre változott. A projekt tudományos bizottságának elnöke Láng István akadémikus volt, tagjai pedig Csete László, Faragó Tibor, Fűhrer Ernő, Harkányi Kornél, Harnos Zsolt, Ijjas István, Jolánkai Márton, Kovács Mátyás, Ligetvári Ferenc, Major György, Sweitzer Ferenc, Szász Gábor, Szirmai Viktória, Veisz Ottó, Vida Gábor és az MTA részéről Teplán István akadémikus, a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium részéről Ligetiné Nechay Erzsébet voltak (Jolánkai, 2014 levélbeni közlés). A 2003 és 2006 közötti kutatási projekt célkitűzése volt a lakosság felkészítése a szélsőséges időjárásra és a várható hatásokra,

valamint megteremteni a káros hatásokra való gyors reagálás emberi, technikai, szervezeti és pénzügyi vonatkozásait.

A VAHAVA programjelentésben a következő ajánlásokat fogalmazták meg: (1) Klímapolitika kidolgozása, amely a társadalom-, a gazdaság és a környezetpolitika integrált részét képezi [üvegházhatású gázok mennyiségének csökkentése, a klímaváltozáshoz való aktív alkalmazkodás (megelőzés és kármentesítés)]; (2) Nemzeti fejlesztési tervekbe beépülő Nemzeti Éghajlat-változási Stratégia; (3) Nemzeti Katasztrófavédelmi Alap létrehozása; (4) A lakosság felkészítése az oktatás, nevelés, ismeretterjesztés, szaktanácsadás területén; (5) Az időjárásról és az éghajlattal kapcsolatos tudományos kutatások és technológiai fejlesztések kapjanak prioritást a támogatások odaítélésénél.

A kutatási projekt kiemelkedő eredményei több mint 200 tudományos publikációban, időszaki kiadványokban (*Agro-21*), VAHAVA hírlevelekben (*Newsletter*)⁴⁶, könyvekben [például Csete L. és Nyéki J. (szerk.): *Klímaváltozás és a magyarországi kertgazdaság. Agro-21 Kutatási Programiroda, Budapest 2006*], és konferencia kiadványban (*International Conference on Impacts and Responses in Central and Eastern European Countries, Pécs 2005*) jelentek meg. A projekt 2006. márciusi záró konferenciájának előadásai a 2006-ban megjelent *Agro-21* füzetek 48. kötetében jelentek meg. A 150 poszter előadás CD verzióban is megjelent. A VAHAVA projekt legjelentősebb eredménye az volt, hogy a kutatási eredmények és ajánlások alapot adtak a kormányzati előterjesztésekhez. A Nemzeti Éghajlat-változási Stratégia jogi kereteket fogalmazott meg a globális éghajlatváltozással kapcsolatos problémák megelőzésére.

17. Visszatekintés

Visszatekintve az elmúlt fél évszázad konferenciáira, csúcstalálkozóira – amelyek az emberiség jövőjére legnagyobb hatást gyakorló környezeti, élelmiszeri problémáival foglalkoztak – négy időszakot lehet megkülönböztetni.

Az első időszakot (1962-1972) a talajvédelmi eljárások fejlesztése, a racionális vízhasználat, a víz-szennyezések elleni védekezés, a növényvédő szerek használatának csökkentése, az erdők komplex védelme, a növényi és állati génbankok létrehozása stb. jellemezte.

A második időszakot (1972-1992) a környezetvédelemnek, mint interdiszciplináris problémának a meghatározása, a természeti, gazdasági, társadalmi tényezők komplex hatásainak elemzése, a gazdagok és a szegények közötti problémák felismerése

⁴⁶A VAHAVA Hírlevél 2005. decemberi kiadványa és Soltész (2005 levélbeni közlés) pl. fontos kutatási, tapasztalati megfigyeléseket tett közzé az „Extrém időjárási hatások és alkalmazkodási lehetőségek a magyarországi gyümölcsstermelésben” c. projektben. A Hírlevél megállapítja pl., hogy a gyümölcsstermelésre nem a hőmérséklet-emelkedés, hanem az extrém időjárási események vannak hatással. Az erre való felkészülésben, az alkalmazkodási stratégiában, a fenológiai vizsgálatok eredményei és az abiotikus stresszel kapcsolatos érzékenység-vizsgálatok nyújtanak segítséget. A vegetációs időszak meghosszabbítására kézenlételi technológiák (fagykárosodás, jégkárelhárítás, napégés stb.) kidolgozása jelenti a káros következmények elkerülését.

jellemezte. 1992-ben az ENSZ Környezet és Fejlődés Konferenciáján a Biodiverzitás-Egyezmény elfogadására került sor.

A harmadik időszakot (1992-2002) a klímaváltozással, az üvegházhatást okozó gázok kibocsátás-csökkentésével és a környezetkímélő technológiák hozzájutási lehetőségeivel kapcsolatos problémák megtárgyalása és a korábbi elvek és ajánlások végrehajtását szorgalmazó intézkedések jellemezték (vö.: Csete és Láng, 2005).

A negyedik időszak (2014-től) a New York-i Klímacsúccsal vette kezdetét, folytatódott a Peru-i Klímacsúccsal és a 2015. évi Párizs-i Csúcstalálkozóval, a klíma megállapodás aláírásával. Ez volt az első olyan csúcstalálkozó 2015. november 30. és december 11. között Párizsban, amely remélhetőleg fordulópontot jelentett a káros éghajlatváltozás elleni küzdelemben.

A nemzetközi konferenciák és csúcstalálkozók kiemelkedő munkája és eredményei ellenére számos olyan nyilatkozat is megjelent, hogy alig történt olyan gyakorlati intézkedés, amelynek globális jelentősége lenne. Nem hagyható figyelmen kívül az a tény sem, hogy a globális felmelegedés kérdésében nincs tudományos egyetértés, nincs közös álláspont. Reményi (2014) akadémikus a „Globális lehűlés, globális felmelegedés, szén-dioxid” c. tanulmányában rámutatott arra, hogy „Nincs meggyőző tudományos bizonyíték arra, hogy az emberi szén-dioxid-kibocsátás, a metán vagy más üvegházhatású gázok a belátható jövőben a Föld légkörében katasztrófális felmelegedést okozzanak, és megzavarják a Föld éghajlatát. Mi több, jelentős tudományos bizonyíték található arra, hogy a légköri szén-dioxid-növekedésnek számos jótékony hatása lehet a természetes növényi és állati környezetre.” Gelencsér (2015b) arra a kérdésre, hogy „Van-e üvegházhatású gáz vezérelte éghajlatváltozás” azt válaszolta: „Az üvegházhatás jelentősége természetesen nem vitatható, de az teljességgel kizárható, hogy a szén-dioxid légköri koncentrációja és a globális átlaghőmérséklet között szinkron, illetve egyszerű függvénnyel leírható ok-okozati összefüggés legyen.” A nemzetközi kutatási eredményekre, deklarációkra, az amerikai Nemzeti Repülési és Űrkutatási Hatóság (*National Aeronautics and Space Administration, NASA*) és a Nemzeti Óceáni és Atmoszféra Adminisztráció (*National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA*) jelentéseire és a 8. München-i Nemzetközi Klímaváltozás Konferencia (*8th International Conference on Climate Change, Munich, 30 November 1 – December 2012*) előadói szerint „...a globális felmelegedés hipotézis megkérdőjelezhető.”

18. „A Vágy jövője és a Sors jövője”

Ma már mindenki számára ismert, hogy az emberiség a természeti lehetőségeit meghaladó módon él. Ezért életvitelünkben és szemléletmódunkban lényeges változtatásra van szükség. Vida (2007), Kováts-Németh (2011) és Szépvölgyi (2013) rámutatott arra, hogy a tudósoknak a környezet-pedagógusoknak és általában a nevelésnek, valamint a Föld összes lakójának, a különböző iparágaknak (például kémia, vegyipar stb.) igen fontos szerepük és felelősségük van a környezeti problémák megnyugtató megoldásában.

Arthur C. Clark (1917-2008) angol tudományos szakíró, aki az 1994. évi Béke Nobel-Díj jelöltje volt, „Két jövő” (*Two futures*) címmel utószót írt László Ervin „Izgalmas idők. Felelősségteljes élet az új évezredben”, Magyar Könyvklub Budapest 1999 (*Interesting Times. A Comprehensive Guide to Responsible Living in the New Millennium, Gaia Books Ltd., London 1997*) c. könyvéhez. Ebben a könyvben hivatkozik J. D. Bernal (1901-1971) angol tudósra a röntgenkristallográfia egyik kiemelkedő személyiségének „The World, the Flesh and the Devil”, Kegan Paul French and Taubner 1929 (A világ, a hús és az ördög) c. könyvére. Bernal (cit. László, 1997) a Vágy jövőjével és a Sors jövőjével foglalkozik és megállapítja, hogy az emberi értelem soha sem tanulta meg elválasztani őket. „Ha viszont csak előre láthatnánk, de nem alakíthatnánk a jövőt – Miért lenne érdemes élnünk” fejezte be záró gondolatait – amelyek ma is aktuálisak – Arthur C. Clark.

XI. Talaj, víz, növény: Paradigmaváltás

„Ne feledd, hogy a talajon nemcsak állsz, hanem élsz is”
(Do not forget that you not only stand on
but you also live off the soil).⁴⁷
Stefanovits Pál⁴⁸

1. Talajbaktérium, *Ti*-plazmid

A 20. századvégi és a 21. század eleji tudományos paradigmaváltásban nagy jelentősége van a mikrobiológiai, biotechnológiai, talajtani, vízvédelmi, növényvédelmi, állatorvosi, állattudományi és orvostudományi kutatásoknak, amelyek az élelmiszerbiztonság és takarmánybiztonság megteremtése szempontjából döntő fontosságúak. Külön ki kell emelni az 1970-es években Mary-Dell Chilton és munkatársainak eredményeit, akik először közölték, hogy a *Ti*-plazmid egyes fragmentjei megtalálhatók a növényi tumorok (például *Agrobacterium tumefaciens*) DNS-eiben (Chilton et al., 1977), és Marc van Montagu, valamint Jeff Schell (1935-2003) kutatócsoportja által megkezdett génszétválasztási kutatásokat, amelyek során bizonyítást nyert, hogy a talajban élő agrobaktérium (*Agrobacterium tumefaciens*) tumort indukáló génje (*Ti*) a baktérium plazmidjában lokalizálódik, és ez a plazmid vektorként felhasználható idegen gének (*DNS*) bevitelére az *Agrobacterium tumefaciens* baktériumra fogékony növényekbe. Ezzel lehetővé vált idegen gének átvitele és új tulajdonságok (betegség-ellenállóság, szárazságtűrés stb.) kialakítása növényekben (Zaenen et al., 1974; Otten et al., 1981; Schell et al., 2000).

Az *Agrobacterium* génkövetítésén alapuló technikák ma már széles körben elterjedtek és jelentős tudományos és gyakorlati eredményekhez vezettek. Van Montagu belga professzor 2013-ban, 80 éves korában, egy vele készített interjúban (Naik, 2013) arra buzdította a fiatal kutatókat, hogy többet foglalkozzanak a talajban lévő sok ezer mikroorganizmussal és a közöttük fennálló kölcsönhatásokkal, amelyek segítenek megérteni a szántóföldi növények ökológiáját a különféle időjárási körülmények között.

⁴⁷In: Szarka L. (2008) (szerk.): Talaj a Föld élő bőre. GEO-FIFIKA Földtudományi Ismeretterjesztő Füzett 10. Hillebrand Nyomda Kft., Sopron. In: Birkás M. (2012): Talaj-Iskolák. Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő.

⁴⁸Stefanovits Pál (1920-2016) ny. egyetemi tanár, professor emeritus (1990), a Magyar Tudományos Akadémia r. tagja, az MTA Agrártudományok Osztály elnöke (1990-1996), az Akadémiai Aranyérem (1999), a Magyar Talajtani Társaság örökös elnöke és több hazai és nemzetközi kitétetés birtokosa.

2. Talaj-mikroorganizmusok, teixobactin, antibiotikum

A Marc van Montagu interjút (vö.: Naik, 2013) követően 2015. év elején látott napvilágot négy amerikai, egy német kutatóintézet és két gyógyszergyár bejelentése, hogy az Észak-keleti Egyetem [Northeastern University (NU), Boston, Massachusetts, USA]⁴⁹ kutatói Kim Lewis professzor vezetésével az egyetem Mikrobaellenes Felfedező Központjában (Anti-microbial Discovery Center)⁵⁰ egy talajból izolált antibiotikumot termelő törzset (*Eleftheria terrae*) azonosítottak. A *teixobactin* (C₅₈H₉₅N₁₅O₁₅) nevű antibiotikum az emberi szervezet veszélyeztetése nélkül, *in vitro* hatásos a Gram pozitív TBC-t (tuberkulózis) okozó *Mycobacterium tuberculosis* és a lépfenét okozó *Bacillus anthracis* baktériumokkal szemben és képes megakadályozni a kórokozókkal szembeni rezisztencia kialakulását is (Ling et al., 2015; Venetianer, 2015). *In vivo* egér-tesztállatokon végzett kísérletek eredményesnek bizonyultak a gennyes gyulladásokat okozó *Staphylococcus aureus* és különböző emberi és állati megbetegedéseket okozó *Streptococcus pneumoniae* baktériumokkal szemben is. Az új antibiotikum megakadályozza a baktériumok sejtfalának felépülését (*inhibitor of cell wall synthesis*). A felfedezés óriási jelentőségű és áttörést jelent az orvostudományban és a gyógyításban, tekintettel arra, hogy az eddigiekkel szemben rezisztens baktériumok ellen is hatásos. A talajbaktériumból izolált teixobactin is ráirányítja a figyelmet arra, hogy a talaj – mint csaknem minden antibiotikum közös forrása – az élelmiszertermelés és takarmánytermesztés szempontjából kiemelt jelentőségű.

A talajtudományok, a növénytudományok, az orvostudományok, valamint az ember, állat, növény védekezési mechanizmusainak molekuláris szintű tanulmányozása és komplex szemlélete számos hasonló (analóg) és/vagy különböző összefüggéseket és új távlatokat nyitott meg a 21. század elején (Gáborjányi és Király, 2007; Maekawa et al., 2011; Király et al., 2013). Balázs (2016) „Amit a baktériumoktól tanulhatunk” c. munkája kiemeli a baktériumok felbecsülhetetlen szerepét a 21. századi biológiai tudományokban.

3. Talaj-mikroorganizmusok, integráns elemek

A talaj-mikroorganizmusok a növénytermesztés, a tápanyag-gazdálkodás és a növények védelmének integráns részei. Kedvező hatásuk van a talajra, a műtrágyák hasznosulására, a humifikációra, a talajszerkezet javítására, segítik a tápanyagfelvételt, megkötik a nitrogént, a növényi hormonok termelésével stimulálják a növények

⁴⁹Az 1898-ban létrejött alapítványi egyetemnek 2015-ben 20 034 hallgatója és 1536 tanára volt (*academic staff*). Az egyetem mottója: *light* (fény), *truth* (igazság), *courage* (bátorság). Az *US News and World Report* 2015. évi kiadása alapján az egyetemi rangsorban a 42. helyett foglalja el, amely 1985. évihez (176. hely) és a 2010. évihez (80. hely) képest jelentős előrehaladást jelent.

⁵⁰A Mikrobaellenes Felfedező Központ 2006-ban több támogató adományaiból [Nemzeti Tudományos Alap (*National Science Foundation, NSF*) és a Biológiai, Kémiai, Fizikai és Gyógyszerész Kar tagjainak támogatásával Kim Lewis professzor vezetésével jött létre. Az alapítvány vagyona 116,6 millió USA dollár.

fejlődését és csökkentik az aszály okozta veszteségeket. A *Trichoderma* nemzetségbe tartozó talajmikrobák világszerte elterjedtek és több mint nyolc évtizede ismert, hogy növényi kórokozókkal szemben ellentétes (antagonista) tulajdonságuk van. A növénytermesztésben és a növényvédelemben (biológiai védekezésben) fontos az a tulajdonságuk, hogy a *Trichoderma* nemzetség kórokozó fajokat nem tartalmaz. Az elmúlt évtizedekben számos *Trichoderma* nemzetségbe tartozó gombából (például *T. harzianum*, *T. viridis*, *T. polysporum* stb.) állítottak elő olyan készítményeket (például *Trichodex*, *SoilGard* stb.) amelyek eredményesen felhasználhatók növénypatogénekkal (például *Sclerotinia*, *Botrytis*, *Rhizoctonia* spp.) szemben (Weindling, 1932; Turóczy et al., 1994; Turóczy, 1999 és mások).

Nemrég az írországi dublini Trinity Főiskola (*Trinity College, Dublin, Ireland*) kutatói az árpanövényekkel szimbiózisban levő, endofita, talajban élő gombáról számoltak be, amely laboratóriumi körülmények között védelmet nyújtott az árpa csírafertőző betegségével szemben. Tekintettel arra, hogy ennek a mikroorganizmusnak széleskörű elterjedését a vetésváltó gazdálkodás és a növényvédő-szerek (fungicidek) gátolják, ezért a kutatás további célkitűzése olyan vizsgálatokra terjedt ki, hogy miként lehetne biztosítani az új endofita gomba mesterséges átvitelét árpa növényekre és ezzel az árpa fertőzöttségét megakadályozni patogén gombakórokozókkal szemben. Ha a tervezett *in vivo* kísérletek eredményesek lesznek, akkor az endofita gomba használatával csökkenthető a kémiai növényvédelem, amely a fenntartható, integrált gazdálkodás szempontjából fontos. Ismert az is, hogy bizonyos *Trichoderma* törzsek (*Trichoderma asperellum*, *Trifender*[®]) gátolják a napraforgó egyik súlyos gombás megbetegedését (szürkepenészes szár- és tányérrothadás) okozó *Botrytis cinerea* szkleróciumainak csírázását.

4. Talajvédelem, baktériumtrágyák, biostimulátorok

A kémia 20. századi fejlődése a világban és általában a mezőgazdaságban igen jelentős változásokat idézett elő. A mezőgazdasági termelés fokozásában a termőtalajra (talajokra) stresszként ható műtrágyázás, növényvédő szerek, talajművelési módszerek jelentős hatást gyakoroltak, amelyek elsősorban a talajéletre, talajszerkezetre fejtettek ki negatív hatásokat. A 21. század elejére nyilvánvalóvá vált, hogy a talajerózió mellett a talajok kémhatásának megváltozása, a sókoncentráció növekedése, a nitrátérzékenység fokozódása és a talajélet romlása mellett a talajok tápanyag-szolgáltató képessége, az élelmiszerek és a takarmányok tápanyagtartalma is csökkent. A termőföld és a talajok védelme a fentiekre tekintettel is kiemelkedő fontosságú. Az elmúlt 25 évben Magyarországon több mint 110 ezer ha területet vontak ki a mezőgazdasági művelésből, amely a Balaton (c. 57 ezer ha, 595 km²) felszínének kb. kétszerese (Pap, 2015).

McNeill (2011) „Valami új a nap alatt. A huszadik század környezettörténete” (Ursus Libris Kiadó, Budapest 2011) c. könyvében rámutatott arra, hogy a talajszennyezést kiváltó fémek (például ólom, kadmium, higany, cink stb.) – amelyek egyébként fontos szerepet játszanak a modern vegyipar és fémipar fejlődésében, valamint a 20. századi industrializáció megteremtésében – már kis mennyiségben is ártalmasak. Az ólom,

mint ismert, károsítja az idegrendszert, gátolja a mentális fejlődést. Egyes vélemények szerint 1950 és 1980 között az amerikai gyermekek átlagos IQ-értékének csökkenése a környezeti ólom belégzésére vezethető vissza. A talajba, a vízbe és a levegőbe kerülő fémek beépülnek a táplálékláncba. Számos példa közül megemlíthető, hogy Japánban a bányászat és a kohászat fellendülése következtében a folyómedrekből nehéz fémek kerültek a rizsföldekre, és 1980-ra a japán rizsföldek 10%-a emberi fogyasztásra alkalmatlanná vált a talaj kadmium-szennyezettsége miatt. Az 1970/1980-as években bizonyítottá vált a vegyi hulladékok – amelyeket korábban közvetlenül a környékbeli gödrökbe és tavakba hordtak – egészségkárosító hatása. Ez a felismerés sajnos egy új iparág kialakulásához vezetett, nevezetesen a veszélyes hulladékok exportjához, főleg a harmadik világ országaiba. McNeill (2011) példaképpen megemlítette azt az írónikus helyzetet, amikor 1989 előtt a Német Demokratikus Köztársaságba szállított veszélyes hulladékokat a Német Szövetségi Köztársaság az újraegyesítés után visszakapta.

A termőföld védelmében a 21. században azoknak a biológiai és talajművelési módszereknek van elsősorban jelentőségük, amelyek a talajok mikrobiológia életének helyreállítását, a jó talajszerkezet kialakítását és megőrzését eredményezik. Mindez csökkenti azt a veszélyt, hogy Magyarország területének jelenleg még csaknem 85%-nyi termőföld területe a 2050-es évekre nem fog el. Ehhez azonban szemléletváltásra, a műtrágyák és a baktériumtrágyák okszerű használatára, szakszerű termőképesség-megtartó talajművelésre és a talajbiológia és mikrobiológia alapjainak magasabb szintű oktatására van szükség. Fontos szempont továbbá a közép- és felsőfokú (egyetem) végzettségű (jelenleg 3-10%) gazdálkodók számának növelése (Anonymus, 2015c,f; Hajtun, 2015).

A talajok termékenységének javítására már az 1960-as években is használtak baktériumkészítményeket Magyarországon, de ezek (például *Azotobacter*- és *Rhizobium* fajok) környezet-barát tulajdonságuk ellenére, csupán egy-egy mikroorganizmus-törzset tartalmaztak. Az utóbbi évtizedekben újabb, de már komplex mikrobiológiai termékek kerültek forgalomba. Az elmúlt években kifejlesztett baktériumtrágyák (például *Phylazonit*, *Biorex*) és más készítmények, fontos szerepet játszanak a talajéletben, a talajregenerálásban. A *Phylazonit* baktériumtrágya segíti a növények számára a légköri nitrogén felvételét. A talajoltással növelhető a fontosabb tápelemek felvétele és ezáltal termésmenővelő hatása is van. A *Phylazonit*-termékcsalád jelentősen csökkenti a nehézfémek felvételét, amely élelmiszer-biztonsági szempontból igen jelentős, és csökkenti a talajlakó kártevőket [mocskos pajor (*Agrostis* spp.), drótféreg (*Agriotes* spp.), és fonálféreg] és javítja a talajszerkezetet is (Kohout, 2015a). A *Bactofil*[®] B10 egyik baktériumtörzse (*Pseudomonas fluorescens*) vasionokat von el a fonalas növénypatogén gombák elől (amelyek szaporodásukhoz jelentős vasion-koncentrációt igényelnek), és ezáltal azok szaporodását gátolja. A hét baktériumtörzsből álló *Bactofil*[®] baktériumtrágya fokozza a műtrágyák hasznosulását, javítja a talajszerkezetet és a talaj vízmegtartó képességét, csökkenti továbbá a talajeredetű gombafertőzéseket (Szabó és Kutasi, 2015).

A Kukorica- és Iparinövény-termelési Együttműködés (KITE) Zrt. talajbaktérium készítményekkel szélesíti mezőgazdasági kínálatát és azt kívánja elérni, hogy a talajbaktériumok használata a növénytermesztési technológia elengedhetetlen része legyen. A hazai takarmánygazdálkodás importfüggőségének csökkentése miatt

figyelmet érdemel a szója vetésterületének növelése. Ezzel kapcsolatban javaslat született a *Biofil* talajoltó baktériumkészítmény felhasználására a szójatermesztésben. A *Biofil* szója talajoltó baktérium (az egyetlen engedéllyel rendelkező szója talajoltó készítmény) olyan szimbionta *Bradyrhizobium japonicum* baktériumot tartalmaz, amely intenzív gümőképződést indukál és terméstöbbletet eredményez (Anonymus, 2015; Kohout, 2015b). Az FM, a Terragro Kereskedelmi Kft. és a gödöllői Szent István Egyetem képviselőinek részvételével 2015. május 5-én rendezett sajtótájékoztatón elhangzott, hogy a talajromlást – amelyet tk. a talaj-mikroorganizmusok számának gyors csökkenése okoz – meg kell állítani. Ennek egyik lehetőségét egy olyan fenntartható növénytermesztés teremtheti meg, amely biológiai segítséggel, baktériumos talajoltással (például *Biofil* talajoltó baktérium készítményekkel) valósítható meg. A *Biofil*-technológiának fontos szerepe van a tarlómaradványok lebontásában is (nincs szükség plusz nitrogén kiegészítésre az ún. nyári tarlóbontásban). A szárbontó készítmények, amelyek nagy kapacitású nitrogénkötő baktériumtörzset tartalmaznak, igen hatékony szárbontásra képesek és ezáltal segítik a mikrobiális talajéletet. A *Biofil*-készítményekben levő sziderofor-termelő törzsek⁵¹ gátolják a talajban élő növénypatogén gombák (például *Fusarium*-, *Sclerotinia* spp.) szaporodását (Kohout, 2015b; Anonymus, 2015f,g).

A 14 éve Magyarországon alapított *Arysta Magyarország Kft.* 2015. év elején Cegléden szakmai fórumot szervezett és tájékoztatást adott a termésnövelést, az abiotikus stressz tényezők káros hatásait csökkentő, többnyire mikroorganizmusokat tartalmazó biostimulátor-készítményekkel kapcsolatban. Az *Atonik* biostimulátort – amely segíti a generatív növényi részek fejlődését, növeli a biomasszát és a szárazanyag-tartalmat – a világban kb. 3 millió hektáron, Magyarországon pedig 70-80 ezer hektáron használják fel. Horváthné Tóth (2008) szerint az *Atonik* fokozza a tápanyagok felvételének intenzitását és javítja a növények abiotikus stresszel szembeni ellenállóságát, segíti a terméskötődést és javítja a termés minőségét. Az új, algaalapú fizioaktivátor (*Forthial GA 142 Physio Activator, Natural Project*) készítmények fokozzák a klorofill-szintézist, amely pozitívan befolyásolja a növények fejlődését és tápanyag-felvételét, elősegítik a virágzat- és terméskezdemény differenciálódást és erősítik a kórokozókkal szembeni ellenálló képességet (Csomós, 2015; Viniczai, 2015). Az AGRO.bio Hungary Kft. által forgalmazott *Algafix*[®] balatoni élő algát (*Scenedesmus obtusiusculus*) tartalmazó biostimulátor, növényi hormonokat, aminosavakat termel, és a növények légzőnyílásain (sztómákon) át a levelekbe szívódik. Az *Algafix*[®] lombtrágya segíti a növényeket a stressz hatásokkal (például rozsdafertőzés) szemben (Daoda, 2015). Az olasz *Valagro* cég algakészítményeivel (például *MC CREAM*), amelyek egy barna algafaj (*Ascophyllum nodosum*) kivonatait tartalmazzák, és amelyeket a magyarországi *Malagrow* Kft. (Szolnok) forgalmaz, sikerült a növények sejtosztódását növelni, a cukortartalmat fokozni, javítani a fotoszintetikus aktivitást és lassítani a növények öregedési folyamatait (Anonymus, 2015b). Az *Ascophyllum nodosum* tengeri algából

⁵¹A sziderofor, kis molekulatömegű, Fe³⁺-kelátképző tulajdonságú vegyület, amelyet mikroorganizmusok a vasionok felvételének elősegítésére termelnek. Két fő típusa van: 1. Katekolaminok (*Escherichia coli* enterobactin-ja), 2. Hidroxamintátok (*Aspergillus* spp. ferrichrom-ja).

PAT-technológiával (*Phisio Activator Technology*) készült biostimulátor (*GA142*) fokozza a tápanyagok (nitrogén, foszfor) felvételét és a növények fotoszintetikus aktivitását. A *Forthial* (*GA142* + magnézium) a *Multoleo* (*GA142* + bór) olyan biostimulátorok, amelyek mikroelemekkel kiegészítve növelik a növények stressz-tűrését.

Újabban kedvező eredményeket értek el az *Algafix*[®] + *AminoBór*[®] kombinációval kezelt növényeken. Tekintettel arra, hogy a bór fontos szerepet játszik a növények auxin-szintézisében, hiánya pedig gátolja a sejtosztódást, akadályozza a gyökér- és szállítósejtek kialakulását, ezért a virágzás előtti kombinált kezelés a növények lombtrágyázásában jó eredményekhez vezethet (Tamás, 2016). Nemrég kísérleti jelleggel került kipróbálásra az *N-Lock* készítmény, amely jelentős szerepet tölthet be a talajok nitrogén-vesztésének pótlásában olyan kultúrákban, amelyeknél a tápanyag-utánpótlás karbamid műtrágyára alapult. Az *N-Lock* hatóanyaga a nitrapyrin ($C_6H_3Cl_4N$), amely szelektíven gátolja a talajban a nitrifikációs folyamat során az ammónium-ionok nitritté, majd nitráttá alakulásáért felelős baktériumok (*Nitrosomonas* spp.) működését. Előnye, hogy a karbamid műtrágyával kijutatott, ammónium formában levő nitrogén-tápanyag nem tud instabil (a levegőbe elillanó, talajvízbe kimosódó) nitrogén vegyületté átalakulni, ezáltal a növények számára nagyobb mennyiségben felvehető formában marad, amely a környezetterhelést is csökkenti (Kosztolányi A.: *Agrofórum* 10: 90-91, 2015).

5. Alkalmazkodó talajművelés

Tanka Endre a Károli Gáspár Református Egyetem Állam- és Jogtudományi Karának emeritus professora, az MTA doktora, rámutatott arra, hogy „...a 21. században – a civilizáció összeomlásának az elkerüléséhez – a túlélés parancsa kikényszeríti a föld (talaj), az édesvízkészlet, és az élelmiszertermelő képesség új értékrendjét, az új földműves embertípus képességeinek és készségeinek kifejlődését, amelyhez vissza kell szerezni a paraszti őstudást, annak megtartó hagyományait, erkölcsét és értékeit...” (Tanka, 2014). Ehhez szükség van azonban arra, hogy az évszázadokat átívelő „növényközpontú” talajművelésről és az 1975/2000-es évekre jellemző „talajközpontú” művelésről a 2000. évtől kezdődő „klímaközpontú” művelésen át olyan „alkalmazkodó” talajművelésre kell áttérni, amely a talaj elsőbbségét helyezi előtérbe, tekintettel a talajpusztulás megakadályozására, a fizikai és biológia alapok javítására és kímélésére, a káros klímahatást enyhítő talajkondíció létrehozására, a környezet minőségének és a gazdálkodás színvonalának fenntartása érdekében (vö.: Birkás, 2015).

6. A „Talajok Nemzetközi Éve”

A talajok felbecsülhetetlen jelentősége, multifunkcionalitása abban van, hogy nélkülözhetetlen az élelmiszer és takarmány előállításban, a vízhasznosításban a biodiverzitásban a talaj mikroorganizmusok életfeltételeinek biztosításában, a környezeti örökség megőrzésében és az agrárkultúra fennmaradásában. Mint ismert az

élelmiszerek és a takarmányok 95%-a a talajból származik, ezért a talajok egészségi állapotának megőrzése az emberi egészség, az állati egészség fenntartása és fennmaradása szempontjából is fontos. A Földről évente 50 ezer km² termőföld tűnik el a talajkárosító folyamatok [talajpusztulás, ún. talajlefedés (termőföldre épített utak, létesítmények)] miatt. Magyarországon még ennél is rosszabb a helyzet. Németh (2007) adatai szerint az elmúlt évtizedben (1996-2006 között) 17%-kal csökkent a művelésből kivont területek nagysága és sajnos egyes iparágak, szolgáltatások fejlődésével degradálódott a mezőgazdaság szerepe is.

A 2002. évi Talajtani Világkongresszuson (Thaiföld) felvetődött gondolat után az Egyesült Nemzetek 68. közgyűlése a 2015. évet a „Talajok Nemzetközi Évének” (*International Year of Soils*) és 2015. december 5-ét a „Talajok Világnapjának” nyilvánította. A Talajok Nemzetközi Évének mottója „Egészséges talajokat az egészséges életért” (*Healthy soils for a healthy life*) kifejezi annak a nemzetközi összefogásnak a fontosságát, amely felhívja a figyelmet a tudatos és fenntartható talajművelésre és tápanyag-gazdálkodásra, és általában a talaj szerepére az élelmiszer-biztonságban és a takarmány-biztonságban, a fenntartható fejlődésben, a fenntartható gazdálkodásban, az éghajlatváltozás hatásainak az enyhítésében és nem utolsósorban az emberi élet minőségének javításában. A termőföld – amely minden nemzet közös öröksége – védelme, fenntartása és a jövő nemzedékek számára történő megőrzése, minden ember és minden idők kötelessége.

A termőföld – amelynek abszolút területét növelni nem lehet – a mezőgazdaság alapja. A termelés (művelésiág-váltás) intenzitásával lehetséges az egységnyi területre eső termelékenység fokozása. Intenzív művelési ágak (például kert, szőlő, gyümölcsös) még a munkaerő-foglalkoztatás szempontjából is kedvezőek. Sajnos ezen intenzív művelési ágak 1990-től, amint erre Kalmár (2015) a Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar és Menedzsment Intézet, Agrárgazdasági Menedzsment Tanszék korábbi egyetemi tanára rámutatott, visszaszorultak: 1985-ben 339 ezer ha kert, 104 ezer ha gyümölcsös és 154 ezer ha szőlő volt. 2012-ben ezek a művelési ágak pedig 81, 93, és 82 ezer ha-ra csökkentek. A 341 ezer ha abszolút termőterület-csökkenés szántóegységben 1436 ezer ha-nak felel meg, amely gyakorlatilag egyenlő a Dél-dunántúli régió 1353 ezer ha területével. Egy ilyen hatalmas terület termőképességének eltűnése komoly figyelmeztetés.

A Talajok Nemzetközi Éve alkalmából Magyarországon a Magyar Talajtani Társaság vezetésével és más szervezetek [például Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBiH), az Axiál Kft., az Agrova Kft. és mások] együttműködésével megalakult a Magyar Talajvédelmi Egyesület (MTE), amelynek legfontosabb célkitűzése a talajok védelmével, megőrzésével kapcsolatos ismeretek, és talajokról való felelősségteljes gondolkodás terjesztése.

A Talajok Nemzetközi Éve alkalmából a Földművelésügyi Minisztérium Élelmiszerlánc-felügyeleti Főosztály 2015. március 9-én Budapesten konferenciát szervezett, amelynek célja a gazdálkodók számára a talajvédelemmel és a környezetet kímélő talajhasználattal volt kapcsolatos. A konferenciának az aktualitását adta az is, hogy a világ talajkészletének 33%-a degradált állapotban van, és a termelésből kivont területek nagysága is növekedett. Ez a probléma szükségessé teszi a talajjal kapcsolatos

oktatás, kutatás és szaktanácsadás ismereteinek szélesítését és a hatósági (földvédelem), valamint szakmai (minőségi talajvédelem) feladatok kijelölését és ellátását (Jóri, 2015; Kohout, 2015a).

A Talajok Nemzetközi Éve (2015) alkalmából figyelemre méltó cikket közölt Pálmai Ottó agrárkémikus agrármérnök „Méltó múlt és kérdéses jövő” címmel (Pálmai, 2015). Ebben a dolgozatban áttekintést adott a növénytáplálással és talajtermékenységgel kapcsolatos történelmi időkre is visszanyúló, de főképpen a jelent és a jövőt érintő problémákról. A növénytermesztési technológiában a 1970-es években kialakított talajtápanyagvizsgáló laboratóriumi rendszer (táblaszintre lebontott tápanyag-utánpótlási szaktanácsadás, tápanyagmérleg, mikroelem-kiegészítési javaslatok), és erre épített szaktanácsadás képezte az alapját annak a fejlődésnek, amely a hazai mezőgazdasági termelés tápanyagmérlegét pozitív irányba fordította, és amely világszerte is elismert volt. A három évtizedre (kb. 2000. évig) jellemző, átgondolt és tudatos szervezés, valamint irányítás mellett éves átlagban 230 kg nitrogén-foszfor-kálium (NPK)/hektár hatóanyag felhasználására került sor. Ez az ún. „talajfeltöltő” trágyázás igen jelentős hatással volt a magyar mezőgazdasági termelés elismertségében. A magyar mezőgazdaság kemizálását ért „környezetkárosítás” vád mellett érdemes megemlíteni, hogy a mezőgazdaságilag fejlett országokban (például Németország, Franciaország) ebben az időben 430-310 kg NPK/ha hatóanyagot használtak fel. A rendszerváltás, illetve -változtatás után bekövetkezett események, változások egyik kirívó példája volt a műtrágya-felhasználás drasztikus csökkentése (40 kg NPK/ha hatóanyag), amely jelenleg a növények tápanyagigényének kb. 60%-a (70 kg NPK/ha); ez a tény a korábbi évek „tápanyagtőkénének” elhasználását jelenti és egyben jelentős változtatást igényel.

A termőföld termőképességét (1994. évi LV.), és a termőföld védelmét (2007. évi CXXIX) szolgáló törvények maradéktalan betartása és a környezetvédelmi szempontok figyelembe vétele mellett érdemes hangsúlyozni, hogy a mezőgazdaságilag fejlett európai országokban jelenleg felhasznált NPK kg/ha műtrágya hatóanyagot (Dánia 107 kg, Lengyelország 158 kg, Németország 136 kg, Hollandia 131 kg) a hazai 73 NPK kg/ha mennyiség használata mellett a talajok védelmére és a növények igényére tekintettel növelni szükséges, amely hozzájárul az agrártermelés fokozódó célkitűzéseinek megvalósításához.

Mindezek mellett hangsúlyozni kell, hogy a 21. században a fenntartható gazdálkodást nem elsősorban a kémiai módszerek, hanem a mezőgazdasági kutatás fókuszába került talajtani-, mikrobiológiai-, növényvédelmi-, vízgazdálkodási kutatások, az agroökológiai nemesítés és a biológiai tudományok (genetikailag módosított növények) által elért eredmények biztosíthatják.

7. A „Föld Napja”

Négy és fél évtizedre nyúlik vissza D. Hayes egyetemista kezdeményezése az Amerikai Egyesült Államokban a „Föld Napjának” (*Day of the Earth*) megünneplésére 1970. április 22-én. Az ünnep „Ki mondta, hogy nem tudod megváltoztatni a világot?” jelszóval vette kezdetét.

Az 1970-es évek után fokozódó ipari szennyezés, üvegházhatás, őserdő-irtás, sivatagosodás, túlnépesedés, óceánok szennyeződése hatásának felismerése után 1989-ben Kaliforniában létrehozták a „Föld Napja Nemzetközi Hírközpontot”, amely hírlevelekkel tájékoztatta 140 ország 200 millió lakosát. A felhívásra 1990-ben Magyarországon is megalakult a „Föld Napja Alapítvány”. Ez a minden évben, április 22-én megünneplelt nap és rendezvényei (fák, növények, virágok ültetése, környezetbarát kertészkedés, környezetbarát közlekedés, folyók, erdők megtisztítása a szeméttől stb.) felhívják a világ figyelmét a Föld kritikus állapotára, a környezetszennyezésre, az éghajlatváltozásra és a fenntartható fejlődést akadályozó problémákra. A 2015. évi Föld Napja „Adjunk a Földnek” mottója azt fejezi ki, hogy az emberiségnek kötelessége visszaadni a Földnek mindazt, amit elvett tőle. A természetet szerető és tisztelő gondolkodás és cselekvés a jövő fennmaradásának záloga.

A 2016. évi 26. Föld Napja (április 22) mottója „Fákat a Földnek” volt. Ennek az adott aktualitást, hogy a Föld erdőállománya minden évben 15 milliárd darab fával csökken, a földhasználat megváltozása, a városiasodás és a helytelen erdőgazdálkodás miatt. A világ számára felhívás, hogy 2020-ra a 30. Föld Nap-ra 7,8 milliárd fát (minden ember 1 fát) kell ültetni. A 2016. évi ünnepnek további jelentőséget adott, hogy április 22-én több mint 100 ország részvételével 60 államfő jelenlétében, New York-ban írták alá a 2015. évi Párizs-i klímamegállapodást. A legnagyobb szén-dioxid kibocsátó Amerikai Egyesült Államok mellett Kína és Japán is aláírta az egyezményt.

8. A víz és a „Víz Világnapja”

Az ókori, egyiptomi, mezopotámiai, kínai és más civilizációk folyók mentén jöttek létre és indultak virágzásnak. A társadalmak fennmaradásában és az életközösségek megőrzésében a víznek meghatározó szerepe volt és van ma is. L'vovich és White (1990) adatai szerint 1700 és 2000 között 110 km³-ről 5190 km³-re növekedett a világban a vízkivétel (becsült adat). A 20. században megkilencszereződött az elhasznált víz mennyisége, amely nem feltétlen a megnövekedett népesség fogyasztása miatt következett be, hanem az ipar, mint jelentős vízfelhasználó került előtérbe. A vízfelhasználás kontinentális megoszlásában Ázsia 60%-kal, Észak-Amerika 18%-kal, Európa pedig 13%-kal részesedett. 1920-ra a világ gazdagabb felének városai már egészséges ivóvízzel tudták ellátni a lakosságot. A víz – mint minden erőforrás – azonban kimeríthető.

Az elmúlt kétezer évben az édesvíz mennyisége nem növekedett, miközben az emberiség lélekszáma 250 millióról 7,2 milliárdra növekedett. Az egy főre jutó vízkészlet az 1970-es években 13 500 m³/év volt, 2015-ben pedig már csak 5500 m³. A vízhiány veszélyezteti az emberiséget. A vízhiányra tekintettel Kaliforniában vízfogyasztás-korlátozást rendeltek el. Az egy főre eső vízhatalmat mértékét 8-36%-kal csökkentették. Ennek mértéke például San Francisco-ban 8%, Los Angeles-ben 16%, Beverly Hills-ben 36%. A víz jelentős hiányát több tényező idézte elő; ezek közé tartozik például a Sierra Nevada hegység hótakarójának jelentős csökkenése, a mértéktelen szintre növekvő lakossági fogyasztás, amely elérte a 800 liter/fő/nap mennyiséget is. Ennek következtében olyan szélsőséges vélemények is kialakultak, hogy

a mezőgazdasági területek öntözését és az állattenyésztést – mint az egyik legjelentősebb vízfelhasználót – is vissza kellene fogni.

Postel (2013) egyik munkájában áttekintést adott az édesvíz szerepéről az életközösségek megőrzésében. Ebben a munkában holland kutatókra hivatkozva megemlítette, hogy 1996 és 2005 közötti időszakra vonatkoztatva az emberiség átlagos vízlábnyoma $9087 \text{ km}^3/\text{év}$ volt, amely megfelel 500 Colorado-folyó éves vízhozamának. A földrajzi aránytalanságok és az eloszlás (monszun és aszály) heterogenitása, a klímaváltozás, amely a száraz területeket még szárazabbá, a nedves területeket még nedvesebbé teszi, fokozza a szélsőségeket és a problémákat. Postel (2013) szerint az édesvíz nélkülözhetetlen az életben maradáshoz, semmivel sem pótolható és nagy távolságokra sem szállítható, ezért a felhasználás módja és a vele való gazdálkodás mikéntje a fenntarthatóság szempontjából igen fontos. Ezért – javaslata szerint – (1) Az összes vízgyűjtő területen ügyelni kell arra, hogy minden ember alapvető szükséglete kielégüljön; (2) Az ökológiai infrastruktúrát meg kell őrizni azért, hogy biztosítani lehessen a vízáramlás mennyiségét, minőségét és időzítését, ami az ökoszisztéma-szolgáltatások fenntartásához fontos; (3) A talajból történő vízkinyerésénél meg kell győződni arról, hogy a víztartalékok nem merülnek-e ki és ezzel nem sérülnek-e az ökoszisztémák. Ezeknek a szempontoknak a betartásától ugyan távol van az emberiség, de a „vízkimerítés” problémájának felismerésével már több helyen, például Andhra Pradesh (India) államban is foglalkoznak, ahol a falusi gazdálkodók ellenőrzik a csapadék mennyiségét, a víztárolók vízszintjét, és olyan módszert dolgoztak ki, amellyel a víztározók vízszintje megállapítható. Víztakarékos öntözési módszereket alkalmaznak, kevésbé vízigényes növényeket termesztenek és a vízhasználatot a fenntartható talajvíz-gazdálkodáshoz igazítják. A vízlábnyom csökkentése az emberiség közös érdeke.

Az ivóvíz-ellátottság mellett fontos kérdés a szanitáció (egészségügyi ellátás), amint erre Szöllösi-Nagy András az MTA Doktora, egyetemi tanár, a Vízügytanács igazgatótanácsának tagja (akit Áder János köztársasági elnök 2015 április közepén a Vízügytanács elnökének javasolt) rámutatott. Ismert például, hogy Fekete-Afrika minden második kórházi ágyán fertőzött vízzel kapcsolatos beteg van, és világszerte minden nap 6 000 gyermek hal meg ivóvíz okozta fertőzés következtében.

A megnövekedett vízigénnyel kapcsolatban a szennyvíz-tisztítás nem tudott lépést tartani. Kínában a lakosság 90%-a, Manilában 89%-a, Dakkában 82%-a, Karacsiban pedig 80%-a még 1980-ban sem tudott csatlakozni a szennyvíz-hálózatra. A tiszta víz, a víztisztítás és a szennyvíz elvezetés lehetősége és birtoklása növelte a világban a szegények és a gazdagok közötti különbségeket, amelyek nemcsak vagyoni, hanem egészségügyi különbségekben is megnyilvánultak. Súlyos problémát jelentett a fejlett ipari országok gazdasági növekedéséből származó vegyi szennyezés, amely mindezek előtt az ivóvizet, a folyókat és a tengereket veszélyeztette.

McNeill (2011) szerint különösen veszélyt jelentettek a 19. században az iparvidékké vált Ruhr-völgy (Németország) szén- és vasérc lelőhelyei, gépgyártása, vegyipara, amely a svájci Alpokból az Északi-tengerbe ömlő, 1300 km hosszú Rajna-folyót szennyezte. A tokhalban gazdag folyóból 1931-ben fogták ki az utolsó példányt. Az 1980-as években a Rajnából kifogott halak *poliklórozott bifenil (PCB)* tartalma pedig az

étkezés szempontjából még megengedett mennyiség négyszázszorosát tartalmazta. Környezeti katasztrófát jelentett 1986-ban a Sandoz (Bázel-hez közel Svájcban) vegyi raktárában keletkezett tűz, amelynek során a tűzoltók a raktárra fecskendezett vízzel olyan nagy mennyiségű gomba-, rovar- és gyomirtó szereket mostak a Rajnába, hogy a folyó 180 km-es szakaszán a vízi élővilág kipusztult. Két év kellett ahhoz, hogy 1988/89-re a folyó élővilága regenerálódjon. A szennyezés a tengereket sem kimélte. A Földközi-tenger szennyeződése főleg a 20. században vált súlyossá, amelyet az energiarendszer átalakításával járó olaj idézett elő.

A Földközi-tenger, a Perzsa-öböl olajmezőinek feltárása és 1948. évi kitermelése, valamint a Szezei-csatorna megnyitásával a világ fő olajutvonallává vált. 1990-ben a tengeri olajszállítmányok 25%-a a Földközi-tengeren bonyolódott le. A Földközi-tenger – mint a világ legnagyobb beltengere – hozzájárult a Mediterránium országainak nagymértékű iparosodásához és gazdasági fejlődéséhez. Az ipar mellett a mezőgazdaság (műtrágyázás, növényvédő szerek túlzott használata) és a háztartási szennyvíz okozta eutrofizáció (főleg az Adriai-tenger sekélyvízű részein, ahol gyorsan felmelegszik a víz, és ahol a víz cirkulációja gyenge) okozta veszély megnövekedett. McNeill (2011) szerint az eutrofizációból eredő „vízvirágzás” (vörös dagály, *Red flood*) 1969 után felerősödött, amelyet a növekvő tápanyagterhelés és az egyre melegedő vízhőmérséklet idézett elő. Ez az ökológiai jelenség hatással van a tengeri élővilágra, halállományra és az idegenforgalomra is. A veszélyeket felismerve, 1970 után fölerősödött a környezet-tudatosság, amely a Földközi-tengerrel határos országokban egy cselekvési tervet (*Mediterranean Action Plan*) hozott létre, amelynek lényege a vízgyűjtő területekre kiterjedő környezetvédelmi irányelv volt. Ennek során számos szennyvíztisztító-telep létesült (például Marseille, Kairó, Alexandria, Aleppó), koordinált fejlesztések jöttek létre, a turistákért folytatott „verseny” pedig segítette a tengerparti vizek állapotának stabilizálódását, annak ellenére, hogy a turizmus hozzájárul a környezetszennyezéshez.

Az Egyesült Nemzetek Szervezete (*United Nations Organization*) 47. Közgyűlése a Dublin-i és a Rio de Janeiro-i konferenciák javaslatára, a víz fontosságára tekintettel, március 22-ét a „Víz Világnapjává” (*World Water Day*), a 2005-2015 időszakot pedig a „Víz az életért” (*Water for the life*) nemzetközi cselekvés évtizedének nyilvánította. 1994-óta, immár 22 éve emlékezik meg a világ arról a természeti kincsről, amely az emberiség fennmaradását és a fenntartható fejlődést biztosítja, és arról is, hogy 780 millió (más adatok szerint 2 milliárd) embernek okoz napi problémát az életben maradáshoz szükséges ivóvíz hiánya, valamint fertőzöttsége, amely több mint 4 millió ember halálát okozza évente. Az ivóvízkészletek rohamos csökkenése, minőségének romlása és az édesvízrendszer – a Föld teljes vízkészletének csupán 0,08%-a alkalmas emberi fogyasztásra – szennyeződése, a folyóvizek (például Tisza ciánszennyeződése 2000-ben), a tavak, tengerek olajszennyeződése és élővilágának, a korallszigeteknek pusztulása, olyan globális problémát jelent, amely a világ nemzeteinek összefogását igényli.

Sohns és Crowder (2013) a „Fenntartható halászerületek és tengerek: az ökológiai összeomlás megelőzése” c. munkájában megállapította, hogy a korallok a legutóbbi 400 ezer év legalacsonyabb pH-ját és legmelegebb óceáni hőmérsékletét élik meg; a korallzátonyok 75%-a veszélyben van. Az előrejelzések szerint 2050-re minden korallzátonyt

fenyeget a tengerek savasodása, a túlhalászás, a hajózás és a mezőgazdasági eredetű szennyvízbefolyások. Az emelkedő hőmérséklet és a tengeri sókoncentráció súlyosan érinti a több mint 500 millió ember megélhetését, amely alapvetően a halászerületektől függ. Az emberiség csaknem felének, 3 milliárd ember számára a halfogyasztás adja a fehérjeeredetű táplálék 15%-át. A kereskedelmi halfajok túlhalászása következtében a halászati területek 70%-át a kimerülés veszélyezteti, amely a csúcsragadozók (cápák, tonhalak) számának jelentős csökkenését eredményezte és zavarokat idézett elő a tengeri táplálékláncban és az ökoszisztémákban.

Figyelemre méltó, hogy a világ jelenlegi 7,2 milliárdot elért népességének 60%-a a tengerparttól számított 100 km szélességű sávon belül él. Az 5 millió főt meghaladó 39 város 60%-a a tengerpart 100 km-es körzetében van. A tengerpartok ilyen arányú emberi fejlesztése megváltoztatta a vízgyűjtőterületek hidrológiáját, a forrásvidék vegetációját és a túlzott vízfogyasztás veszélyezteti a helyi és a regionális vízforrásokat. Sohns és Crowder (2013) véleménye szerint „A jövő bolygószerű és geopolitikai stabilitása attól függ, hogy fenntarthatóan kezeljük-e a tengert és megvédjük-e a globális környezetet.

Kofi Atta Annan az Egyesült Nemzetek korábbi főtitkára (1997-2006), Nobel-békedíjas (2001) politikus, közgazdász, számos egyetem (Drezda, Berlin, Tilburg, Charleton, Ottawa, Lisszabon, Uppsala) díszdoktora, az egészséges ivóvíz fontosságát hangsúlyozva a következőket mondta: „Véglegesen nem győzhetjük le az AIDS-et, a TBC-t, a maláriát vagy egyéb más fertőző betegséget, amely fenyegeti a fejlődő világot, amíg nem nyerjük meg az egészséges ivóvízért, a szennyvíz-elvezetésért és az alap-egészségügyi ellátásért folytatott harcot”.

8.1. Vízgazdálkodás, vízstratégia

A Magyar Tudományos Akadémia (MTA) korábbi elnöke, Pálinkás József 2009-ben a Köztestületi Stratégiai Programok keretében az ország fejlődése szempontjából nyolc kiemelt területen (például Vízgazdálkodás) stratégiai elemzést kezdeményezett. Ezzel kapcsolatban jelent meg Somlyódi László Széchenyi-díjas vízépítő mérnök, egyetemi tanár az MTA r. tagja szerkesztésében „A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései” (Magyar Tudományos Akadémia, Budapest 2000/2002) c. kiadvány. A 335 oldalas könyv hézagpótló és sikeres volt. Ennek ellenére a szerkesztő és több fejezetben is társszerző Somlyódi (2011) későbbi véleménye szerint „...a siker azonban csak látszólagos és tiszavirág-életű volt, hatása gyorsan lecsengett anélkül, hogy bármilyen érdemi stratégia megszületett volna, amelyet megalapozott cselekvések követtek volna.”

A feladatok és a megoldandó problémák növekedésével szükségszerűvé vált a megújulással feltárandó problémák megoldása. Újabb célként jelent meg a főbb vízgazdálkodási feladatok azonosítása, ütemezése, a prioritások megfogalmazása és a költségek mérlege. Szakértőkre (Ács Tamás, Buzás Kálmán, Clement Adrienne, Gábor Tímea, Gayer József, Koncsos László, Ligetvári Ferenc, Nováky Béla, Reich Gyula, Simonffy Zoltán, Somlyódi László) támaszkodva SWOT (erősségek, gyengeségek, lehetőségek, fenyegetettség) elemzéssel elkészült újabb kiadvány (vö.: Somlyódi, 2011) hat szakterületen (1. Készletek és igények; 2. Víztisztaság; 3. Árvízvédelem; 4. Területi vízgazdálkodás; 5. Települési vízgazdálkodás; 6. Kormányzás) végzett elemzést mutatott be,

amelyet további fejezetek (Az éghajlatváltozás és hatásai; A vízkeret-irányterv, vízkészletek és igények; A vízminőség-szabályozás, árvízvédelem és stratégia; Területi vízgazdálkodás; Települési vízgazdálkodás; A hazai vízgazdálkodás intézményrendszere) és az egyes fejezetekhez kapcsolt irodalom tettek teljessé.

A gyengeségek közül megemlíthető (1) A vízkészletek egyenlőtlen eloszlása, és az éghajlatváltozás hatásaira érzékeny vízkészletek; (2) Kisvíz-folyások kedvezőtlen állapota, nagy érzékenysége, a vízfolyások 8%-a, az állóvizek 17%-a éri el az Európai Unió Vízkeret irányelvében megfogalmazottakat (EU-VKI); (3) Az árvíz okozta károk értékelésének a hiánya, magas védekezési költségek és károk, alulfinanszírozottság; (4) Termőhelyi adottságok korlátozott figyelembe vétele, vízkészletek, szélsőségek, mezőgazdaság, területhasználat, tájökológia harmóniájának a hiánya, birtokviszonyok változását nem követő vízelvezető rendszerek, tisztázatlan tulajdoni és felelőségi viszonyok; (5) Nagy a szolgáltatók száma, egyes régiókban szűkösek az ivóvízkészletek, vízminőségi problémák, 1200 kistelepülés szennyvízének kezelése hiányos; (6) Eltérő a vízgazdálkodási, környezetvédelmi és természetvédelmi törvény szemlélete, gyakoriak a változó jogszabályok; (7) Önkormányzatok szakemberháttéré, bonyolult engedélyezés, hatástalan ellenőrzés stb.

A fenyegetettség közül az alábbiak emelhetők ki: (1) Az éghajlatváltozás nem kielégítően feltárt hatásainak erősödése, a fenntarthatóság háttérbe szorulása, a gazdasági érdekek miatt illegális vízhasználat; (2) Az éghajlatváltozás hatásai, a mezőgazdaság fellendülése és a műtrágyahasználat növekedése a vizek szennyezését növelheti; (3) Szélsőséges időjárás, az éghajlatváltozás hatásai a szélsőségekre; (4) A meglévő vízelátó rendszerek kapacitásának csökkenése, a táblaszinten rendelkezésre álló vízkészletek kimerülése, az árvédelmi rendszer további gyengülése, a termelés költségeit el nem viselő vízdíjnövekedés, a termékek kedvezőtlen értékesítési lehetőségei; (5) Szezonális változások, minőségromlás a felszíni és karsztvízbázisoknál, vízdíj-növekedés, a műanyag csöves csatornahálózat élettartalma kisebb az árképzésnél figyelembe vett 50 évnél, idő előtti rekonstrukciós igény; (6) Változó tulajdonviszonyok, vízgyűjtő gazdálkodási terv túlzott ökológia eredmény-orientált, és nincs erős kapcsolat a civil társadalommal, vagyonfelelés, és az elkészült projektek fenntartása nem megoldott.

A tanulmány a specifikus feladatok között említette meg azt, hogy például mi lesz annak az 1200 kistelepülésnek (c. 700 ezer lakos) szennyvízével, amelyek a jelenlegi rendszerben nem kaphatnak támogatást csatornahálózat és szennyvíztisztító-telep építésre, vagy a területi vízgazdálkodás öntözéssel – mint „neuralgikus” területtel – kapcsolatos kérdései, amelyek tk. arra mutatnak rá, hogy a Tisza vízgyűjtőjének külföldről érkező kisvízű hozamának megőrzésével 400 ezer ha szántóföld öntözhető, de ha ebből az intenzív öntözésre 80 ezer ha-t kétszeres vízigénnyel feltételezünk, akkor a szántóföldi területre marad 240 ezer hektár. Ezek a területek a nyilvántartás szerint a jelenleg öntözött területekkel együtt (kb. 30 ezer ha intenzív és 70 ezer ha szántóföldi) a távlati igények (150 ezer, illetve 500 ezer ha) közel 2/3-át teszik ki. A tanulmány rámutatott arra, hogy az éghajlatváltozás felerősíti az öntözés és a vízkészlet-gazdálkodás érzékeny pontjait: Csökkenő hasznosítható készletek, kiszolgáltatottság a külföldről érkező vizek mennyiségével kapcsolatban, a tározás jelentősége nő, az öntözés és a halastavak vízigénye 50%-kal is növekedhet, az ivóvízellátás veszélyezett (főleg

az Alföldön) és elérheti az 50%-ot. A vízhiány növeli a versengést, konfliktusokat eredményezhet, vízkorlátozások léphetnek fel és hatékony ellenőrzés hiányában illegális vízhasználat alakulhat ki.

Különösen figyelemre méltó Nováky (2011) által írt „Az éghajlatváltozás és hatásai” c. fejezet, amelyben a szerző rámutatott arra az előrejelzésre (Nemzeti Éghajlat-változási Stratégia, 2008), amely szerint a 21. században hazánk éghajlata melegebbé és szárazabbá válik, a mediterrán jellege erősödik, és gyakoribbá válnak a szélsőségek. A klímamodellek szerint a hőmérséklet adott évben minden évszakban emelkedik, az évi csapadék csökken, és növekszik a száraz időszakok hossza. Mindezek hatással vannak a mezőgazdaságra, az élelmiszer- és takarmányellátásra. Somlyódi (2011) a vízgazdálkodás hagyományos alapkérdésére „ki tudjuk-e elégíteni területileg és időben az igényeket, és ha igen, hogyan?” adott válasza „óvatos igen”, ui. az országot inhomogenitás és kritikus térségek jellemzik. Hidrológiai szempontból Magyarország ugyan kedvező helyzetben van tekintettel arra, hogy a Föld egyik legzártabb medencéjének legmélyén helyezkedik el, ahová a vizek három irányból érkeznek, és délre távoznak. Az országos vízmérleg (vö.: Somlyódi, 2011) szerint azonban a külföldről érkező 112 km³ víz és a külföldre távozó 117 km³ víz elgondolkodtató. A hazai csapadék 56 km³, a párolgás 49 km³, a felszín alatti vízből a vízfelhasználás 1 km³ a felszíni vízből a vízfelhasználás 1 km³, és a hazai vízfelfolyás 6 km³. Somlyódi (2011) szerint látszólag vízbőség jellemzi az országot, de valóságos-e ez a bőség? Véleménye szerint jobb lenne inkább átgondoltan felhasználni az országon belül keletkező „fölösleges” készletet mind a mezőgazdaságban (1000 ha szántóföld öntözésére felszín alatti vizekből 1,75-2 millió m³ vízre van szükség), mind a településeken. Somlyódi (2011) megemlítette, hogy a csapadékvíz közvetlen hasznosítása (*rainwater harvesting*) napjainkban teret nyerő gyakorlat. A háztetőkről lefolyó és egyszerű szűréssel kezelt vizet a háztartásokban az ún. nem ivóvízminőséget igénylő célokra (WC-öblítés, takarítás, növények öntözése stb.) jól lehet hasznosítani és ezzel ivóvizet és energiát lehet megtakarítani.

A Központi Statisztikai Hivatal (KSH) és az MTVA Sajtó és Fotóarchívuma (MTI) adatai szerint 2000 és 2010 között Magyarországon a mezőgazdasági vízfelhasználás (millió m³-ben) a következő volt: 2000 = 115,8; 2001 = 110,7; 2002 = 157,7; 2003 = 189,2; 2004 = 109,0; 2005 = 58,8; 2006 = 69,9; 2007 = 162,7; 2008 = 143,3; 2009 = 161,1; 2010 = 55,0 millió m³.

Somlyódi 2015. február 26-án az MTA Pécsi Területi Bizottsága éves közgyűlésén „Mit tudunk a vízről és mit nem?” c. előadásában tk. hangsúlyozta, hogy a legnagyobb dilemma az, hogy víz-energia-élelmiszer krízisek következhetnek be és 1 milliárd ember vízellátás nélkül maradhat. A fokozódó húsfogyasztás miatt az állattenyésztés szükségszerű fejlesztésével a vízfogyasztás rohamosan növekszik (Horn, 2007, 2008, 2011, 2012, 2015; vö.: Horváth, 2015d). Ismert például, hogy 1 kg marhahús előállításához 16 m³, 1,0-1,2 kg búza szemtermés előállításához 1 m³ (ami évente 3600 millió m³ vízmennyiséget feltételez), más adatok szerint 1 tonna gabona (búza, kukorica) előállításához pedig 1500 m³ vízre van szükség (Lantos, 2007; Postel, 2013; Somlyódi, 2015). A rendelkezésre álló vízkészletek sok helyen már ma sem elegendők, globális vízváltás fenyeget. Elhangzott az előadásban az is, hogy „A gazdasági és politikai kényszerek miatt a mindennapokban alkalmazott technológia nem követheti a műszaki

fejlődést, így könnyen előállhat olyan eset, hogy nem lehet elérhető áron tiszta vizet juttatni mindenkinek.”

Beszédes József (1787-1852) vízépítő mérnök, az MTA tagja (1831), a magyarországi tavak (Balaton, Fertő-tó) vízrendezésének és vízszintjének kidolgozója, a komplex vízgazdálkodás és árvízvédelem (ármentesítés), valamint a folyók (Sió, Sárvíz, Kapos) medrének szabályozása és a mocsarak lecsapolásának úttörője másfél évszázaddal ezelőtti gondolatai „Házad udvarából ne ereszd ki az esővizet, vagy hó levét, míg nem használtad, így határodból, vármegyéből, országodból használatlanul a vizet ki ne bocsásd” ma is időszerűek.

Andrásfalvy Bertalan egyetemi tanár, néprajztudós (etnográfus), Művelődésügyi és Közoktatási miniszter (1990-1993), a Duna-menti ártéri gazdálkodás és a víz magyarországi szerepével foglalkozó írásai mellett egy nemrég megjelent munkájában („A víz a magyar történelemben” (Magyar Tudomány 11: 1313-1321, 2013) a vizet, a földet, a napfényt, a levegőt, a klímát az életgazdaság és biodiverzitás minőségét meghatározó legfontosabb elemnek nevezte. A nagy ívű történeti áttekintés végén a nemzet jövőjében gondolkodó, értéket teremtő és közvetítő professzor a következőket írta: „Ha visszaadnánk az egykori árterületeket a víz időszakos elárasztásának, e vizes élőhelyeken a most szerencsés körülmények közt megvédett búzatermés értékének többszörösét nyerhetnénk meg... Halastavakkal, gyümölcsöt termő kertekkel, erdőkkel, takarmányt termő rétekkel, természetes szennyvíztisztítással, nád- és gyékénytermesztéssel, vizes kultúrákkal, például algatermeléssel stb.” (Andrásfalvy, 2013).

Heisele (2015) a tudatos vízgazdálkodással kapcsolatban tk. rámutatott arra, hogy például a mezőgazdaság mai „kékvízfelhasználása” (természetes vizekből és a talajvízből) az elmúlt fél évszázadban megháromszorozódott és 2050-re várhatóan 19%-kal növekszik. A „zöldvíz”, amely a csapadékkal érkezik legnagyobb mértékben elpárolog, kisebb mértékben a növényeken keresztül visszakerül a természetes körforgásba (produktív kipárolgás). A „zöldvíz” aránya kb. 55-80%-a a teljes vízkészletnek. A legnagyobb kihívás a minél több „zöldvíz” megőrzése a talajban és a növényekben, valamint minél több „kékvíz” tárolása.

Lovász László az MTA elnöke a 2016. évi akadémiai közgyűlésen tk. bejelentette, hogy az akadémia fontos feladatának tekinti a víztudománnyal kapcsolatos kutatásokat és azok kapcsolódását a Kvassay Jenő nemzeti vízstratégiai tervhez való illeszkedésére és a nemzetközi kutatásokkal való összekapcsolására (Lovász, 2016). Mint ismert, Kvassay Jenő (1850-1919) kultúrmérnök, a magyar kultúrmérnökség négy évtizede alatt (1880-1920) 731 ezer hektáron végzett belvízrendezést lecsapolással és 3,83 millió hektárt mentesített a folyók árvizeinek kiöntése ellen. Nevéhez fűződik az 1881-ben önálló kultúrmérnökség megszervezése, 1886-ban az országos Kultúrmérnöki Hivatal és az 1899-ben létrejött Országos Vízügyi (Vízépítési) Igazgatóság, amely Kvassay miniszteri osztálytanácsos vezetésével⁵² minden vízügyi tevékenység legfőbb irányítója lett. 1910-ben kezdték meg a

⁵²A Historia c. folyóirat [szerk.: Glatz Ferenc (6-7: 1-71, 2010)] „Víz és társadalom az ókortól napjainkig” c. tanulmánykötete kitérő összefoglalást közölt az ember és a víz kapcsolatáról, a magyarországi kultúrmérnökségről, inkluzíve Kvassay Jenő tevékenységéről.

Budapesti-Csepeli Nemzeti- és Szabdkikötő építését, amelynek zárt medencéjében a bejáratú zsilipet Kvassay-zsilipnek nevezték el.

A Nemzeti Vízstratégiai Terv (Kvassay Terv 2015) Kvassay 1875-ben megfogalmazott ma is aktuális gondolatait tartalmazza: „...utódaink útja és a mi eddigi utunk egymással homlokegyenest ellenkeznek. Míg mi folyóink szabályozásával azok vizét gyorsan levezetni törekedtünk, addig unokáink gátakkal fogják azokat torlasztani és az országban visszatartani. Lehetőleg sokat és nagy területeket öntözni, amamód, mellyel mezőgazdaságunkat, népünknek és létünknek alapfeltételét, állandó virágzás és jólét fokára emelhetjük”. A „Kvassay Terv 2015” a tudományra és a társadalmi párbeszédre épül és tartalmazza: (1) A vízvisszatartás és az érkező vizek tározását; (2) A vízkárelhárítás kiszámítható és tervezhető megelőző intézkedéseket; (3) A vizek állapotának fokozatos javítását; (4) Minőségi vízközmű szolgáltatás biztosítását elviselhető fogyasztói teherviselés mellett; (5) A társadalom szakszerű tájékoztatását, az alap- és a szakképzés javítását; (6) A víz értékéhez mért értékalapú vízgazdálkodás és a vízgazdálkodás stratégiai irányításának megújítását; (7) Gazdasági, szociális és környezeti célok stabil kormányzati szervezettel történő összehangolását. A fenti célok megvalósítását a 2014-2020 közötti fejlesztési ciklusban 2 300 milliárd Ft fejlesztés szolgálja.

A Magyar Tudományos Akadémia 2016-ban elfogadott egy Nemzeti Víz tudományi Kutatási Programról szóló előterjesztést, amely tekintettel van a hazai és a nemzetközi trendekre, a víztudományi „műhelyekre” és az együttműködésekre. A program célja tk., hogy segítse elő, és tegye hatékonyabbá a (1) Minőségi vízi közműszolgáltatást; (2) A felszíni és a felszín alatti vízkészletek fenntartható hasznosítását; (3) A vízkezelés és víztisztítás innovatív fejlesztését; (4) Az ivóvíz-ellátás biztonságát; (5) Az árvízi védekezést; (6) Szélsőséges időjárási viszonyok vízkörforgalomra kifejtett hatását; (7) A geotermikus energia növelését és használatát; (8) A gyógyvizek egészségügyi hatásainak vizsgálatát és fejlesztését az egészségiparban és a turizmusban; (9) A vízügyi együttműködést a határral megosztott Kárpát-medencei víztestek esetében; (10) A vizes élőhelyek védelmét; (11) A növekvő mezőgazdasági öntözési vízigények kielégítését; (12) A belvizek és aszályok követelményének csökkentését; (13) A nemzetközi vízzel kapcsolatos tudásexport és oktatási tevékenység megerősítését.

Az MTA a 187. közgyűlése során, 2016-ban vízügyi konferencia megszervezésére került sor. A víztudomány és a vízgazdálkodás fejlesztése nemzetstratégiai kérdés. Ezt hangsúlyozta a konferencián Lovász László az MTA elnöke és Áder János a Magyar Köztársaság elnöke is, akik előadásaikban rámutattak arra, hogy egy rendszerszemléletű, felfedező kutatásokon alapuló multidiszciplináris kutatóhálózatra van szükség. A klímaváltozás hatásainak 80%-a összefügg a vízzel; a felszíni vizek 90%-a nem alkalmas emberi fogyasztásra. Ezek mind-mind olyan problémák, amelyek sürgős alap kutatásokat és gyakorlati kivitelezéseket követelnek meg. A konferencián előadások hangzottak el a fenntartható vízgazdálkodásról (Szöllösi-Nagy András); az integrált vízgazdálkodásról (Hoffmann Imre); a hidrológiai ciklusról (Bozó László, Józsa János, Szűcs Péter); a vízi életről (Báldi András), az aszályról (Tamás János) és a belvízről (Biró Tibor).

8.2. Fókuszban az öntözés

Bódis László c. egyetemi tanár, „Mezőgazdasági vízgazdálkodás és öntözés. Tervek, remények, tények” címmel gondolatébresztő tanulmányt írt, amelynek alapját a 2015. április 9-én Szarvason megtartott „Országos Mezőgazdasági Vízgazdálkodási és Belvízvédelmi Konferencia” szolgáltatta (Bódis, 2015). A konferencián elhangzott előadások (például Kis Miklós Zsolt: A mezőgazdasági vízgazdálkodást segítő fejlesztési források; Horváth Jenő: Az öntözés jelentősége az agrár-vízgazdálkodásban, szerepe a növények zavartalan vízellátásában) és Wéber Péter igazgatósági elnökkel (AgroHarta Zrt., Harta), Vadász Attila növénytermesztési ágazatvezetővel (Bóly) és Marczinka Tamás ügyvezető igazgatóval (Március 21. Mezőgazdasági Kft., Adony) készített riportok egyaránt hangsúlyozták az öntözött területek nagyságának növelését. A Földművelésügyi Minisztérium tervei között szerepel, hogy az öntözött területek nagyságát 80-120 ezer ha-ról 150 ezer ha-ra kell emelni 2020-ig. Az igény viszont – amint erre Hubai Imre a Nemzeti Agrárkamara alelnöke rámutatott – további 230 ezer ha. A konferencia előadói, résztvevői és a riportban megszólalók számos olyan bürokratikus akadályra mutattak rá, amelyek az öntözésfejlesztést korlátozzák. A Vidékfejlesztési Program (VP) szerint a mezőgazdasági vízgazdálkodásra, az öntözés fejlesztésére 2020-ig (az Európai Unió költségvetési időszak végéig) mintegy 380 milliárd forint áll rendelkezésre. Ma már mindenki egyetért abban, hogy a minőségi, mennyiségi és biztonságos termeléshez vízre van szükség, és azzal is, hogy az öntözést jelenleg gátló bürokratikus akadályokat (talajvizsgálatok, vízjogi engedélyek, szakértői vélemények, elektromos művek engedélyezése, környezetvédelmi és közúti engedélyek stb.) a szakhatóságoknak gyors és segítő intézkedésekkel el kell hárítani.

8.3. Víz Világforum

A 7. Víz Világforum (*7th World Water Forum, Tegu, South Korea*) 2015. április 12-17. között „Tiszta vizet az egészséges világért” mottóval nyitotta meg kapuit, amelyen több mint 150 országból érkezett jogalkotók, döntéshozók vettek részt. Áder János magyar államfő a világforumon elhangzott megnyitó előadásában a víz szerepéről beszélt a fenntartható fejlődésben, és nemzetközi megállapodások megalkotására tett javaslatot a vízgyűjtő területek használatára, valamint az ENSZ keretein belül olyan globális vízügyi szervezet felállítását javasolta, amely a vízügyi válságok és problémák kezelését szolgálná a „Föld kibillentett egyensúlyi állapotában”.

Postel (2013) véleménye szerint a probléma nem a víz hiánya, ui. a fejenkénti napi 20 liter víz biztosítása 780 millió embernek csupán a jelenlegi globális vízkivétel 0,1%-a. A fő problémát az okozza, hogy a biztonságos vízhez való egyetemes hozzáférés politikai akarata és a finanszírozása kívánni valót hagy maga után.

2016. november 28-30. között került megrendezésre Budapesten a Víz-világtalálkozó, amelyet Áder János köztársasági elnök nyitott meg. Nyitó beszédében hangsúlyozta, hogy a fenntartható fejlődési célok csak a vízgazdálkodás szerteágazó problémáinak megoldásával valósíthatók meg. Államfők, miniszterelnökök,

bankvezetők egyaránt hangsúlyozták, hogy a világ vízválságának megakadályozására a vizes beruházások értékét növelni kell. A víz a 21. század központi kérdése, mert nélküle nincs megfelelő mennyiségű és minőségi élelmiszer, nincs ipari fejlődés és víz nélkül nincs béke és biztonság a világban.

XII. Történelmi fordulópont: A fenntartható vs. fenntarthatatlan fejlődés

„*The Way Forward: Let ours be a time remembered
for the awakening of a new reverence for life,
the firm resolve to achieve sustainability,
the quickening of the struggle for justice and peace,
and the joyful celebration of life.*”⁵³
The Earth Charter, International
Secretariat Earth Council, San José, Costa Rica

1. A fenntartható fejlődés gondolata és „utóélete”

Theodore Roosevelt (1858-1919) az Amerikai Egyesült Államok elnöke (1901-1909) 1901-ben az Amerikai Kongresszusnak küldött üzenetében „Amit csinálunk, az nemcsak a mai, hanem a jövő generációkra is kihat” a nemzet természeti erőforrásainak megóvására szólított fel. Ezek a gondolatok évtizedekkel később megjelentek az Egyesült Királyság parlamentje által 1956-ban hozott „tisztalevegő”-törvényben és az USA 36. elnöke Lyndon B. Johnson (1908-1973) elnökségi ideje (1963-1969) alatt. 1965-ben kidolgozott környezetvédelmi javaslataiban (*Special Message to the Congress on Conservation and Restoration on Natural Beauty, Február 8, 1965*) – amelyek a víz- és a levegő tisztaságával, a hulladékok elhelyezésével, a növényvédő szerek használatával voltak kapcsolatban – és az USA 1969. évi Nemzeti Környezetvédelmi törvényében („...olyan feltételek megteremtésére és fenntartására van szükség, amelyek között az ember és a természet harmóniában tud élni, és ki tudja elégíteni a mai és a jövőbeli amerikai nemzedékek társadalmi, gazdasági és egyéb igényeit”), valamint az 1972. évi levegő tisztaságának védelmével foglalkozó, az ENSZ által Stockholmban (Svédország) szervezett első környezetvédelmi konferencián, és 1979-ben az Első Éghajlati Konferencián Genf-ben (Svájc) ahol a résztvevők nemzetközi együttműködést sürgettek az éghajlatváltozás megelőzése érdekében (vö.: Engelman, 2013; Antal, 2015).

Az 1960-as éveket követően Rachel Carson *„Silent Spring”* (Néma tavasz, 1962), Meadows et al. *„The Limits to Growth”* (A növekedés határai, 1972); Konrad Lorenz *„A civilizált emberiség nyolc halálos bűne”* (1994); Ernst F. Schumacher *„A kicsi szép. Tanulmányok egy emberközpontú közgazdaságtanról”* (1991) c. könyvek, majd

⁵³ „Az előre vezető út: Válgék a mi időnk azzá a történelmi korszakká, amelyben újjáéled az Élet megbecsülése, amelyben elhatározás születik a fenntarthatóság elérésére, amelyben felgyorsulnak az igazságosság és a béke érdekében tett erőfeszítések, és amikortól mindenki számára elérhetővé vált a teljes és boldog élet” (A Föld Charta Nemzetközi Titkárság, San José, Costa Rica).

később Meadows et al. (2005) „A növekedés határai harminc év után” c. könyvének megjelenését követően nemcsak tudományos, hanem globális nemzetközi politikai kérdéssé is vált a környezetvédelem.

Az Egyesült Nemzetek Szervezete (*United Nations Organization, UNO*) 1969. évi ülésén elhangzott, hogy „az emberiség története során most először vagyunk tanúi egy olyan globális válság kibontakozásának, amely mind a fejlett, mind a fejlődő országokat érinti: az emberi környezet válságáról van szó”.

2. A fenntarthatóság

A fenntarthatóság elvét először 1981-ben közölte Brown (1981), aki a „*Building a Sustainable Society*”, *Worldwatch Institute, W.W. Northon* 1981 (A fenntartható társadalom építése) c. könyvében a társadalomra vonatkoztatott elképzeléseit, a társadalom összhangját a következőkben gondolta megteremteni: (1) A társadalom anyagi igényei; (2) A népesség növekedése; (3) A természeti erőforrások hasznosítása; (4) A környezet szennyezésének minimalizálása. Brown (1981) ebben a munkájában utalt az önkéntes fogyasztás korlátozására, valamint az anyag- és energiatakarékosságra is.

A Környezet és Fejlődés Világbizottsága (*World Commission on Environment and Development*) 1987-ben publikált „Közös jövőnk” (*Our Common Future, Oxford University Press, 1987*) c. jelentés központi gondolata a „fenntartható fejlődés” (*sustainable development*) volt: „A fenntartható fejlődés olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen generáció szükségleteit anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő generációk esélyét arra, hogy ők is kielégíthessék szükségleteiket”. Ettől kezdve a fenntartható kifejezés elterjedt – amely jól mutatja a társadalmak probléma-érzékelését – de sok esetben meggondolatlan használatúvá is vált (Keiner, 2006; Láng, 2010).

A fenntartható fejlődés értelmezése az elmúlt években számos vita tárgyát képezte, tekintettel arra, hogy a fenntartható fejlődés egymással ellentétes szavakból álló gondolat, ezért értelmetlen. Az emberi jól-léttel szoros összefüggésben lévő fogalom helyes értelmezése a társadalom fenntartását, fejlődését és szociális jobb-létét jelenti. Daly (1995) amerikai közgazdász szerint „A fenntartható fejlődés a folytonos szociális jobblét elérése, anélkül, hogy az ökológiai eltartó képességet meghaladó módon növekednénk. A növekedés azt jelenti, hogy nagyobbak leszünk, a fejlődés pedig azt, hogy jobbak”. Ez a meghatározás egyértelművé teszi azt is, hogy a fejlődés csak olyan mértékben és sebességgel valósulhat meg, hogy ne veszélyeztesse a környezet eltartó képességét, amely nemcsak a környezet megőrzését, hanem a jövő nemzedékek igényeinek a kielégítését is biztosítja. Egyes magyar kutatók szerint a fenntartható fejlődésre célszerű lenne a „harmonikus fejlődés” kifejezést használni (Szabó és Katonáné Kovács, 2008).

Immár több mint negyven éve a Római Klub jelentései (A növekedés határai 1972, Fordulóponton az emberiség 1974, Célok az emberiség számára (1979) ellenére a végtelen növekedés eszméjétől elvakult emberiség a „fenntartható fejlődés” bűvöletében él, miközben azt látni, hogy a légköri hatások; a szárazföldre és a jégsapkára gyakorolt hatások; a tengerek melegedése; az emberi hatások (klímamenekültek, konfliktusok,

békétlenségek, vándorlások); a globális felmelegedés hatása a betegségekre stb. felerősödött. Reiter (2007) szerint viszont semmi bizonyíték nincs arra, hogy az éghajlat megváltozása bármilyen szerepet is játszana a malária kitörésében. Hasonló a helyzet a kullancsok által terjesztett *Lyme*-kór előfordulásával kapcsolatban is, amely inkább annak tulajdonítható, hogy az emberek több időt töltenek kirándulással, gombaszedéssel az erdőkben. További problémát jelent az emberek korai elhalálása, élelmiszerhiány, élelmiszerárak növekedése, éhezés, alultápláltság és vitaminhiány, ivóvízhiány; óceáni hatások (savasodás, tengeri fajok pusztulása, mérgező alga és medúza fajok elterjedése); az óceánok felmelegedése (a fagyott metán felszínre kerülése következtében kialakuló „cunamik”); a tengerszint emelkedés (18 szigetország eltűnése és 40 szigetország veszélyeztetettsége); a tengerszint csökkenés (a kikötők használhatatlanná válnak), amelyek mind-mind az emberiség létét, jövőjét veszélyeztetik. László (1999) szerint 1986. október 8-28 között fél millió gyermek halt meg elégtelen táplálékozás miatt, 1,5 milliárd tonna termőtalaj és 6000 km² trópusi őserdő tűnt el, miközben az emberiség létszáma 5 millióval gyarapodott.

A fenntarthatóság elvét a Rio-i Környezet és Fejlődés Konferencián (Rio de Janeiro, 1992) 1992-ben bocsátotta vitára a Brundtland Bizottság⁵⁴. A hivatalos jegyzék a fenntarthatóságra vonatkozóan több szempontot is kiemelt (például egyedülálló természeti források, az egész erőforrásrendszer megújuló kapacitása, a biológiai sokféleség fenntarthatósága stb.). A konferencián elkészült a 21. századi fenntartható fejlődés megvalósításának foratókönyve a „Feladatok a 21. századra” (*Agenda 21*) címmel. A Rio-i konferencia ökológiai, társadalmi problémákkal és a fenntarthatóság jövőjével foglalkozott. Itt került sorra az ENSZ éghajlat-változási keretegyezmény (*United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC*) aláírására is. A találkozón nyilvánvalóvá tette, hogy a fenntarthatóság elsősorban nem technikai feladat, hanem komplex kérdés, amelynek során meg kell ismerni a többszörös fenntarthatósági célokat, a lehetséges jövőképet, amikor különböző emberek és embercsoportok prioritást jelölnek ki és vitákat bontakoztatnak ki (Leach, 2013). Az 1992. évi Rio-i Föld Csúcsot, a 2002. évi Johannesburg-i Föld Csúcs (*World Summit on Sustainable Development; Earth Summit, Rio+10, Johannesburg 2002*) és több nemzetközi konferencia követte, amelyek már földtörténeti mértékben mérhető, páratlan sebességű fenntarthatósági és fejlődési problémákkal foglalkoztak.

Lányi (2013) egyik dolgozatában a fenntartható fejlődés rövid életű konjunktúrájáról írt és megemlítette, hogy a fenntarthatóság nem más „...mint meddő alkudozás a gazdasági növekedés és a környezetvédelem hívei között”. Engelman (2013) szerint a Föld Csúcsok kudarcba fulladtak, mert a nemzeti kormányok nem tettek semmit a környezeti változások veszélyéhez képest. A 21. század második évtizedében a fenntarthatóság helyét a közéleti közhelyszótárakban a *reziliencia* foglalja el. Róka (2000) egyik munkájában hangsúlyozta, hogy a társadalmak akkor virágoztak, amikor jól megfértek egymás mellett és a „lehetőség csak akkor válik egyértelmű fejlődéssé, a

⁵⁴Gro Harlem Brundtland Norvégia környezetvédelmi minisztere (1974-1979), több cikluson miniszterelnöke, a nemzetközi környezetvédelmi kezdeményezések vezéralakja, az ENSZ Környezet és Fejlődés Világ-bizottság elnöke (1984-1987). Nevéhez fűződik a „Közös Jövők” c. jelentés elkészítése, amely az ENSZ Környezet és Fejlődés Konferencia (Rio de Janeiro 1992, Brazília) megszervezésének alapját képezte.

fejlődés pedig fenntarthatóvá, ha az értelem felzárkózhat, és a műveletlenség, a tudatlanság, az ösztön, az érdek érvényesülési aránya csökken. Ha az élet is fenntarthatóvá az értékrend újra sokoldalúvá válik”.

3. A fenntarthatatlanság

A 21. század elején a gazdasági életben, a társadalom szöveteiben (de még a tudományban is) önző törekvések, versenyfutás bontakozott ki, amelynek célja mögött a „minden áron” való „növekedés” és „érvényesülés” áll.

Be kell ismerni azt is, hogy a világ közgazdasági értelemben vett történetének fordulópontja is elérkezett, amely akár a népesség és a gazdasági növekedés végét is jelentheti. A túlzott pesszimista és az eltúlzott optimista vélemények – amelyek gyakran csak egy kisebb népességcsoportra vannak tekintettel – ma már az egész népesség sorsára is döntő hatást gyakorolnak. László Ervin – a párizsi Sorbonne Egyetemen szerzett tudományos fokozatot, a New Yorki Állami Egyetem volt tanára, több egyetem [USA, Kanada, Finnország, Magyarország (Pécsi Tudományegyetem, Közgazdaságtudományi Kara és Természettudományi Kara)] díszdoktora, a Magyar Tudományos Akadémia külső tagja (2010), a Római Klub tagja, a Nemzetközi Tudományos Akadémia (*International Academy of Science*) és a Művészeti és Tudományos Világakadémia (*World Academy of Arts and Science*) tagja, az Európai Evolúciós Ügyvezetés és Felsőfokú Tudományok Akadémiájának (*The European Academy of Evolutionary Management and Advanced Studies*) rektora – „Izgalmas idők. Felelősségteljes élet az új évezredben” (Magyar Könyvklub, Budapest 1999), és a „*Quantum Shift in the Global Brain*” című magyarul is megjelent könyvében („Világ-váltás. A változás harmonikus útja” Nyitott Könyvműhely, Budapest 2008) számos olyan globális problémára hívta fel a figyelmet, amely figyelmeztető az emberiség számára: (1) Csak néhány százmillió ember él jólétben, miközben ezermilliók szegénységben tengődnek; (2) A leggazdagabb 20% kilencvenszer többet keres, mint a legszegényebb 20%; (3) A leggazdagabbak tizenegyszer több energiát fogyasztanak, tizenegyszer több húst esznek, negyvenkilencszer annyi telefonkészülékük van és száznegyvenöt-ször annyi autót birtokolnak, mint a legszegényebbek; (4) Egy amerikai jövedelmének mindössze 10%-át költi el élelmiszerre és így is annyit vásárol, hogy a megvásárolt élelmiszer 15%-a a szemétkerébe kerül; (5) Az afrikaiak átlagosan 0,5 kWh elektromos energiát fogyasztanak fejenként. Az ázsiaiak és a latin-amerikaiak átlag 2-3 kWh-ot, az amerikaiak, európaiak, ausztrálok és japánok viszont 8 kWh-t használnak fel; (6) A világ népességének 4,1%-át kitevő Egyesült Államok lakossága egyedül a világ energiatermelésének 25%-át fogyasztja el; (7) Az Amerikai Egyesült Államokban egy olyan középosztálybeli családban született gyermek, akinek életkora várhatóan meghaladja majd a 80 évet, élete során 800 ezer kW elektromos energiát fogyaszt el, felhasznál 2,5 millió liter vizet, 21 ezer tonna gázolajat, 220 ezer kg acélt, 100 fából álló erdőt és emellett 60 tonna háztartási szemetet termel. Ilyen arányok mellett egy átlag amerikai ember kétszer akkora környezeti terhelést produkál, mint egy svéd, tizenháromszor annyit, mint egy brazil és kétszáznyolcvanszor

annyit, mint egy Haitin élő ember; (8) Ha a gazdasági növekedés a jelenlegi szinten folytatódna az elkövetkezendő néhány évben, akkor a 21. század közepére a világ népességének 90%-a a szegény országokban élne; (9) Ha Kína az USA kőolaj-felhasználást követné, akkor 2,8 milliárd tonnát fogyasztana, amely meghaladná a világ által termelhető összes kőolaj mennyiségét; (10) Egy amerikai ember agrárszükségleteinek kielégítéséhez 6 hektár földterületre van szükség (egy kínai ember igénye 0,5 hektár). Ha az amerikai ember igényét vesszük figyelembe, akkor a ma élő több mint 7 milliárd ember (6 hektárral számítva) igénye meghaladná a Föld felszínének kétszeresét.

4. A Föld Charta (*The Earth Charter*)

Az Egyesült Nemzetek Környezet és Fejlődés Bizottsága 1987-ben egy olyan Nyilatkozat (*Charta*) elkészítésére tett javaslatot, amely a fenntartható fejlődéshez szükséges alapelveket tartalmazza. Az 1992. évi Rio-i Környezet és Fejlődés Konferencia (*United Nations Conference on Environment and Development, UNCED, Rio de Janeiro, 1992*) témája volt a Föld Charta (*The Earth Charter*) vázlatos kidolgozása is. A Föld Charta Bizottság és az Egyesült Nemzetek Nevelésügyi, Tudományos és Művelődési Szervezete (*United Nations Educational Scientific and Cultural Organization, UNESCO*) központjában, 2000 márciusában megalakult a Föld Charta Bizottság. A párizsi találkozón elfogadták a Föld Charta végleges változatát.

A fenntartható jövő értékeit és alapelveit tartalmazó, de nem kötelező érvényű nemzetközi dokumentumot, a Föld Chartát 2000. június 29-én a Béke Palotában (Hága, Hollandia) tették közzé hivatalosan. A Föld Charta a 21. században élő igazságos, fenntartható és békés, globális társadalom kialakítását célzó alapelveket tartalmazta. Célja volt egy új, a kölcsönös egymásra utaltságra és a közös felelősségre épülő átfogó érzés kialakítása az emberekben a földi család és a nagyobb életközösség jóléte érdekében. A Föld Charta a Rio-i konferenciától – amely az „emberközpontúságot” hangsúlyozta – eltérően a „minden élőlény” értékét hangsúlyozta. A Föld Charta volt az első olyan globális erőfeszítés, amely morális elveket hangoztatott: (1) Az életközösség tisztelete és védelme; (2) Ökológiai integritás (teljesség); (3) Társadalmi és gazdasági igazságosság; (4) Demokrácia, erőszakmentesség és béke.

A Föld Charta a megújulás ígértét hordozta, de ehhez még nem volt elég az eltelt másfél évtized sem, hogy egy új gondolkodásmóddal és érzésvilággal felismerjük globális egymásra utaltságunkat és egyetemes felelősségünket. A Föld Charta ajánlása: „Váljék a mi időnk azzá a történelmi korszakká, amelyben újjáéled az Élet megbecsülése, amelyben elhatározás születik a fenntarthatóság elérésére, amelyben felgyorsulnak az igazságosság és a béke érdekében tett erőfeszítések, és amikortól mindenki számára elérhetővé válik a teljes és boldog élet” (vö.: *The Earth Charter*, Közép- és Kelet-európai Regionális Környezetvédelmi Központ, REC Magyar Iroda; Szentendre, 2003) ma is időszerű.

5. A Túlélés Szellemi Kör

Láng István akadémikus, a MTA korábbi főtitkára (1985-1993), az Országos Környezetvédelmi Tanács elnöke (1996-1998) – az Egyesült Nemzetek Szervezete, Környezet és Fejlődés Világbizottsága „Közös jövőnk” c., a fenntartható fejlődés központi gondolatát tartalmazó jelentést elkészítő ENSZ bizottság tagja – kezdeményezésére meghívott szakértőkkel (Bartholy Judit, Faragó Tibor, Fülöp Sándor, Gyulai Iván, Hetesi Zsolt, Kerekes Sándor, Lányi András, Nováky Erzsébet, Vida Gábor) létrejött a magyarországi Túlélés Szellemi Kör (TSZK), amelynek célkitűzése a fenntarthatóság érvényesítésének elősegítése és a súlyos társadalmi problémák következményeinek túlélését elősegítő intézkedések nemzeti szinten történő megalapozása és a fenntartható fejlődés világstratégiai elvének hangsúlyozása volt (Láng és Kerekes, 2013). A TSZK „Kezünkben (volt) a jövő” c. vitairata azzal a szándékkal készült el, hogy vitát gerjesszen a következő évtizedekben várható új természeti, gazdasági és társadalmi problémákról, egy fenntartható és túlélést biztosító állapot elérése érdekében. Láng és Kerekes (2013) tanulmánya részletesen elemezte a földi környezet minőségének romlását, a globális és nemzeti szinten felerősödő válságjeleket, a hosszú távon, nagy távlatokban szükséges teendőket és az ehhez szükséges alapvetőségeket, valamint a konkrét cselekvési területeket (oktatás, kutatás, fejlesztés, gazdaság, jól-lét, természeti erőforrások, erkölcs, állami feladatok, regionalitás és szubszidiaritás), amelyekkel cselekvési eljárásokra hívták fel a mindenkori kormányok figyelmét.

A Föld Csúcsok (Rio de Janeiro 1992, Johannesburg 2002, New York 2014, Lima 2014) elért eredményei mellett megállapítható, hogy a környezetvédelemmel, a globális felmelegedéssel, a szén-dioxid-kibocsátás csökkentésével⁵⁵, az energiahatékonysággal, a klímafinanszírozással, a katasztrófák kockázatainak csökkentésével, a mezőgazdaságot és a városokat fenyegető problémákkal kapcsolatos nyilatkozatok és vállalások (fogadalmak) globális, nemzeti és helyi viszonylatban is elkerülhetetlen ütközéseket váltottak ki, és alig történtek olyan gyakorlati intézkedések, amelyeknek globális eredményei lennének. Ennek ellenére változatlan intenzitással folynak azok a kutatások a világban, amelyek rámutatnak az egyre fokozódó világméretű problémákra. E helyen érdemes kiemelni a Pannon Egyetem (Veszprém-Keszthely), és az MTA Agrártudományi Kutatóközpont (Martonvásár) együttműködésében, a TÁMOP-projekt keretében végzett multidiszciplináris kutatásokat, amelyeknek célkitűzése a szélsőséges időjárási eseményeknek a különböző természeti rendszerekre és ökoszisztémákra, a természeti jelenségeknek kiszolgáltatott mezőgazdasági és más gazdasági tevékenységekre, valamint az éghajlatváltozás következményeire gyakorolt hatásának tanulmányozása volt [vö.: Géczy János és Gelencsér András vendégszerkesztők által „Időjárási szélsőségek hatása a természeti és gazdasági rendszerekre és a társadalomra” címmel

⁵⁵A Kaliforniai Egyetemen (*University of California, Berkeley, USA*) olyan szén-dioxid-megkötő anyagot fejlesztettek ki, amely kisebb energiaráfordítással képes a levegőből és a füstgázokból is kivonni az üvegházhatású gázt. Az elért eredmények hatására elképzelhető, hogy előbb-utóbb szabályozásra kerül a fosszilis energiahordozók égése során keletkező szén-dioxid megkötésének törvényi kötelezettsége (publ. online 11 March 2015. DOI: 10.1038/nature14327).

megjelent tanulmányok (*in*: Magyar Tudomány 5: 514-576, 2015): Az emberiség, mint éghajlat-alakító tényező (Gelencsér András); Éghajlatváltozás és gazdasági növekedés. Alacsony szén-dioxid-kibocsátású gazdaság vs. növekedés – kibékíthetetlen ellentét? (Elekes Andrea és Halmai Péter, 2015); Habitualis válaszok az éghajlatváltozásra (Géczi János és Kamarás István, 2015); Változó klíma, változó fajtahasználat a kertészetben (Kocsis László et al., 2015); Az éghajlatváltozás és az urbanizáció együttes ökológiai hatásai (Liker András, 2015); Az éghajlatváltozás hatása gazdasági állatainkra (Nagy Szabolcs Tamás et al., 2015); A kisvizes ökoszisztémák prediktív értéke a klímaváltozás hatásainak megértésében és jelentőségük a biodiverzitás megőrzésében (Padisák Judit et al., 2015); A növény szerepe a víztakarékos szántóföldi gazdálkodásban (Veisz Ottó és Varga Balázs, 2015)].

Gelencsér (2015a) szerint az emberiség globális éghajlat-átalakító tényező lett a 20. században, és az olyan tevékenységeivel, mint például az erdőirtás, a területek beépítése stb. megváltoztatta a földfelszín sugárzáselnyelő képességét. A légszennyezés közvetett hatásai révén módosult az óceáni és a szárazföldi területek fölött a felhők szerkezete és a napsugárzás visszaverő képessége, az üvegház-hatású gázok növekvő kibocsátásával pedig megnövekedett a légkörben elnyelt hőenergia mennyisége. A népességnövekedés fokozódó üteme és a világ gazdasági eredményeinek növekedése egyre fenyegetőbb környezeti problémákat jelent. Az éghajlati rendszer teljes ismeretének hiányában azonban a jövőbeni éghajlatváltozás mértéke és következményei tudományos igényességgel és felelősséggel megjósolhatatlanok. Ennek ellenére adatok vannak arra vonatkozóan, hogy az éghajlatváltozás miatt bekövetkezett (bekövetkező) GDP-veszteség 2060-ig 0,7-2,5% lehet (Dellink et al., 2014). Elekes és Halmai (2015) rámutatott arra, hogy a hőmérsékletemelkedés jelentős hatásokat eredményezhet: csökkenti a gazdasági növekedés ütemét; hatással van az ipari termelésre és az aggregált beruházásra; gátolja az innovációs tevékenységet és a politikai instabilitás irányába hat. A szélsőséges időjárás hatással van a nukleáris erőművekre (a többelthő semlegesítése hűtővízzel, vízhiány, vízszintcsökkenés stb.), ezért ezekre a hatásokra az energiainfrastruktúra kialakításánál figyelemmel kell lenni. Elekes és Halmai (2015) az alternatív növekedési pályákkal kapcsolatban felvetette azt is, hogy a dinamikus gazdasági növekedés és a klímavédelem összeegyeztethető-e, más szavakkal: „növekedés és növekvő éghajlati kockázatok elfogadása, vagy csökkenő éghajlati kockázat mellett stagnáló gazdaság” a kérdés. A nemzetközi tapasztalatok azt mutatják, hogy az „alacsony szén-dioxid-kibocsátás éppen annyira eredményezett gazdasági prosperitást, mint a magas szén-dioxid-kibocsátás”, ezért nem feltétlen kell választani a gazdasági életben vett versenyképesség és fenntarthatóság között. Ezt igazolják olyan országok (Svájc, Finnország, Németország, Svédország, Hollandia), amelyek a versenyképesség és a fenntarthatóság szempontjából is előkelő helyet foglalnak el a világban.

A Világgazdasági Fórum (*World Economic Forum, WEF*) 2014. évi jelentése szerint a fenntartható növekedési pályának öt fontos eleme van: (1); Erőforráshatékonyság-javítás; (2) Kompakt, összekapcsoltabb városi rendszerek; (3) Optimalizált földhasználat; (4) Alacsony szén-dioxid kibocsátású infrastruktúra; (5) Energiarendszer, innováció. Ezek közül különös jelentősége van az innovációnak, amely a gazdasági növekedés

legfontosabb motorja, a folyamatos növekedés kulcsa. A fenntartható fejlődés szép gondolata konfliktusokkal teli folyamatot eredményezett és ma már sokan a fenntartható fejlődés gondolatát is megkérdőjelezzik.

6. A világ helyzete: „Van még esély a fenntarthatóságra?”

Danielle Nierenberg⁵⁶ a „Mezőgazdaság: élelmiszer-termelés új megoldásokkal” c. tanulmányában rámutatott arra, hogy a világban közel 1 milliárd ember éhezik, és 2 milliárd szenved mikrotápanyag-hiányban (Nierenberg, 2013). Az Élelmezési és Mezőgazdasági Világszervezet (FAO) szerint 925 millió alultáplált ember közül Ázsiában él a legtöbb 578 millió fő, Latin-Amerikában és a Karib-tenger térségében 53 millió. Ismert az is, hogy 1960-tól 2010-ig 126,3%-kal növekedett a világ népessége és meghaladta a 6,8 milliárd főt (Desouzar, 2012) és 2015-ben már elérte a 7,2 milliárdot. Az 1980-as évek óta a nyugati élelmiszer-rendszer főleg a rizs, a búza, a kukorica fogyasztását ösztönzi és mellőzi az őshonos (például köles, cirok, zöldségfélék) tápanyagokban gazdag termények fogyasztását, amelyek általában szárazság- és aszálytűrők, valamint betegségeknek ellenállóak. Ez a táplálkozás az elhízás veszélyével is jár, ami növeli a cukorbetegség, a szív- és érrendszeri betegségek kockázatát.

Nierenberg (2013) kiemelte, hogy a mezőgazdaság káros környezeti hatásai (erdőpusztulás, vízhiány, üvegházhatású gáz kibocsátás) fokozódnak és 2007 óta a nemzeti élelmiszerárak 70%-kal növekedtek. A 2010. év végétől 2011 januárjáig eltelt 4 hónap alatt a fejlődő országokban 15%-kal növekedtek az élelmiszerárak, ez pedig 44 millió embernek okozott szegénységet. Nagy problémát jelent, hogy a szegényebb országokban a termények tárolása nem megoldott, hiányoznak a feldolgozást jelentő technológiák és emiatt a termények 30%-a kárba vész. A fejlett országokban ahol a tárolásra, hűtésre stb. rendelkezésre állnak a technikai feltételek, ott pedig kidobják az esztétikailag kifogásolható termékeket, és feleslegesen sokat vásárolnak. Az élelmiszer és a kultúra kérdéseivel kapcsolatban Nierenberg (2013) kiemelte, hogy a fiatalok nem akarnak a mezőgazdasággal foglalkozni (lenézett életpályának tekintik, amelyet főleg a szegények választanak), elfelejtették, illetve nem tanulták meg a legalapvetőbb főzési (konyhai) ismereteket és túlságosan sok feldolgozott ételt fogyasztanak. Elrettentő példaként említette, hogy például Houston-ban a Texasi Gyermekkorházban McDonald's-, más kórházakban (például Kaliforniában, Ohio-ban, Minnesotában) pedig gyorséttermek vannak.

Egy jobb élelmiszer-rendszer kialakítása érdekében szükség van: (1) Olyan agroökológiai élelmiszer-rendszerekbe történő beruházásokra, amelyek csökkentik az éhínséget és a szegénységet, és megerősítik a fenntartható földgazdálkodást, valamint élénkítik a mezőgazdasági beruházásokat; (2) A mezőgazdaságban rejlő lehetőségek jobb kihasználására, amelyhez hozzá tartozik a női munkaerő szerepének felismerése,

⁵⁶Danielle Nierenberg a Világfigyelő Intézet (*Worldwatch Institute, Washington, USA*) kinevezett vezetője (2001), a „*Food Tank: The Food Think Tank*” szervezet alapítója (2013), és a fenntartható mezőgazdaság és a fejlődő világ amerikai újságírója.

valamint a jogegyenlőség (például a földbirtoklás joga, az oktatásban való részvétel, a banki szolgáltatások stb.); (3) A jobb megélhetés kialakítására, amely nem feltétlen a több élelmiszer megtermelését jelenti, ugyanis jelenleg a világ 9-11 milliárd embert képes táplálni, hanem a szegénység felszámolására (a globális munkanélküliség igen jelentős, több mint 2 milliárd ember kevesebb mint két USA dollárból tartja fenn magát naponta), az élelmiszerárak körüli spekuláció és a piacok ingatagságának megszüntetésére, valamint olyan mezőgazdasági intézmények (szövetkezetek) létrehozására, amelyek segítik a gazdákat a hatékonyabb fellépésben és a termények árainak kialakításában, továbbá a szociális szolgáltatások hálózatának bővítésében. Nem kevésbé fontos az információhoz jutás (piacokról, árakról), az információs és kommunikációs technológiák (például mobiltelefonok, *Frontline SMS*-ek stb.); (4) Olyan politikára van szükség, amely elismeri és védi az ember jogát a biztonságos, megfizethető és egészséges élelmiszerekhez.

Ezek a kiemelt élelmiszer-rendszer-projektek – amint azt Nierenberg (2013) hangsúlyozta – megoldást jelenthetnek a világ globális mezőgazdasági problémáira, a települések élhetőbbé tételére, a szegénység visszaszorítására, a munkahelyteremtésre, az éghajlatváltozás mérséklésére és a fenntartható fejlődés elősegítésére.

Alison Singern⁵⁷ „A világ helyzete: egy év áttekintése” c. tanulmányában egy olyan időrendi „szellemi utazást” írt le, amely világszerte jelentkező „előrelépéseket” vs. „hátralépéseket” (elhibázott lépések) mutatott be, és ezzel tájékoztatást adott az embert és az őt eltartó környezeti rendszerek közötti kapcsolatokról. Ezek közül az események közül néhányra e helyen is érdemes felhívni a figyelmet: (1) A globális szén-dioxid kibocsátás 2010-ben 5,9%-kal nőtt, ami 2003 óta a legnagyobb mértékű növekedés; (2) A Fülöp-szigeteken több mint 1000 ember halt meg áradások következtében; (3) Brazíliában 1998-óta 6238 m² erdőt irtottak ki; (4) Az USA-ban 2010-ben a mérgező anyagok kibocsátása 16%-kal növekedett; (5) Az élelmiszer-termelés növekedése mellett a nitrogéntartalmú műtrágyák globális nitrogén szennyezése több 100 milliárd dollárra tehető; (6) A történelem legsúlyosabb aszálya pusztította a mexikói gabonatermést és milliók megélhetése került veszélybe; (7) A légköri szén-dioxid-szint 300 millió év alatt az óceánok leggyorsabb ütemű savasodásához vezetett; (8) Minden órában 300 gyermek halt éhen; (9) Angliában beköszöntött az utóbbi 30 év legsúlyosabb aszálya; (10) Szudán szükségállapotot hirdetett ki az olajért folyó harc miatt; (11) Az állatok egy része nem élte túl az éghajlatváltozást; (12) Az „Élő bolygó” (Living Planet) jelentés szerint 2030-ra két Földnek kellene lenni ahhoz, hogy az emberi társadalom igényeit ki lehessen elégíteni; (13) A vízkörforgás gyorsulása miatt extrém időjárási helyzetek álltak elő; (14) A népességnövekedés ökológiai fordulópont elé állította a világot, amely után társadalmi és ökológiai instabilitás következett be; (15) Az aszály és az emelkedő hőmérséklet miatt a búza és a kukorica ára növekedett; (16) A haszonállatokkal terjedő betegségek több mint 2 milliárd embert fertőztek meg;

⁵⁷ Alison Singern a Yale Egyetemen (*Yale University, USA*) és a Harvard Egyetemen (*Harvard University, USA*) szerzett diplomát ökonómiából (B.A.) és üzleti tudományokból (MBA). Az Autizmus Tudományos Alap (*Autism Science Foundation*) elnöke, az amerikai média (*NBC, CNBC, MSNBC, Wall Street J.* stb.) kiemelkedő személyisége.

(17) A csomagoló-anyagokban előforduló biszfenol [2,2 bisz (hidroxi-fenil)-propán, $(\text{H}_3\text{C})_2\text{C}(\text{C}_6\text{H}_4\text{OH})_2$]⁵⁸ vegyi anyag összefüggésben van a kövérséggel, a rákkal, a cukorbetegséggel és az agytumorral; (18) Az Antarktisz alatt 4 milliárd tonna metán van, amely a jég olvadása következtében felszabadulhat; (19) Az óceánok savasodása az ipari forradalom óta 30%-kal növekedett és új veszélyt jelent a tengeri élővilágra; (20) Az óceánok melegedése hozzájárult az erősebb hurrikánok keletkezéséhez; (21) Rekordot ért el 2011-ben a három fontos üvegházhatást kiváltó gáz (szén-dioxid, metán, dinitrogén-oxid) koncentrációja; (22) A *Sandy* nevű vihar 2012 decemberében New York-ban és New Jersey-ben 71 milliárd dollár kárt okozott (közlekedési rendszerek sérültek, emberek milliói maradtak áram nélkül); (23) A sarki örökfagy (*permafrost*) réteg olvadása következtében több milliárd tonnára emelkedhet a kibocsátott üvegházhatású gáz mennyisége; (24) Az ipari szennyezés a fejlődő országokban ugyanolyan ártalmas az egészségre, mint a rák és a TBC; (25) A túlzott óceáni halászat (túlhalászás) veszélyezteti a fejlődő országok élelmiszer-biztonságát. Singern (2013) „szellemi időutazásában” alig találni olyan megjegyzéseket, amelyek az emberiség léte, jövője szempontjából biztatóak lennének.

Carl Folke (2013)⁵⁹ „A Föld korlátainak tiszteletben tartása, visszatérés a bioszférához” c. tanulmánya szerint a kritikus biofizikai folyamatok szempontjából a bolygó „földi határát” azonosították a Föld rendszereiben. Ezek együtt az emberiség biztonságos létének kereteit írják le: éghajlatváltozás, biodiverzitás, nitrogénkörforgás, foszforkörforgás, sztratoszféra ózonrétege, óceánsavasodás, globális ivóvízhasználat, földhasználat, a légkör aeroszol-terhelése, és a vegyi szennyezések. Ezek mind az emberiség biztonságos létének kereteivel kapcsolatosak. Folke (2013) szerint, ha ezeket figyelembe vesszük, akkor valószínűleg elérjük azt, hogy földünk a holocénhez hasonló állapotba maradjon. A „földi határokat” – tekintve mind az ipari forradalom előtti (a), mind a javasolt határt (b), mind a jelenlegi állapotot (c) – az emberiség átlépte: éghajlatváltozás [a = 280, b = 350, c = 387]; biodiverzitás elvesztése [a = 0,1-1, b = 10, c = > 100]; nitrogénkörforgás [a = 0, b = 35, c = 121]. A tudomány jelenlegi állása szerint nincs elég ismeret (tudás) a légkör aeroszol-terhelésre (területenkénti összes részecskekoncentráció a légkörben), a vegyi szennyezésre (tartós szerves szennyező anyagok, műanyagok, hormonhatású anyagok, nehézfémek, nukleáris hulladékok mennyisége és koncentrációja és ezek hatása az ökoszisztémák és a Föld-rendszerek működésére. Az emberi jól-lét szempontjából a „földi határok” ismerete rávilágít a Föld és a bioszféra óriási jelentőségére és egyúttal annak elfogadására is, hogy az ember és a természet összefüggő társadalmi-gazdasági rendszer, amely biztosíthatja a bioszférával összehangolt társadalmi fejlődést, az emberiség globális fenntarthatóságát.

⁵⁸Vízben oldhatatlan, lúgokban és alkoholokban oldódó kristályos fungicid anyag, antioxidáns (vö.: Neumüller, O.-A: Römpy Vegyészet Lexikon (I.). Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1981.

⁵⁹Carl Folke egyetemi tanár a Stockholm Resilience Centre, Beijer Institute of Ecological Economics of the Royal Swedish Academy of Sciences, Stockholm, (Sweden) igazgatója.

7. A fenntarthatóság vagy a fenntarthatatlanság felé haladunk?

Az Egyesült Nemzetek Szervezete 1969. évi ülése, a Környezet és Fejlődés Konferencia által 1987-ben publikált „Közös jövőnk” c. tanulmánya, a Rio-i Föld Csúcson elkészített fenntartható fejlődés megvalósításának forгатókönyve a „Feladatok a 21. századra” (*Agenda 21*), a 2002. évi Johannesburg-i Föld Csúcs már a páratlan sebességű fenntarthatósági és fejlődési problémákkal foglalkozott. A fenntarthatóság ökológiai, gazdasági, társadalmi, etikai problémáival kapcsolatban egyre több a figyelmeztető jel, változás, változtatás azonban alig történt. Az 1990-es évek végén, az ezredfordulón az emberiség 20%-a élvezte a világ összes jövedelmének 85%-át és a három leggazdagabb ember vagyona több volt, mint a legszegényebb 47 ország együttes GDP-je. A szociális és környezeti problémák pedig tovább növekedtek (Korten, 1996; László, 1999, 2008; Homer-Dixon, 2001; Serageldin, 2002; Boda, 2004; Diamond, 2007, 2013; Vida, 2007, 2012; Fromm, 2010 és mások).

Az ökológiai lábnyom (*ecological foot print*) – amely a környezeti fenntarthatóság vagy fenntarthatatlanság kifejezője – azt mutatja, hogy az emberiség a mostani fogyasztását figyelembe véve csak kb. 30%-kal nagyobb Földön tudna tartósan élni, tehát fenntarthatatlan. A fejlett és fejlődő országok ökológiai lábnyoma közötti különbségek igen nagyok, ezek pedig etikai problémákat is jelentenek (vö.: Horváth, 2015d). A globális problémák növekedése fenyegető üzenetet hordoz, a fenntarthatatlanság üzenetét. Meadows et al. (2005) a „fenntarthatósági forradalom” jövőképe: (1) A fennálló gazdasági és politikai hatalmi rend ellenérdekelt; (2) Egyetlen országban megvalósítva a globális gazdasági rend aligha életképes; (3) Feltételezi az egyes emberek alapvető szemléletváltását, amely nehézségekbe ütközik.

Vida (2007) „Fenntarthatóság és a tudósok felelőssége” c. tanulmányában összefoglalta a jelenlegi célokat/új célokat: (1) Növekedés/egyensúly; (2) Versengés/együttműködés; (3) Anyagi gazdagság/mentális gazdagság; (4) Puha fenntarthatóság/kemény fenntarthatóság; (5) Profitorientáció/közjó-orientáció; (6) Önzés/önzetlenség; (7) Önmegvalósítás/önfeláldozás; (8) Eldobható termékek/újrahasznosítás; (9) Legfőbb érték a gazdaság/legfőbb érték az ember; (10) Neoliberális közgazdaság/ökológiai közgazdaság; (11) GDP/növekedés⁶⁰ [ISEW, GPI, HDI (jól-lét)]; (12) Fogyasztói társadalom/fenntartható társadalom; (13) Soha sincs elég/mértékletesség; (14) Az élet küzdelem/az élet szép.

Robert Engelman (2013)⁶¹ „A fenntarthatósági blablán túl” c. tanulmányában – amelyben áttekintette és magyarázta az olyan bonyolult kifejezéseket mint a fenntartható, a fenntarthatóság, a fenntartható fejlődés, vagy a kifejezések túlzott használatából eredő „valódi jelentés-értelem-elvesztés lehetőségét” még arra is utalt,

⁶⁰ISEW, Fenntartható Gazdasági Jólét Index (*Index of Sustainable Economic Welfare*); GPI, Valódi Fejlődési Indikátor (*Genuine Progress Indicator*); HDI, (*Human Development Index*).

⁶¹Robert Engelman a Chicago-i és a Columbia Egyetemen (*University of Chicago, Columbia University, USA*) szerzett B.Sc. és M.Sc. diplomát. A környezet és népesedés tanulmányok nemzetközileg elismert személyisége.

hogy 100 év múlva a fenntartható (*sustainable*) szó lesz az egyetlen, amelyet mindenki, minden mondatban használ, aki amerikai angolt beszél – rámutatott arra, hogy „...a civilizáció összeomlásának felmerülő réme aláhúzza annak szükségességét, hogy szigorúan határozzuk meg, mi is a valódi fenntarthatóság, és hogyan mérjük fel azt, hogy afelé haladunk-e? Eközben el kell fogadnunk, hogy a valódi fenntarthatóság nem évtizedekre vagy századokra szól, hanem állandóan ügyelnünk kell arra, hogy feléje haladjunk most és utunk során minden pillanatban. A cél tehát az, hogy tegyük általánossá a támogatást, tegyük megvalósíthatóvá az ilyen intézkedéseket, végül alakítsuk őket világszerte hatékony politikává és programokká”.

Melissa Leach (2013)⁶² „A fenntarthatóság felé vezető utak: Politikai Stratégiák kiépítése” c. munkájában hangsúlyozta, hogy sürgős politikai feladat a fenntarthatóság útjainak kiépítése, amelyek során a jelenlegi eljárások kiigazítására, a biztonság és társadalmilag igazságos működési tér érdekében történő vitára és tárgyalásra van szükség. A célok megtárgyalásával, a polgárok mozgósításával, hálózatépítéssel, állami és többoldalú intézkedésekkel lehet egyeztetni a fenntarthatóságról. Ezek a stratégiák a tudás és a tapasztalat szélesebb spektrumában a sokféleség elengedhetetlenségében összekapcsolhatják az aluról és felülről jövő kezdeményezéseket, az embereket és helyeket, lokális, nemzeti és globális mértékben. A fenntarthatósági politikának nemcsak az anyagi források, az ökológiai tér, a státusz és a hatalom elosztásával kell foglalkozni, hanem azzal is, hogy ki és mi határozza meg az emberiség nemcsak a kívánatos, hanem a szükséges fenntartható jövőjét. Az emberiségnek meg kell értenie, hogy nem a földi élet van veszélyben, hanem maga az emberiség a természet, a társadalom és a gazdaság egymásra ható komplex rendszerében.

8. Az oktatás és a tudás fenntarthatóságának hazai „gyökerei” és példaképei

Az oktatás és a kutatás egységére épülő humboldt-i [Wilhelm von Humboldt (1767-1835) és Alexander von Humboldt (1769-1859)⁶³] koncepciót adaptáló Klebelsberg Kuno (1875-1932) az MTA tagja (1922, 1924), vallás- és közoktatásügyi miniszter (1922-1931) egyik előadásában azt mondta, hogy „Egy nemzet naggyá csak akkor lehet, ha kebelében önálló kutatás folyik”, azaz nemcsak más nemzetek által kutatott igazságokat tanít, hanem maga is munkálkodik saját eredmények felmutatásán. Oktatás- és tudománypolitikájának három alappillére volt: (1) Egyetem, amely egyesíti az okta-

⁶²Melissa Leach geográfus, az *Institute of Development Studies and Social Technological and Environmental Pathways to Sustainability Centre, United Kingdom* antropológus professzora.

⁶³Wilhelm von Humboldt oktatási- és nyelvész professzor kezdeményezésére jött létre 1810-ben Berlin első egyeteme, az *Universität zu Berlin* (Berlini Egyetem), amely már alapításakor az oktatás és a kutatás egységét hangsúlyozta. Az egyetem 1928-ban *Friedrich-Wilhelms-Universität* néven vált ismerté 1946-ig. Wilhelm és öccse Alexander, a két híres Humboldt után 1949-től az egyetem *Humboldt-Universität zu Berlin* nevet kapta, de eredeti szellemiségét a szovjetek befolyása miatt elveszítette, a professzorok nagy része távozásra kényszerült. A két német állam egyesítése után jelentős átalakulás következett be. Több mint 10 egyetemi kara közül nemzetközileg is elismert a Mezőgazdasági és Kertészeti Kar.

tás és a kutatás alapfunkcióit; (2) Szakfőiskola, amely csak oktatással foglalkozik; (3) Kutatóintézet, ahol kutatással foglalkoznak.

Klebelsberg gondolatának, munkásságának olyan örökösei voltak, mint például a fiziológiai és orvostudományi Nobel-díjat elnyert Szent-Györgyi Albert (1893-1986), az 1930-ban Klebelsberg Kuno által külföldről (Angliából) hazahívott biokémikus, majd később az MTA tagja, (1935,1938), a Szegedi Horthy Miklós Tudományegyetem rektora (1939/1940), számos külföldi (német, lengyel, belga, szovjet, olasz, skót, USA) akadémia és egyetem (Szeged, Párizs, Padova, Lausanne, Oxford, Bordeaux, USA) tagja, díszdoktora, Corvin-koszorúval (1937) és Kossuth-díjjal (1948) kitüntetett tudós, aki „gazdájának” nevezte egykori kultuszminiszterét és aki másokkal együtt példaképpé vált. Beváltotta Klebelsberg Kuno „bízató ígését” „...mert ebben az országban igenis lesz kutatás, és mert lesz kutatás nem is fogunk a kis nemzetek sorába kerülni” (Moss, 2012; Tasiné Csúcs, 2014). Érdemes kiemelni azt a tényt is, hogy az 1937. évi Nobel-díj elnyerése előtt már 1934-ben Norman Haworth (1883-1950), Paul Karrer (1889-1971), Tadeus Reichstein (1897-1996) és Szent-Györgyi Albert megosztott Nobel-díj javaslatára is sor került. De mint ismert (Hargittai 2001) a Nobel-díj statutumai szerint legfeljebb háromfelé lehet osztani a díjat, ezért 1937-ben egyedül Szent-Györgyi Albertnek ítélték oda a fiziológiai- és orvostudományi Nobel-díjat „A biológiai égésfolyamatok különös-képpen a C-vitamin és a fumársavkatalízis szerepének terén végzett felfedezéseierért.”⁶⁴

⁶⁴1937. október 28-án Gunnar Holmgren a svéd Királyi Karolinska Orvosi Intézet (*Kungl Karolinska Mediko-Kirurgista Institute, Stockholm*) telexen értesítette Szent-Györgyi Albertet a Szegedi Egyetemen: „A Karolinska-Intézet tanári kara ma úgy határozott, hogy az idei fiziológiai és orvostudományi Nobel-díjat Önnek ítéli oda azokért a felfedezésekért, amelyeket a biológiai égésfolyamatok körül tett, különös tekintettel a C-vitaminra és fumársavkatalízisre” (*Nobel-Preis: Belöna den viktigaste upptäck, varmed de fysiologiska och medicinska vetenskaperna under senaste tiden riktats, har deuna dag beslutit att tillerkänna detor 1937 utgående priste at Albert Szent-Györgyi for hans upptackter rorande de biologiska förbrännings processerna a med särskild hänsyn till vitamin C och fumarsyrekatalasen, Stockholm den 28 Oktober 1937*) [(vö.: Természettudományi Közlöny 69. 1078. füzet, 1. oldal, 1937 december) (Dux 2014)]. Másnap reggel a Szegedi napló c. újság hírül adta, hogy „Dr. Szent-Györgyi Albert az orvosi Nobel-díj nyertese. Tíz éves kutató munka eredményeképpen ítélte Szent-Györgyi professzornak a Stockholm-i Karolinska orvosi Intézet a hatalmas díjat”. Szent-Györgyi Albert Nobel-díjával kapcsolatban azt nyilatkozta, hogy „Neki (Klebelsberg Kunonak, aki hazatelepülésében jelentős szerepet játszott) köszönhetem, hogy Magyarországon vagyok, az ő lelkének nagysága hozott ide” (vö.: Rosta, 2007). Szent-Györgyi Albert Nobel-díjának hazai történetéhez tartozik, hogy a svédországi távirat átvétele után, másnap reggel első útja az 5 éve elhunyt Klebelsberg Kuno kriptájához, a Szegedi Fogadalmi Templomba vezetett. 1937. október 28-án Hóman Bálint (1885-1951) kultuszminiszter, akadémikus (1918, 1929), igazgatósági tag (1933) elsőnek gratulált és melegehangú táviratban köszöntötte Szent-Györgyi Albert professzort. 1937. október 30-án (szombaton) a Szegedi Egyetem Tanácsa nevében Gelei József (1885-1952) akadémikus (1923, 1938) rektor (1937-1938) köszöntötte és az egyetem disz doktorává avatta, aki tk. a következőket mondta: „...a magyar név tegnap, egy tudós fia révén megint méltó lett régi nagy híréhez, a népek és a nemzetek nagy világa előtt.” A Nobel-díjas professzort 1937. december 2-án köszöntötte és díszpolgárrá avatta Szeged Város Polgármestere Pálffy József (1874-1944), aki 1934 és 1942 között volt Szeged polgármestere: „A Nobel-díjas professzor külön nagy értéke az, hogy tudását nem a gyűlölet, a halál és a pusztulás, hanem az élet szolgálatába ajánlotta”. A köszöntő és a gratuláló levelek sorában volt pl. a Szegedi Paprika-jelleg-megállapító Bizottság levele: „...Professzor Úr munkásságának elismeréséül, amelyet Méltóságod a paprikából előállított C-vitamin körüli korszakalkotó tevékenységével kifejtett, őszinte és mély tisztelettel köszöntjük városunk és hazánk büszkeségét és egyben a jó Isten áldását kérjük Méltóságodra és munkásságára” (Ujszászi, 2014; Hunnus, 2014). Szent-Györgyi Albert Nobel-díja után (1937-1986 között) a szegedi újságban 1928 és 1948 között 525 vele kapcsolatos írás jelent meg. A legtöbb cikk 1937/1938-ban és 1940/1941-ben jelent meg: 139, illetve 114 cikk (Hunnus, 2014). A *New York Times* hasábjai 129 elismerő cikket tartalmaznak (vö.: Szegedi Egyetemi Tudástár 3. kötete, Hunnus, 2014).

Norman Haworth és Paul Karrer pedig megosztva nyerték el 1937-ben a kémiai Nobel-díjat. Tadeus Reichstein, Edward C. Kendall és Philip S. Hench 1950-ben fiziológiai- és orvostudományi Nobel-díjat kapott. A Nobel-díj történetéhez tartozik, hogy Haworth és Karrer kutatási eredményeiben és Nobel-díjában Szent-Györgyi Albertnek közvetett szerepe volt. 1932/1933-ban Szent-Györgyi Albert átadta Haworth-nak a szegedi paprikából kinyert kristályos C-vitamint, amelynek szerkezeti megállapítása vezetett a Nobel-díjhoz (vö.: Szent-Györgyi, 1937; Bödök, 2011; Vajda, 2014).

Nem hagyható figyelmen kívül Szent-Györgyi Albert szerepe a II. világháború utáni Magyar Tudományos Akadémián sürgetett változásban, az 1945. szeptember 6-ai Magyar Természettudományi Akadémia megalakításában, amelynek során hangsúlyozta, hogy „Korszerű tudományosság nélkül nem lehet újjáépíteni ezt az országot és minden fontos pozícióba szakembert és nem a korszellem lovagjait kell helyezni”. Az akadémia célkitűzése a következő volt: „Biztosítani a tudós munkáját, másrészt tanácsadó és irányító fórum a természettudomány eredményeinek céltudatos és gazdaságos felhasználására” (vö.: Cavallier, 1945). Ez a célkitűzés a mai Magyar Tudományos Akadémia munkájában is megfogalmazódik: „Fő feladata a tudomány művelése, a tudomány eredményeinek terjesztése, a kutatások támogatása, a magyar tudomány képviselése.” Az 1945. évi Akadémia létrehozásában az alapító tagok között – Szent-Györgyi Albert életre szóló barátja, aki később az amerikai emigrációban tudóstársa volt – Bay Zoltán (1900-1992) világhírű fizikus és a következő évtizedek tudományos munkáját meghatározó magyar (például Békésy György 1899-1972, Bruckner Győző 1900-1980, Straub F. Brunó 1914-1996) és magyar származású külföldi tudósok vettek részt: Hevesy György 1885-1966, Kármán Tódor 1881-1963, Neumann János 1903-1957, Wigner Jenő 1902-1995 és mások.

Számos magyar tudós, mint „világformáló marslakó” Nyugaton alakította a 20. század történelmét (vö.: Marx, 2000; Hargittai, 2006, 2011, 2012; Hargittai és Hargittai, 2015; Neumann Whitman von, 2016). Marx (2000) „A marslakók érkezése” (Akadémiai Kiadó, Budapest 2000) c. könyvében nemzetközileg világhírűvé vált husz magyar (például Kármán Tódor 1881-1963, Hevesy György 1885-1966, Szilárd Leó 1898-1964, Wigner Jenő 1902-1995, Teller Ede 1908-2003, Neumann János 1903-1957, Harsányi János 1920-2000, Békésy György 1899-1972, Gábor Dénes 1900-1979 és mások), valamint félszáz magyar gyökérrel rendelkező világhírű tudós életpályáját mutatta be: Békésy György (Georg von Békésy 1899-1972), Hevesy György (Georg de Hevesy 1885-1966), Kemény János (John G. Kemeny 1926-1992) és mások. Klein György (Georg Klein) budapesti és szegedi egyetemi tanulmányai után 1947-ben Svédországba (Stockholm) emigrált és a Karolinska Intézet Rákkutató Osztályának lett a vezetője 1957 és 1993 között. Tagja a magyar, a svéd, az USA tudományos akadémiajának és több egyetem tiszteletbeli doktora (például Chicago, Nebraska, Tel Aviv, Debrecen, Jeruzsálem). „Üstökösök” (Corvina Kiadó Kft., Budapest 2014) c. könyvében az 1940-ben az USA-ba emigrált, a nácizmus ellen egyszemélyes harcot folytató Bartók Béla (1881-1945) zenetudósról, a Magyar Tudományos Akadémia tagjáról (1935, 1945), a Corvin-koszorúval (1930) és Kossuth-díjjal (posztumusz 1948) kitüntetett zeneszerzőről, zongoraművészről írt, aki ifjúkori barátjával Kodály Zoltánnal (1882-1967) a huszonnegyedik órában megmentette a régi magyar népzenet a feledéstől. Róla azt híresztelte a budapesti kommunista rezsim, hogy várnak

rá a „szocializmus építésében”. Kodály Zoltán ezt a felröppent hírt úgy kommentálta, hogy „üstökössel nem lehet utcát világítani” (vö.: Klein, 2014).

A Magyar Tudományos Akadémia 1946 nyarán átalakult, de Szent-Györgyi Albert nem fogadta el az elnöki tisztségre történő felkérést, hanem maga helyett Kodály Zoltánt (1882-1967) a Corvin-koszorúval (1930), később Kossuth-díjjal (1948,1952,1957) kitüntetett zenetudóst és számos külföldi egyetem (Berlin, Oxford, Kolozsvár) díszdoktorát javasolta, aki 1946 és 1949 között töltötte be a Magyar Tudományos Akadémia elnöki tisztét.

Az 1945/1948-as évek közötti politikai, társadalmi változások – amelyekről Bay Zoltán „Az élet erősebb” (Püski-Csokonai Kiadó, Budapest 1990) c. önéletrajzi dokumentum-regényben beszámolt – előre vetítették annak árnyékát, hogy az épülő kommunista hatalomnak nem Szent-Györgyi Albert Nobel-díjas tudós, Bay Zoltán fizikus és mások [például Ernster László (Lars Ernster, 1920-1998) a Stockholmi Egyetem, Biokémia Intézet professzora, a Királyi Svéd Tudományos Akadémia tagja (1974), aki 1977 és 1988 között tagja volt a Kémiai Nobel-bizottságnak, majd pedig tagja volt a Nobel Alapítvány Igazgató Tanácsának (vö.: Marx 2000, Hargittai 2001, Hargittai és Hargittai 2015)] által képviselt európai szintű tudományra, hanem rendszerbe illeszkedő „pártkatonákra” van szüksége. Ez vezetett el ahhoz, hogy Ernster László 1946-ban Svédországba, Szent-Györgyi Albert és Bay Zoltán 1948-ban más tudósokkal együtt az Egyesült Államokba és más nyugati országokba emigrált, ahol tudományos pályájukat nemzetközi hírnév koronázta meg. Mindemellett megmaradtak magyar tudósoknak, hiszen Szent-Györgyi Albert 1973-tól rendszeresen hazalátogatott (először 1973-ban vett részt a Szegedi Biológiai Központ avató ünnepségén), és 1978. január 5-én tagja volt az Amerikai Egyesült Államokból a Szent Koronát hazahozó küldöttségnek. Az Atlanti-óceán partján lévő házában (*Woods Hole, Massachusetts, USA*) kertjében temették el 1986-ban. Bay Zoltánt a Magyar Tudományos Akadémia 1937-ben levelező taggá, 1945-ben rendes taggá, majd akadémia tagságának 1949. évi megfosztása után, 1981-ben tiszteleti taggá választották; 1989-ben rehabilitálták és helyreállították teljes jogú tagságát. 1990-ben megkapta a magyar kormány Rubinokkal Ékesített Zászlórend kitüntetését, amelyet a washingtoni Magyar Nagykövetség épületében vett át. Bay Zoltán 1992-ben Washingtonban hunyt el, de végakarata szerint szülőföldjén, a gyulavári temetőben helyezték örök nyugalomra 1993-ban (vö.: Bödők, 2011).

A napjainkban megújuló felsőoktatási és tudománypolitikában (a Felsőoktatási Reform, RF) a Klebelsberg-i alap gondolatoknak, a magyar oktatást és kutatást nemzetközileg is elismerté tevő korábbi tudósnemzedéknek és az újabb agyelszívás (*brain drain*) mérséklését, valamint az agyvisszaszívást (*brain gain*) segítő Lendület-programnak a szerepe vitathatatlan (Pálinkás et al., 2010, 2011, vö.: Horváth, 2014b, 2015a). Nem kisebb jelentőségű az a tény sem – amint erre Pálinkás József az MTA korábbi elnöke rámutatott –, hogy „A tudomány (és az oktatás is) olyan híd, amely akkor is összekötötte az országokat, amikor egy-egy állam politikusai éppen nem voltak jó viszonyban (Pálinkás, 2010).

A magyar felsőoktatás és tudomány eredményeinek nemzetközi fenntarthatóságában (hogy jobbak legyünk) fontos szerepe van a csaknem évszázados klebelsberg-i „bizakodó ígéreteknél”, az emberi és tudományos „példaképek” ösztönző erejének.

XIII. Epilógus: Záró gondolatok

„It has been said that great question is now at issue, whether man shall henceforth start forwards with accelerated velocity towards illimitable, and hitherto unconceived improvement, or be condemned to a perpetual oscillation between happiness and misery, and after every effort remain still at an immeasurable distance from the wished-for goal.”⁶⁵

Thomas Robert Malthus (1766-1834)

An Essay on the Principle of Population. Printed for J. Johnson, St. Paul's Church-Yard (London 1798)

1. Vissza- és előrettekintés: Pesszimizmus és optimizmus

Az emberiség története tele van pesszimista történetekkel és optimista törekvésekkel. Sajnos a rossz hírek mindig jobban érdekelték az embereket mint a jók. Az is igaz, hogy az emberek a rossz híreket általában elhitték, a jó hírekben legtöbbször kételkedtek. Az elmúlt évszázadokban ebben alig történt változás, mint ahogy annak mostani időszerűségében sem, amit ennek a fejezetnek záró gondolatai között Thomas Robert Malthus (1798) angol közgazdász, filozófus, anglikán lelkész több mint kétszáz évvel ezelőtt mondott. Szerencsére az emberi lélek természetéből adódó tulajdonsága az is, hogy ösztönösen bízunk a jóban (Reinhardt és Rogoff, 2009). Az 1800-as évek második felében a fosszilis energiahordozók kimerülésével, a szén jelentős áremelkedésével és általában a gazdasági fejlődés csökkenésével kapcsolatban jelentek meg jóslatok. A bűnözéséről, a bevándorlásról és az urbanizációról megjelent hírek egy morálisan összeomló társadalom képét vetítették elő.

Ridley (2012) „A józan optimista” (Akadémiai Kiadó, Budapest) c. könyvében történeti áttekintést nyújtott arról, hogy az 1800-as évek második felében napvilágot látott jóslatok azonban nem váltak be. A „szénpánik” – amelyet a sajtó is hathatósan támogatott – nem volt hosszú életű, mert rövidesen hatalmas szénmezőket fedeztek fel a Kaukázusban, valamint Észak-Amerikában, ahol megkezdődött a kőolaj kitermelése. 1914-re azt jóslták, hogy egy évtizedre lesz elegendő az amerikai kőolaj, az 1970-es évekre pedig a világ teljes olajkészlete elfogy. Ezzel ellentétben 1970-ben a megbecsült 550 milliárd hordó olajkészlet helyett a világon a valóságban 1970 és 1990 között 600 milliárd hordó olajat használtak fel, ami 50 milliárd hordóval több, mint a megbecsült volt. Az 1990-es években a feltáratlan olajkészlet mennyisége 900 milliárd hordó volt és ebbe nincs beszámítva a venezuelai Orinoco-medence és a Sziklás-hegység olajpala készlete. Ismert az is, hogy 2008-ban az olaj hordókénti ára (105,47 dollár) meghaladta

⁶⁵„Most az a nagy kérdés, hogy vajon ettől kezdve az ember egyre gyorsuló iramban tart a határtalan és egyben az elképzelhetetlen fejlődés felé, vagy arra van kárhóztatva, hogy mindörökké a boldogság és a nyomorúság között csapongjon ide-oda.”

az addigi maximumot, ami 2008-ban 103,76 dollár volt. Ekkor jelent meg Leggett (2008) geológus professzor könyve „A fele elfogyott” címmel, amelyben rámutatott arra, hogy az olaj- és gázkészletek kimerülőben vannak, miközben növekszik a világban az energiaszükséglet, és ez olyan ellentmondás, amely a világ összeomlásához vezethet. Közben ismertté vált, hogy a rétegrepesztéses technológia következtében biztonságosan és egyre nagyobb mennyiségben lehet felszínre hozni a palaolajat – bár bányászata költségesebb, mint a hagyományos olajnak –, amelynek következtében az Amerikai Egyesült Államokban 2013-ban naponta kitermelt 7,3 millió hordó olaj helyett jelenleg 10 millió hordó/nap olajkitermelés van. Az új technológia következtében jelenleg kb. 60%-kal nagyobb az olaj kitermelhetősége, mint amit 2012-ben a geológusok kiszámítottak.

Hasonló téves diagnózis jellemezte a világ gázkészleteinek kimerülését, ugyanakkor az utóbbi években feltárt amerikai gázpala-mezők megduplázták az USA gázkészletét, amely kb. 3 évszázadra biztosíthatja a szükségleteket. Ridley (2012) a fenti eszmefuttatását olyan tanáccsal folytatta, hogy hogyan lehet a természeti erőforrásokat fenntartható módon birtokolni: „Ruházzuk fel a helybelieket azzal a hatalommal, hogy a természeti erőforrásokat fenntartható módon birtokolják, kiaknázzák és profitot szerezzenek maguknak belőle, és ennek hatására az emberek általában megőrzik és gondozzák ezeket a forrásokat. De ha nem részesednek a természet erőforrásaiból, amely a távoli kormány fennhatósága és nem védelme alatt áll, többnyire elhanyagolják, lerombolják és eltékozzolják őket.”

A II. világháborút követő évek ipari üzemek ezreit hozták létre, amelyek egyesek számára a prosperitás éveit, a gyorsuló technikai fejlődéssel együtt járó emberi élet megkönnyebbülését hozták el, de a világ nagy része számára politikai elzártságot, életszínvonal-stagnálást, -csökkenést, szegénységet és főleg a környezeti hatások rosszabbra fordulását eredményezték.

Az elmúlt több mint fél évszázadban egyre több környezeti katasztrófa keletkezett. Ezek közül talán a legsúlyosabb volt 1948. október 27-én Pennsylvania (USA) állam Donora nevű kisvárosában kialakult „hőmérsékleti inverzió” (füstköd), amelyet a kisváros közelében felépített gyárak kéményei okoztak és amelyek emberi életek elvesztésével jártak (McNeill, 2011; Gelencsér, 2015b). A London-i 1952. évi katasztrófát a megnövekedett gépkocsi forgalom, valamint az ipari és lakossági túlzott szénfogyasztás idézte elő, amelyek következtében 12 ezer ember vesztette el életét (Antal, 2015). 1970 után, amikor például Európa és Japán gazdasága egyre nagyobb mennyiségben használt olajat, megnövekedtek a tengerparti olajlelőhelyeken (Mexikó, Nigéria, Borneo), a tengeri furótornyokban és a tengeri útvonalakon bekövetkezett balesetek, amelyek nemcsak a tengerre, hanem a partmenti területekre is súlyos környezeti katasztrófát jelentettek. Ilyen volt az 1979-ben bekövetkezett *Ixtoc I* furótorny baleset, amikor 600 ezer tonna olaj került a Mexikói öbölbe, vagy Alaszka partjainál az Exxon Valdez-ből kiömlő 34 ezer tonna olaj, vagy az 1980-as években a Niger-deltában feltehetően szabotázs-akciók miatt bekövetkező olajszivárgások, vagy az Amerikai Egyesült Államok történetének legnagyobb környezeti katasztrófája, a Deepwater Horizon nevű olajfúró 2010. évi balesete, amely tönkretette a Mexikói-öböl térségét. Ezek mind-mind súlyos környezetkárosítással és gazdasági veszteséggel (halászat) jártak (McNeill, 2011).

A környezetvédelem egyre fontos feladattá vált. A London-i katasztrófa után az angol parlament 1956-ban elfogadta a „tisztalevegő-törvényt”, az Amerikai Egyesült Államok pedig 1965-ben intézkedéseket dolgozott ki a környezet védelme érdekében. Az 1972. évi Stockholm-i ENSZ Környezetvédelmi Konferenciát és az 1979. évi Genf-i Éghajlati Világkonferenciát követően a nemzetközi konferenciák „Föld Csúcsok” (Villach 1985, Rio de Janeiro 1992, Kioto 1997, Johannesburg 2002, New York 2014, Lima 2015, New York 2015, Párizs 2015) kiemelt kérdésként kezelték a környezet védelmét és az éghajlat-változással kapcsolatos problémákat. A tiszta levegő utáni vágy az utóbbi években egyre inkább felerősödött. A klímapolitika vállalásokban (károsanyag kibocsátás-csökkentési célok) Magyarországnak 2030-ig a 2005. évi szinthez képest 7%-kal kellene csökkenteni az üvegházhatást okozó gázok (például széndioxid, CO₂) kibocsátását. Ennek elérése azonban eléggé bizonytalan, mivel a 2020-ra vállalt klímapolitikai célok teljesítése is bizonytalan. Ez pedig azzal a következménnyel járhat, hogy Magyarországon megnövekszik a légszennyezettség miatti halálozások száma. Az Egészségügyi Világszervezet (*World Health Organization, WHO*) adatai szerint világszerte 6,5 millió ember hal meg évente a rossz levegőminőség következtében fellépő betegségek miatt. Az Európában bekövetkező korai halálozások évente 1600 milliárd dollárral terhelik meg az államok költségvetését (Illés, 2016).

Ridley (2012) szerint napjaink pesszimizmusának két fő oka van: Afrika és az éghajlati változás. A kontinens népességrobbanása, a szegénység, a betegségek, a vallási- és politikai klonfiktusok nagyon súlyos problémát jelentenek. Közismert az is, hogy az éghajlat változásban fontos szerepet játszó fosszilis anyagoknak viszont életszínvonal emelő hatása is van. Az emberiség számára két lehetőség (mind kettő katasztrófális) van: Folytatja-e a fosszilis anyagok egyre növekvő felhasználását, és ezzel fokozza a globális felmelegedést, vagy korlátozza-e a szén felhasználását és ezzel csökkenti az életszínvonalát. Ridley (2012) optimizmusa – mint ahogy könyve befejezéseként több példára hivatkozva írta – „Az utóbbi századok során az ember igen jelentős lehetőségét mutatta föl, és éppen ez az, ami a világ továbbra is fennálló tökéletlensége miatt azt az erkölcsi kötelezettséget rója rá, hogy lehetővé kell tennie a gazdasági fejlődés folytatódását. A változás az újítás és a növekedés megakadályozása a környezet lehetőségeinek szegné útját”. Végül következtetése az, hogy ha sikerül fenntartani a gondolatok, eszmék, ötletek szabad evolúcióját, nem kell globális katasztrófától tartani; a siker titka a folyamatos változásban és a változtatásban van.

Engelman (2013) a fenntarthatatlanságról és a fenntarthatóságról, illetve a pesszimizmusról és az optimizmusról írt eszme-futtatásában utalt az ember évszázados tapasztalatára, arra a lehetőségre, hogy az ember otthonát, a bolygót ért kedvezőtlen eseményeket túl fogja élni, mert hisz az emberi civilizáció fennmaradásában és magának az emberi fajnak a fennmaradásában is. Reményét fejezte ki, hogy olyan találmányok születnek majd, amelyek jobba teszik az ember életét és minimálisra csökkentik a környezeti, kedvezőtlen hatásokat. Ezért nem kell katasztrófára számítani. Engelman (2013) gondolatai között van az is, hogy „...amit tettünk és teszünk egyre erősebben a légkörrel, az óceánokkal, a talajjal, az erdőkkel, a halállománnyal és magával az élettel, majdnem vallásos hit kell ahhoz a meggyőződéshez, hogy a kedvező változások fogják meghozni a környezeti színdarab végkifejletét.”

2. A globális felmelegedés elmélete, ténye és hatása

Az 1800-as évek első felében John Tyndall (1820-1893) – akit inkább hegymászóként ismert meg a világ – volt az első, aki rámutatott a Föld légkörének megváltozására. A jégkorszak hirtelen hőmérséklet-esésének kérdése foglalkoztatta Svante Arrhenius (1859-1927) svéd tudóst is, aki 1903-ban kémiai Nobel-díjat kapott. Az 1800-as évek végén, 1896-ban kiszámolta, hogy az akkori légköri szén-dioxid-tartalom megfelelővé 5°C-kal csökkentené Európa hőmérsékletét, ami már elegendő lenne egy újabb jégkorszak kialakulásához. Azt is kiszámolta, hogy a szén-dioxid-mennyiség megduplázódása 6°C-os emelkedést jelentene és ez már globális felmelegedéshez vezetne, ami legfeljebb 6 000 év múlva következne be. Arrhenius 1908-ban megjelent munkájában – amikor már több szenet használtak fel a világban – szenzációs bejelentést tett és ismertette a „globális felmelegedésről” szóló elméletét, amely azt is tartalmazta, hogy a globális felmelegedés akár évszázadokon belül be is bekövetkezhet. A tudomány alig vett tudomást erről az elméletről mert a Föld-éghajlat rendszerét a felhőzet hőmérséklet-változásban játszott szerepét stb. – a korabeli kezdetleges technikai-műszaki lehetőségek miatt – nem tudta figyelembe venni. Mint általában minden új tudományos felfogást, elméletet, Arrhenius elméletét is elutasították a szén-dioxid alapú üvegházhatással kapcsolatban.

A 20. század elejének melegedő tendenciája az elmélet újragondolásához vezetett. Guy Stewart Callendar (1897-1964) angol amatőr meteorológus, mérnök a korábbi évtizedek időjárási adatait összehasonlította a légköri szén-dioxid mennyiségével és 10%-os emelkedést állapított meg. Az 1930-as évek „történelmi és visszafordíthatatlan” bejelentése – mely szerint a melegedésért a szén-dioxid a felelős („*Callendar effect*”) – ugyan kritikáktól sem volt mentes, de megalapozta az üvegházhatás mai elméletét (vö.: Castleden, 2008).

Igazi áttörést jelentett az ENSZ Környezeti Világkonferenciája Stockholm-ban 1972. június 5-én, amelyen 113 tagállam vett részt. A konferencián megállapították, hogy közös elvekre van szükség, amelyek a világ népeit ösztönzik és vezetik az emberi környezet megóvására és kiterjesztésére irányuló törekvésekben. A kongresszus határozatait négy dokumentumban (1. Nyilatkozat az emberi környezetről; 2. Nyilatkozat az irányelvekről; 3. Akcióprogram; 4. Szervezeti intézkedések) és 26 irányelvben foglalták össze. Ezek között van tk. a fenntarthatóságra való utalás: „A Föld természeti készleteit, beleértve a levegőt, a vizet, a szárazföldet, a flórát és a faunát meg kell őrizni a jelen és a jövő nemzedékek javára”. A konferencia nyilatkozatában („Stockholmi Nyilatkozat”) első ízben történt utalás arra, hogy az embernek joga van az „emberhez méltó környezethez”. Hasonlóan fontos mérföldkő volt az Első Éghajlati Világkonferencia, amelyet 1979-ben Genf-ben hívtak össze. A konferencia rámutatott arra, hogy a Föld légkörének összetételében az emberi tevékenység hatására jelentős változás következett be. A légköri szén-dioxid (CO₂) tartalom növekedésének fő oka a fosszilis tüzelőanyagok használata, és az erdőirtás. Castleden (2008) arra is rámutatott, hogy az 1980-as években a trópusi őserdők gyorsuló ütemű kivágása igen jelentős CO₂ kibocsátással járt. A Genf-i konferenciát követően hozták létre a Meteorológiai Világszervezet

(World Meteorological Organization, WMO) és az Éghajlat-változási Kormányközi Testületet (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC). Ezeknek célja volt, a környezeti megfigyelések és kutatási eredmények alapján megalapozott információk összegező értékelése a politikusok számára az éghajlatváltozásról, az azt kiváltó tényezőkről. Az üvegház-hatású gázok antropogén hatások általi koncentráció-növekedéséről, a következményekről és felkészülés az éghajlatváltozás megelőzésének lehetőségeiről. Az IPCC 2007-ig négy „Értékelő jelentés-t” állított össze, amelyben magyar kutatók (Nováky Béla, Szent István Egyetem, Gödöllő; Tóth L. Ferenc, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest; Ürge-Vorsatz Diana, Közép-Európai Egyetem, Budapest) is részt vettek. A négy „Értékelő jelentés” szerint „...az éghajlatváltozás jelen van, és amennyiben az üvegházhatású gázok kibocsátásában nem történik mérséklés, úgy annak jelentős következményei várhatók a 21. század végére (vö.: Nováky, 2009).

A „Földi életben” bekövetkezett változások, a növekedés határainak felismerése vezetett el az ENSZ 1992. évi Rio de Janeiro-i Föld Csúcs Konferencia „Agenda21” preambulumban leírtakhoz: „Az emberiség a történelem döntő pillanatát éli. Azzal kell szembenézni, hogy állandósultak az egyenlőtlenségek a nemzetek között és a nemzeteken belül egyaránt, hogy egyre mélyül a szegénység, egyre nagyobb gond az éhség, a rossz egészségi állapot és terjed az analfabetizmus, az ökoszisztémák pedig, amelyekről jólétünk függ, folyamatosan pusztulnak.” Ezekre a veszélyekre mutatott rá Meadows et al. (1992), amikor az 1963. évi ipari termelést (100%-nak véve) 1970-ben már 160%-os, 1990-ben pedig már 310%-os emelkedést regisztráltak. Az évi földgáz-felhasználás (31 billió köbláb / 70 billió köbláb), a szénfelhasználás (2,3 millió tonna / 5,2 millió tonna), a műtrágya-felhasználás (70 millió tonna / 140 millió tonna) több mint duplájára növekedett.

Latourelle (cit.: Martinetti, 2001) kanadai teológus 17 pontban foglalta össze a 2000. év küszöbén álló emberiség spirituális arculatát. Ezek közül kiemelten foglalkozik a növekvő ökológiai problémákkal, amelyek arra vannak programozva, hogy egyre több fölösleges szükségletet teremtsen és ennek következtében egyre súlyosabb a levegő-, és vízszennyezés, a növények és az állatok pusztulása; ezt a folyamatot a tudósok vészjelzéseire ellenére sem lehet leállítani. Felhívta a figyelmet a terrorizmusra, a szexuális bűntények terjedésére, a stadionokban terjedő erőszakra. Ezt követően az emberiség gondjai egyre halmozódtabban jelentkeztek. A globális szegénység mellett a globális felmelegedés jelentette a legnagyobb problémát. A Föld hőmérséklet-emelkedésének alakulásban bizonyítottá vált a szén-dioxid szerepe és megállapítást nyert, hogy a fosszilis energiaforrások fokozódó használatba vételével – amely tk. felelős az „üvegházhatás”⁶⁶ kialakulásáért – a szén-dioxid mennyisége az ipari forradalom (1750-1880) kezdete óta (kb. 280 ppm) napjainkig jelentősen megemelkedett és már 2014-ben elérte a 400 ppm értéket⁶⁷ (Mészáros, 2001; Gelencsér, 2015b). Reményi (2016) egyik újabb munkájában felhívta a figyelmet arra, hogy a „globális” hőmérséklet esetében megfelelő mérési eszközök megléte esetén is, megfelelő definíció hiányában, az

⁶⁶Az üvegházhatás olyan meteorológiai jelenség, amikor a légkör megvédi a Földet a lehűléstől, mert a levegő, a vízpára, a szén-dioxid és a felhők elnyelik a felszíni hőkisugárzás jelentős részét és azt visszacsugározzák.

⁶⁷Egy ppm (*parts per milion*), egy milliomod térfogatrész, egy tizedred %.

értékek vitathatók. A globális hőmérsékletre vonatkozóan nem volt (és nincs) megfelelő meghatározás. Rámutatott arra is, hogy a CO₂ mérése globálisan elfogadható, de a „globális” hőmérsékletre való hatásának az irodalomban található eltúlzott mértéke nem igazolható. Az Amerikai Űrkutatási Hivatal (*National Aeronautics and Space Administration*) az utóbbi 150 évre visszatekintő hőmérsékletadataira tekintettel megállapítható, hogy a CO₂-koncentráció folyamatosan emelkedett, a ciklikusan változó hőmérséklet átlaga 30-40 évig azonos szinten maradt. 1850 és 2010 között a légköri CO₂-koncentráció gyakorlatilag folyamatosan növekedett. Az utóbbi években a CO₂-koncentráció folyamatosan növekedett, de a globális hőmérséklet nem változott, ezért korrelációról nem lehet beszélni. Az üvegházhatású gázok közül a metán (CH₄) és a dinitrogén-oxid (N₂O) koncentrációja is meg- növekedett: 0,8 ppm-ről 1,7 ppm-re illetve 0,28 ppm-ről 0,31 ppm-re (Mészáros, 2001). A fosszilis energiahordozók égetéséből kibocsátott szén-dioxid mennyisége például 2013-ban 10 millió tonnát tett ki. A szennyező anyagok kibocsátása (emisszió) 22%-kal haladta meg a 2000. évit, és 61%-kal az 1990. évi kibocsátást. Figyelmeztető jel lehet, hogy újra reneszánszát éli a kőszén felhasználása, amelynek elégetése során savasságot okozó anyagok keletkeznek (Gelencsér, 2015b). A kén-dioxid (SO₂) napjainkban mért 12 milliárd tonna, a metán (CH₄) 5 milliárd tonna, a CO₂ 3240 milliárd tonna mennyisége 300, 250 illetve 43%-os emelkedést mutat. Az elmúlt 200-250 évben – a földtörténeti múlt bármely időszakához viszonyítva – a légkör szenvedte el a legnagyobb mértékű állapotváltozást. A légszennyezés és a savas esők képződése az 1970-es évektől súlyos környezeti károkat okozott a vizek élővilágában, az erdőkben, a környezetben és az épített műtárgyakban.

Vitathatatlaná vált, hogy az ember a bioszférában és annak működésében olyan változásokat okozott, amely legjelentősebb mértékben a fosszilis energiahordozók használatával egy új korszakot, az ún. *Antropocén*-t hozta létre (Vida, 2012). Ebben a korszakban a Föld igen jelentős mértékben megnövekedett emberi létszámban és emberi igényekben szembe találkozott az erőforrások és -nyelők végetségének problémájával.

3. Légszennyezés és savas esők

A légszennyezés a városok (nagyvárosok) kialakulásával jelent meg, amelynek mértéke a város nagyságával, népsűrűségével, a helyben végzett ipari tevékenységgel és a fosszilis tüzelőanyagok egyre nagyobb mennyiségben történő használatával volt kapcsolatban. 1870-ben Nagy-Britanniában már mintegy százezer szénmel működő gőzgép volt, amely igen nagy mennyiségben bocsátott ki kén-dioxidot (SO₂). A szén, mint ismert, kb. 1-4% ként tartalmaz. Ebben az időben Közép-Angliát „Fekete vidéknek” (*Black country*), Londont „Nagy füstfelhőnek” (*Big smoke*), Pittsburgot pedig „Füstös városnak” (*Smoke city*) nevezték. 1952. december 4. és 10. között a londoni légszennyezés (köd) négyezer ember halálát okozta. Ez a tragédia vezetett az 1956-os „Tiszta Levegő Törvény” (*Clean Air Act*) megalkotásához, amely szabályozta a füstkibocsátást és amely elősegítette London átállását a gáz- és villanyfűtésre (McNeill, 2011). A fejlődés iróniája az, hogy az 1960-as évektől ugyan „napfényesebbé” váltak Anglia utcái,

de a napsugarak és az egyre több autó által kibocsátott gáz következtében kialakult az ún. fotokémiai szmog⁶⁸. 1991 decemberében Londonban a halálozási ráta 10%-kal megemelkedett az autók kipufogó-gázai által keltett inverziós hőmérsékleti⁶⁹ helyzetben. A 20. század légszennyezésében, az 1900-as évek szénfüst szennyezése, 1960-tól a gépjárművek, 1990-re a közúti közlekedés a világ legnagyobb légszennyezőjévé vált, amelyet a benzinhez adagolt ólom okozott. McNeill (2011) összefoglaló adatokat közölt a 20. század (1900 és 1990 között) emberi tevékenységből származó légszennyezés-kibocsátási anyagokkal kapcsolatban, és megállapította, hogy a szennyező anyagok közül legnagyobb növekedési faktora volt a nitrogén-oxidnak (14-szeres a világban és 9-szeres az Amerikai Egyesült Államokban), a kén-dioxidnak 10, az ólomnak 7, a réznek, a cinknek 5-5, és a metánnak 3,5. Az 1975-től az amerikai benzinkutaknál bevezetett alacsony ólomtartalmú benzin árusítását beszüntették és az 1970-es évek végén átálltak az ólmozatlan benzinre, amelyet Japán 1987-ben, Nyugat-Európa pedig az 1980-as évek végén követett.

A légszennyezési katasztrófák közül elrettentő példaként érdemes megemlíteni a Pittsburgh-tól (USA) 30 km-re fekvő Donora-ban 1948-ban bekövetkezett ún. hőmérsékleti inverziót. Andrew Carnegie a világ egyik legnagyobb ipari vállalkozójának széntüzelésű acélkohóiban és cinkolvasztóiban dolgozó munkások, és a 14 ezer város-lakó fele a levegő szennyezése miatt súlyosan megbetegedett és közülük többen életüket veszítették (McNeill, 2011; Gelencsér, 2015b). Mint ismert a kőszén égetése során annak kéntartalma miatt savasságot okozó anyagok (például kén-dioxid) és kisebb mennyiségben sósavgőz keletkezik, amely a savas esők⁷⁰ fő okozója.

Az energiateljesítmény és a motorizáció növekedésével együtt jár, Európára is jellemző gazdasági fejlődés a 20. század második felében igen nagy mennyiségű kén- és nitrogén-oxid kibocsátásával járt, amelynek következtében fellépő savas esők súlyos problémákat idéztek elő az ökoszisztémában, tekintettel arra, hogy a savas eső savtartalma 4,6 pH értékű (esetenként 3,0 pH alatt van), amely többszöröse az 5,5 pH értékű közönséges esőviznek (McNeill 2011). A légszennyezés következtében a – Világégeszségügyi Szervezet (*World Health Organization*) 1997. évi jelentése szerint – évente 400 ezer ember hal meg. McNeill (2011) szerint 1950 és 1997 között 25-40 millió

⁶⁸A szmog kifejezés egy angol orvostól származik, aki ezen a füst és a köd (*smoke and fog*) egyidejű meglétét értette McNeill (2011). A fotokémiai szmog elsősorban közlekedési eredetű anyagokból (nitrogén-monoxid, szánhidrogének, szénmonoxid) keletkező légszennyeződés. Mértékét az ózon (amely a magas légköri ibolyán túli sugarak elnyelésében, a talajközeli ózon pedig a kémiai folyamatokat szabályozó szabad gyökök keletkezésében játszik fontos szerepet) koncentrációjával jellemzik (Mészáros, 2001).

⁶⁹A hőmérsékleti inverzió során a melegebb levegő a földfelszín közelében megrekedt hideg levegő fölé rétegződik, megakadályozza annak felszállását, az ún. konvekciót. Ezáltal a felszín közelében a levegőbe bocsátott szennyező anyagok csak kis magasságig keveredhetnek el a légkörben, a „füstködben” feldúsulnak, és nagy koncentrációt érnek el, amely súlyos megbetegedésekhez vezethet (Gelencsér, 2015b).

⁷⁰A savas eső határokon átlépő regionális légszennyezés, aminek legfőbb következménye a kén- és nitrogén-oxidból álló csapadék. Az emberi tevékenység hatására a természetesnél több hidrogén-iont tartalmaz. A 20. századi savas esők fő okozója a fosszilis tüzelőanyagok égetése, amely nagy mennyiségű kénkibocsátással jár. 1980-ig a kén-dioxid 2:1 arányban vezetett a nitrogén-oxiddal szemben a savas esők generálásában, újabban ez az arány mind az Amerikai Egyesült Államokban, mind Európában megközelítette az 1:1 arányt. Harmadik savasító anyag az ammónia, ami a mezőgazdasági termelés mellékterméke (Mészáros, 2001; McNeill, 2011).

ember vesztette életét légszennyezés következtében, amely közel van a II. világháborúban elhunytak számához, illetve a 20. század legsúlyosabb fertőző betegségének, az 1918/1919. évi influenza-járvány áldozatainak számához. Ennél többre becsülhető az a szám, ami több százmillió embernél krónikus betegséget okozott.

A légszennyezés, a savas esők nagy veszélyt jelentenek a vizek élővilágára is. Azokban a tavakban, folyókban, amelyek fenékközetei nem képesek a savas kémhatás semlegesítésére azokban a savasságra érzékeny halfajták (például pisztráng, lazac), rákok, csigák, puhatestűek, békafélék kipusztulnak McNeill (2011) szerint 1960 után több ezer folyó és tó élővilága gyakorlatilag kipusztult. A légszennyezés kedvezőtlen hatással van a növény- és állatvilágra is. A savas esőre érzékeny tölvelevelűek, tölgyfák, valamint az állatkertek állatai különösen veszélyeztetettek. A légszennyezés pusztító hatása figyelhető meg az európai kontinens fáinak 25%-án.

A savas esők súlyos károkat idéztek elő a kulturális műemlékekben is, ezért a műemlékvédelem olyan világhírű alkotásokat mint például a Szent Márk Katedrális lovait, vagy Michelangelo Dávid-sobrát üvegszálás utánzatokkal helyettesítette (McNeill, 2011). A páratlan Agra-i (India) Tádzs Mahal-ra az Agra-i finomítóból kiömlő kén-dioxid igen nagy veszélyt jelent. A Kairó-i súlyos légszennyezést szemmel láthatóan megsínylették a piramisok és más műemlékek is.

4. „Alig történt valami új a nap alatt”

John Robert McNeill amerikai környezettörténész professzor a „*Something New Under the Sun. An Environmental History of the Twentieth-Century World*” (W.W. Northon and Company Inc., New York) c. 2000-ben írt könyvében összefoglalta azokat az ökológiai változásokat és tényezőket, amelyek a 20. században leginkább hozzájárultak az ökológiai, társadalmi változásokhoz. Az 1890 és 1990 közötti években az ipari termelés negyvenszeres, a szén-dioxid kibocsátás tizenhatszoros, a kén-dioxid kibocsátás tizenháromszoros, a tengeri halászat harmincöttszörös növekedést mutatott, miközben a tengeri kékbálna- és barázdásbálna állomány 99,75%-os, illetve 97%-os, a madár- és emlősfajok 1%-os, az erdőterületek 20%-os csökkenést mutattak (McNeill, 2000). A könyv 2011-ben megjelent magyar nyelvű kiadásában („Valami új a nap alatt. A huszadik század környezettörténete.” Ursus Libris, Budapest 2011) felkérésre írt „Utószó”-ban a szerző számba vette a 2000-óta eltelt 10 év negatív és pozitív környezeti változásait (történeseit), amelyek az alábbiakban foglalhatók össze: (1) A fosszilis energiahordozók iránti elkötelezettség fontosabbá vált, tekintettel arra, hogy a nemzeti környezetvédelmi politika képtelennek bizonyult arra, hogy komoly mértékben korlátozza a szén-dioxid kibocsátást; (2) Az energiarendszerrel, a népességnövekedéssel, és a technológiák alkalmazásával kapcsolatos uralkodó szellemi áramlatokkal összefüggésben semmi olyan nem történt, ami az uralkodó irányok megváltozását jelentené; (3) A szén-dioxid hatékony megkötése és energetikai felhasználása nem történt meg; (4) A 20. század derekán kifejlesztett technológiák ugyan modernizált formában jelentek meg, de váratlanul összeomlottak (például csernobili üzemzavar 1986-ban, a fukusimai atomerőmű balesete

2011-ben, a mexikói-öböl olajkatasztrófája 2016-ban); (5) Globális érdekek helyett (például környezetvédelem, éghajlatváltozás) a versengésben a nemzeti érdekek a fontosabbak (például Kína és India arra használja erejét, hogy saját érdekeit érvényesíti és nem törődik a bioszférával); (6) A politikai gondolkodást még mindig a gazdasági növekedés hajszolása uralja, és egyetlen olyan koherens szellemi áramlat sem jelent meg, amely szembe tudott volna szállni a fogyasztással, mint a jóléthez, a boldogsághoz és az élet értelméhez vezető út egyetemes eszméjével; (7) A nőkre jutó születések átlaga (Teljes termékenységi arányszám, *Total Fertility Rate, TFR*) a szubszaharai Afrikában az 1990-es évek 6,5-ös értékéről 2010-re 4,6-ra esett vissza, a kelet-európai országokban, így Magyarországon is 1,3-ra csökkent, amely alatta van a 2,1-es reprodukciós szintnek (amely viszont nem tekinthető pozitív változásnak); (8) Az édesvíz-készletekkel és a klímaváltozással kapcsolatos aggodalmak felerősödtek, különös tekintettel a himalájai gleccserek visszahúzódása miatt; (9) A klímaváltozás is felerősödött, 2003-ban Európában 70 ezren haltak meg hőhullám következtében; (10) Az édesvíz-felhasználás tovább emelkedett, ami politikai konfliktusokhoz vezetett; (11) Az óceánok savasodása a 21. század elején felerősödött, amely kedvezőtlen hatással van a vízi élővilágra és a korallzátonyokra.

A pozitív változások közül John Robert McNeill a következőket emelte ki: (1) A szél- és a napenergia használatának növekedése Európában (elsősorban Dániában, Németországban, Spanyolországban, Portugáliában, ahol ezekből a megújuló energiaforrásokból jelentős villamos energiát állítanak elő) új energiajövő felé mutat; (2) Európa és az Amerikai Egyesült Államok 2010-ben (a 2000. évi adatokkal összehasonlítva) 7%-kal illetve 6%-kal csökkentette szén-dioxid kibocsátását; (3) Tekintettel az atomerőművek igen kevés üvegházhatású gáz kibocsátására jelentőségük megnövekedett (2011-ben 440 működő, és 50 építés alatt álló atomerőmű volt (például Kínában 20, Oroszországban 10)); (4) A népességnövekedés tendenciája lassult. Kína 2016-ban feladta az 1978-óta érvényben lévő „egygyermekes” politikáját és bevezette a családonkénti két gyermek politikát (de születésszabályozás érvényben van), hogy lassítsa lakosságának elöregedését. Ennek eredményeként akár újabb népességrobbanás következhet be, amely globális energiafelhasználással és szén-dioxid kibocsátással jár, ami viszont nem tekinthető pozitív, kedvező változásnak; (5) Az amazóniai nettó erdőirtás 2008-óta csökkent.

John Robert McNeill a 2000. és a 2011. évek közötti környezettörténeti változások áttekintése során megállapította, hogy a legfontosabb gazdasági és geopolitikai változás Kína és India felemelkedése, és minden aminek köze van a gyors környezeti változáshoz, az kapcsolatban áll ezekkel a hatalmas országokkal, és véleménye szerint a 21. század környezettörténelmének legfontosabb döntéseit már ezekben az országokban „minden bizonnyal Pekingben fogják meghozni, sőt talán már meg is hozták”. McNeill szerint az elmúlt évtizedben „alig történt valami új a nap alatt” (McNeill, 2011).

5. Új Föld-szemlélet

A 20. század második felében a műszakit udományok, az űrkutatás, a geológiai, a meteorológiai és a biológiai kutatások eredményei egy új „Föld-szemlélet” elfogadásához vezettek, amelyek szerint Föld olyan élő egységként fogható fel, amelynek ha bármely pontján változás jön létre, akkor az kihat az egész bolygóra és befolyásolja a bolygó működését és a bolygó élővilágának sorsát. A tudomány kimagasló eredményei mellett a világ túlnépesedésének problémái, a természetet károsító jelenségek, az éghajlat felmelegedésének fenyegető réme a tudósokat arra kényszerítették, hogy a Föld működését összefüggéseiben komplexen kell tanulmányozni. Ez a szemlélet vezetett annak felismerésére, hogy a Föld nemcsak az egyedüli életet hordozó égitest, hanem egy olyan élő szervezet, amelyben az élő és az élettelen részek egy egységet alkotnak, vagyis Gaia „a Föld istenasszonya”, egy élő bolygó (Lovelock, 1979, 1988; Mészáros, 2001; Borhidi, 2002; Glatz, 2010). A Gaia-szemléletre épül az új ökológizmus, amely az ember és a természet viszonyában, a biofilában, a földi élet szereplőit egységben látja és, amely új erkölcsi értékrendet követel meg. Ez a 21. század legnagyobb kihívása.

6. Éghajlatváltozás, klímaparadoxonok, új társadalmi és gazdasági paradigmák

Az elmúlt két-három évtizedben az egyik legnagyobb társadalmi és politikai érdeklődést az éghajlatváltozás váltotta ki, amelynek során rengeteg új ismeret, érv és ellenérv halmozódott fel. Az éghajlatváltozással kapcsolatos tudományos viták mind a mai napig tartanak, ui. nem lehet egyértelműen eldöntetni, hogy a természetben bekövetkezett változások milyen mértékben vezethetők vissza természeti, illetve társadalmi okokra (Szarka, 2014). Figyelemre méltó a legfejlettebb országok és további öt nemzet [(G8+5), Amerikai Egyesült Államok, Brazília, Dél-Afrika, Egyesült Királyság, Franciaország, India, Japán, Kanada, Kína, Mexikó, Németország, Olaszország, Oroszország] akadémiaiinak 2005. évi Hokkaido (Japán) szigetén tartott csúcsertekezletének felhívása a klímaváltozás okozta világméretű fenyegetés csökkentésére (Anonymus, 2008a). A felhívás hangsúlyozta a klímaváltozás mérséklésére irányuló politika és alkalmazkodás kidolgozását, a helyi vezetők érdekeltiségének körvonalazását és a szénkímélő társadalommá történő átalakulás (energiamegtakarítás) jelentőségét. Nem kisebb jelentősége van annak a megállapításnak, hogy a fejlett világnak irányítani kell az átalakulást, és fejlődő országok számára a technológiaátadást, valamint segíteni kell az innovációt.

Az éghajlatváltozás okairól, megelőzéséről, az alkalmazkodás lehetőségeiről és a lehetőségek gyakorlati megvalósításával kapcsolatban elért eredmények és erőfeszítések ellenére a modern társadalmak működésében olyan ellentmondások halmozódtak fel, amelyek akadályozzák ezeknek a társadalmaknak az alkalmazkodását az éghajlat változásaihoz. Antal Z. László az MTA-TK Szociológiai Intézet tudományos

főmunkatársa, a Klímabarát Települések Szövetségének volt elnöke, jelenleg tiszteletbeli elnöke és Láng István akadémikus a „Változás, Hatás, Válaszadás (VAHAVA) kutatási program (*Changes, Impacts, Responses*; vö.: Jolánkai, 2014; Horváth, 2015e) vezetője, ezeket az ellentmondásokat „klímaparadoxonnak” nevezte. A napokban megjelent Antal Z. László „Klímeparadoxonok. Lehet-e harmónia természet és társadalom között?” c. könyvében (L'Harmattan Kiadó, Budapest 2015) fejtette ki véleményét. Az MTA Szociológiai Kutató Intézetében az éghajlatváltozással foglalkozó kutatások eredményeinek felhasználásával, valamint az Egyesült Királyságban készített környezeti és klímastratégiákkal kapcsolatos eredményei során arra a következtetésre jutott, hogy a modern társadalmakban olyan feloldhatatlan ellentmondások, ún. klímaparadoxonok alakultak ki, amelyek akadályozzák az éghajlatváltozás kockázatainak csökkentését. Rámutatott arra, hogy az elmúlt évtizedekben a népesség növekedése és vele párhuzamosan a fogyasztás fokozódása – amely a fogyasztói társadalmak legfontosabb célja – súlyos terheket jelent a bolygóra, miközben az éghajlatváltozás kockázatai is jelentősen megnövekedtek és ezzel kapcsolatban a diagnózisok is kedvezőtlenek.

Kiemelten az üvegházhatású gázok (CO₂) kibocsátásának csökkentése érdekében tett javaslatok – amelyekre első alkalommal 1988-ban Toronto-ban (Kanada) összehívott „A változó atmoszféra konferencia” hívta fel a figyelmet és azt javasolta, hogy 2050-re az 1988-as kibocsátási szinthez képest 20%-kal csökkenteni kell az üvegházhatású gázok kibocsátását – pedig, mint ismert, ellentétesek a gazdasági és a társadalmi célokkal; a fogyasztói társadalmakban ez a legjelentősebb feloldhatatlan klímaparadoxon.

Az Éghajlat Változási Kormányközi Testületnek (*Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC*) nagy szerepe van abban, hogy az éghajlatváltozás nagyobb figyelembe részesül. Jelentése szerint az 1850-es évek óta a globális átlaghőmérséklet 0,76%-kal emelkedett, de a melegedés üteme a 20. század második felétől gyorsult. Az 1995 és 2006 közötti tizenként évből tizenegy év az 1850-óta mért legmelegebb évek közé tartozik a felszíni megfigyelések alapján.

A klímaváltozás jelentős hatással van az egészségre. A 2003. évi franciaországi hőhullám 75 ezer ember halálát okozta. A magyarországi 2007. év júliusában tíz napig tartó hőhullám – amikor az átlaghőmérséklet 27 °C fölé emelkedett és öt napon át az átlaghőmérséklet meghaladta a 30 °C-ot – növelte az áldozatok számát. 2015. év volt az eddig mért legmelegebb év. A nyári hat hőhullám 1900 fővel többen haltak meg, ami az éves halálesetek 1,5%-a. A hőség minden krónikus beteg (szív- és keringési betegségek, daganatos és cukorbeteg) állapotát rontja. A klímaváltozás hatással van az allergiában (pollenallergiában) szenvedőkre is, ui. bizonyos növények (mogyoró, *Corylus avellana*), pollenszórása korábbra (január vége, február eleje), más növények (parlagfő, *Ambrosia artemisiifolia*) virágzása eltolódik szeptemberről októberre. A globális felmelegedés hozzájárul a betegségek kórokozóit terjesztő állati szervezetek (például rovarok), ún. vektorok elterjedéséhez. Az *Ixodes ricinus* nevű kullancs terjeszti például a Lyme-kórt és a Q-lázat okozó baktériumot (*Coxiella burnetti*), valamint az agyvelő- illetve agyhártyagyulladás okozó arbovírust. Hasonlóan veszélyt jelentenek a szúnyogvektorok által terjesztett nyugatnílusi láz, a *Chikungunya* láz, valamint

a háziállatokra (például kutya) is veszélyes *leishmaniasis* betegségek, amelyek már Európában is megjelentek, és amelyek a klímaváltozás és hőmérséklet emelkedés következtében a melegkedvelő vektorok felszaporodásával és elterjedésével vannak összefüggésben.

Az éghajlatváltozás környezeti kérdéssé vált. A 2007. és 2013. évi Éghajlatváltozási Kormányközi Testület jelentése szerint az éghajlat 95%-os valószínűséggel emberi tevékenység következtében változik. A klímaváltozás mértékének korlátozásához ezért az üvegházhatású gázok (például CO₂) kibocsátásának jelentős csökkentésére lenne szükség. Figyelemre méltó, hogy 2010-ben az összes CO₂-kibocsátás több mint 80%-a a 20 legnagyobb kibocsátással rendelkező országból származott. A Föld összes CO₂ kibocsátásának 26,4%-a Kínát, 17,3%-a az USA-t és 6,4%-a Oroszországot terheli; Magyarország 0,2%-kal a 64. helyen van. Az 1 főre jutó CO₂ kibocsátás a 1990-ben mért 6,1 tonnához viszonyítva 2010-ben 5,1 tonnára csökkent, de ez még mindig kétszerese a természetes nyelők 1 főre jutó szintjének (vö.: Antal, 2015).

Antal (2015) – Latour (1999) munkájára hivatkozva – megállapította, hogy el kell választani egyrészt a természeti világot és a társadalmi világot, másrészt újra kell értelmezni a természet és a társadalom kapcsolatát. Hasonló véleményt fogalmazott meg Némedi Dénes „Bevezetés. A szociológia problémája” (in: Modern szociológiai paradigmák) c. könyvben (Napvilág Kiadó, Budapest 2008): „...a modern társadalmi rend egyik alapja az a meggyőződés, hogy a társadalmi rend racionális berendezkedése garantálja a sikeres alkalmazkodást az objektív természeti rendhez.” Egy olyan „tudományos forradalomra” lenne szükség – amely a paradigmák válságának a végét is jelentené –, amely új keretek között kínálna megoldásokat a jelenlegi keretek között megoldhatatlan feladatokra. Antal (2015) véleménye szerint a természet változásaihoz alkalmazkodni képes, új klímatudatos társadalmi normák, és ezeken a társadalmi normákon alapuló új társadalmi és gazdasági paradigmák – amelyek a klímaparadoxonok feloldását jelentik – helyi szinten bontakozhatnak ki. Ez lehetővé teszi nemcsak a természet és a társadalom közötti harmonikus kapcsolat kialakulását, hanem hozzájárul ahhoz is, hogy az öntudatos közösségekben élő emberek elfogadják a fogyasztói társadalmakban élők életszínvonalához viszonyított alacsonyabb szintet. Angliai és magyarországi vizsgálatai szerint Antal (2015) megállapította, hogy az önkormányzatok vezetői a klímabarát településeken, ahol a társadalom tagjainak jelentősebb része él, nem, vagy csak kivételes esetben lépték át a paradigmák határait. A Szerző könyvében, amelyet a „remény könyvének” nevez, feltételezi, hogy a helyi szintű változások, harmonikus együttélést elősegítő új paradigmák elindítói lehetnek.

Antal (2015) előzőekben tárgyalt könyvének utolsó fejezetében („7. Az emberről alkotott elképzelések különbözősége”) megállapította, hogy a társadalom életét meghatározó ember, és a róla kialakított véleménynek, elképzelésnek domináns szerepe van. Andorka (1979), Weber (1982), Kuhn (1984) és Elidae (2009) korábban írt, és saját kutatási eredményeire is hivatkozva Antal (2015) rámutatott arra, hogy a tradicionális társadalmak emberétől (*Homo religiosus*) hogyan vált uralkodóvá, és került domináns helyzetbe az individualista, önző embertípus (*Homo oeconomicus*), amely az egész emberiség történetében meghatározó paradigmaváltást eredményezett. Az ember (egyén) és a közösség (társadalom) érdekei közötti ellentmondást a jelenleg uralkodó

embertípus nem képes feloldani. A felelős emberek gondolkodásában azonban már felismerhető egy új embertípus (*Homo oecologicus*) kialakulása, amelynek célja a természettel hosszútávon összhangban lévő klímatudatos értékrend megvalósítása, amely esélyt teremthet a klímaparadoxonok feloldására.

Ezeket a gondolatokat fogalmazta meg korábban Giovanni Martinetti jezsuita szerzetes „A mai hit észérvei” (Paulus Hungarus-Kairoosz Kiadó, Budapest 2001) c. könyvben: „...az embert finalisztikus ösztöne egy jobb élet és a társaival való kooperáció felé viszi, szolidaritásra, kölcsönös segítségre, és erkölcsi értékek keresésére sarkallja, amelyek sokféleképpen ellensúlyozzák a fizikai javak bizonytalanságát és mélyebb lelki elégedettséget adnak. Az ilyen értékek és közös eszmények szorosabban és szilárdabban egyesítik az embereket, mint az érdekközösség, vagy a gazdasági együttműködés”. Erich Fromm (1900-1980) német származású, amerikai pszichoanalitikus „Utak egy egészséges társadalom felé” (Napvilág Kiadó, Budapest 2010) c. könyvében, amely a pszichoanalízis és a társadalomelemzés ötvözete, azt írta, hogy: „...Ha az embernek sikerül továbbfejleszteni értelmét és szeretetét, ha sikerül felépítenie egy, az emberi szolidaritáson és igazságosságon alapuló társadalmat, ha az emberiség egyetemes szeretetének élménye alapvetővé válik számára, akkor talál majd rá az emberi gyökerek új formájára és akkor válik számára a világ valódi emberi otthonná.”

Az emberiség morális és kognitív cselekvőképessége jelentheti a választ a világ és a társadalom előtt álló kihívásokra.

7. Környezetvédelem, globalizáció, fenntarthatóság, erkölcs

A fenntarthatóság és a globalizáció kapcsolatát elemezve Kiss (2014) rámutatott arra, hogy nemcsak negatív kapcsolatrendszerükben, a globális függőségben, szennyezésben és fenntarthatatlanságban járnak együtt, hanem a globalizáció a gondolkodást és a kooperációs hálózatok kiépítését is elősegítheti. Ugyanez a tanulmánykötet futurisztikus megállapítása (vö.: A. N. Chonakov) az, hogy a globalizáció a kulturális-civilizációs átalakulásokon keresztül globális társadalmat is teremt, amely azonban a planetáris kultúra formálódása során mégsem teremt egységes kultúrát. A globális kutatások fontos feladata az emberi természet kutatása azért is, hogy a jövő nagy kérdése megválaszolható legyen: milyen lesz az új humanizmus? A tanulmánykötet empirikus kutatásokon alapuló meglepő megállapítása szerint a magyar egyetemisták globalizációval kapcsolatos szubjektív attitűdje sem elfogadható, sem elutasító, ezért belőle határozott következtetés nem vonható le a magyar társadalom jövőbeni globalizációhoz való viszonyáról, noha ilyen vizsgálatok rendszeressé válása segítené a magyar társadalom attitűdváltozásainak a megismerését.

Kathleen D. Moore az Oregoni Állami Egyetem (USA) filozófia professzora és Michael P. Nelson a környezeti etika és filozófia professzora „Környezetvédelem: elmozdulás a világméretű morális egyetértés felé” c. tanulmányában rámutatott arra, hogy a környezeti veszélyek, a gyors éghajlatváltozás következményei alapvetően

morális kérdések, amelyekre morális választ kell adni; ennek az alapja pedig az igazságosság, az együttérzés és az emberi jogok tiszteletben tartása. A cselekvést követő morális elvek, mint például az embernek joga van az élethez, a szabadsághoz és a személyes biztonsághoz; az igazságosság, a haszon és a teher megköveteli a nemzedékek közötti egyenlő elosztást; az ember kötelessége a gyermekeket megvédeni az ártalmaktól; az ember – mint erkölcsi lény – köteles együttérzéssel cselekedni; jó cselekedetekkel gondoskodni kell arról, hogy a biológiai közösség integritása, stabilitása és szépsége fennmaradjon; olyan döntésekre van szükség, amelyben értékeink tükröződését a morális integritás határozza meg (Moore és Nelson, 2013). A szerzők rámutattak arra, hogy téves az a „kétpólusú” gondolkodás, amelyben az ember reményt és reménytelenséget – mint lehetőséget – tételez fel. A köztük lévő „lehetőségek” az integritást jelentik: a hit és a cselekvés összeegyeztetése; ennek alapja az igazságosságba vetett hit alapján történő cselekvés. A környezetvédelem, a fenntartható fejlődés és általában az éghajlatváltozás problémáját felismerte az emberiség, de a széleskörű, általános, mindenkire érvényes morális cselekvés ideje még nem érkezett el. Ezért olyan, világszerte megjelenő, főleg vallási alapú mozgalmak indultak el, amelyekben a hagyományos vallási érzékenység, a társadalmi igazságosság, az együttérzés mellett megjelent a „teremtésvédelem” iránti elkötelezettség, az isteni teremtés védelme, és annak hangsúlyozása, hogy az ember és a természet dualizmusa, más szóval az ember „kivételezettsége” alapvető tévedés. Moore és Nelson (2013) hivatkozott Juliette Jowitz újságírónak a Guardian 2010. április 10-i számában megjelent *„British Campaigner Urges UN to Accept ‘Ecocide’ as International Crime”* c. cikkére, amelyben beszámolt az Egyesült Királyságban folytatott kampányról, amelynek célja, hogy a genocídiumhoz (népirtáshoz) hasonlóan, nemzetközi bűnténnyé nyilvánítsák és peresíthető legyen az „ökocídium” (környezetpusztítás), amelyet a Nemzetközi Büntető Törvényszék tárgyalna. Moore és Nelson (2013) szerint egy olyan világnézeti paradigmaváltásra, adaptív civilizációra van szükség, amely a maga etikáját a világhoz igazítja, és amely az emberközpontú haszonelvűséget felváltja az emberi célok szempontjából szükséges „cselekvés hasznossággal”.

Géczi és Kamarás (2015) *„Habitualis válaszok az éghajlatváltozásra”* c. tanulmányának utolsó fejezetében („Az erkölcsi klímaváltozás esélye”) tk. külföldi (például H. Jones), és magyar (Makai Péter) szerzőkre hivatkozva megállapította, hogy „nem elegendő a felelősség intenzitásának növekedése és hatókörének szélesedése, hanem egy olyan kollektív gyakorlat kialakítására lenne szükség, amely összhangban van a jövőre vonatkozó tervezés újfajta, az egyre fokozottabb veszélynek kitétt élet (és emberi kultúra) megőrzésére képes etikájával is”. A változó éghajlat szükségessé teszi az életmód és társadalmi rend paradigmatiszta átalakítását, és feltehetően „a jövőbeli-emberiség egyéni és közösségi életvitelét minden bizonnyal a klimatikus megfontolásokból következő morális betiltásoknak és erkölcsöknek a jellege, és azok érvényesíthetőségének mértéke fogja meghatározni”. Ehhez azonban olyan „... társadalompolitikai fordulatra van szükség, amely szakít az anyagi jólétet preferáló paradigmával, annak utópisztikus progresszióhitével, és képes arra, hogy újra viszszahelyezze jogaiba az egyén személyiségének súlyát, továbbá az ezzel együtt járó sokrétű felelősség dimenzióját.”

8. Önkorlátozó etika, „utolsó remény”

A társadalmi, gazdasági, pénzügyi és ökológiai rendszerek fenntarthatatlanságára utaló jelek (tények) mellett forradalmian új átalakítási lehetőség figyelembe vételére van szükség, amelyet az emberi tudat radikális megváltoztatása és a kollektív létet lehetővé tevő emberi erkölcs biztosíthat.

A Kölcsönös Cselekvési Tanács (*Inter Action Council, IAC*) – amely 24 korábbi állam- és kormányfőből állt – kiadta „Az emberi felelősség egyetemes nyilatkozatát” (*Universal Declaration of Human Responsibilities, UDHR*), amelyben az áll, hogy a világgazdaság globalizációja miatt az egész földgolyóra kiterjedő gondok nagyságához mérten új etikára van szükség, amelynek alapja az egymás mellett élés harmóniája, az önkorlátozó etika. 1993-ban 71 ország elkötelezett tudósának (Az Elkötelezett Tudósok Egyesülete, *Union of Concerned Scientists, UCS*) nyilatkozata („Az új erkölcs szükségessége”) – amelyet 1670 tudós, közöttük 102 Nobel-díjas írt alá – szerint „új erkölcsstanra van szükség”. A gazdasági, társadalmi problémákon csak az értékrendben gondolkodó és cselekvő ember tud változtatni, olyan emberek, akiknek értékrendje az erkölcs, a tisztesség, az emberi tisztelet és az emberbaráti szeretet.

Vida (2012) „Honnan hová Homo? Az Antropocén korszak gondjai” c. tanulmányában rámutatott arra, hogy az emberiség a 20. század fordulóján és a 21. század elejétől egyre súlyosabb társadalmi, gazdasági és környezeti válságban van. Az okok hátterében az értelmes (bölc) ember (*Homo sapiens*) nevével ellentétes, önérdeket, saját hasznát követő ember (*Homo oeconomicus*) viselkedése áll. A globális fenntarthatósági válság összetevői: (1) Társadalmi válság (erkölcs, hit, érték, család, kultúra, oktatás, egészségügy, tudomány, bizalom, együttműködés, foglalkoztatás, népesedés, leszakadás); (2) Gazdasági válság (energia, nyersanyag, agrárium, élelmezés, pénzügy, hitel, növekedés); (3) Környezeti válság (klímaváltozás, biodiverzitás-termőtalajvesztés, szennyeződés, tájrombolás, erdőirtás, vízhiány) mind-mind egymást erősítve fejtik ki hatásukat, amelyet közös okoknak nevezünk. Ezek megszüntetésére, a kiút megtalálására csak az etikus, erkölcsös ember (*Homo moralis*) és az ökológikus ember (*Homo oecologicus*) képes.

Albert Schweitzer (1875-1965) és Albert Einstein (1879-1955) – akik a nyugati kultúra legmagasabb szintű intellektuális és erkölcsi fejlődésének megtestesítői voltak – után hangsúlyozni kell, hogy ha sikerül fenntartani a gondolatok, eszmék, ötletek szabad evolúcióját, fenntartani a fejlődés lehetőségébe, a gazdasági, politikai és kulturális újjászerveződésbe vetett hitet, akkor az emberiségnek nem kell katasztrófától tartani (Diamond, 2007; László, 1999, 2008; Ridley, 2012).

Mahátma Gandhi (szül.: Mohandász Karamcsand Gandhi, 1869-1948) India politikai és spirituális vezetője, az Indiai Függetlenségi Mozgalom élharcosa, a híveitől kapott Mahátma („Nagy lélek”) jelzővel és cselekedeteivel vált ismertté a világban. A 147 éve született Gandhi lenyűgöző életének, életvitelének gondolatai között a bölcsesség („Nekünk kell a változás lennünk, amit a világban akarunk”), a szerénység („A gazdagnak egyszerűbben kell élnie, hogy a szegény egyszerűen megélhessen”), az erkölcs („Mindaddig, míg nem érzünk rokonszenvet és szeretetet minden

élőlénytársunk iránt, nem mondhatjuk, hogy megértettük az erkölcs törvényét”), az oktatás-nevelés („A gyermeket először a szülő nevelje meg igazán, és csakis azután legyen egy csekély külső segítség”), a gazdaság („A gazdasági megerősödés alapja a családonként való önellátás...”) és a környezetvédelem („Földünk javai elegendőek, hogy táplálják az egész emberiséget, de nem elegendőek akár egyetlen személy kap- zsi vágyainak kielégítésére sem”) a mai ember számára a 21. században is követendő példát jelentenek.

Figyelemre méltó a katolikus egyházfő Ferenc pápa, Jorge Mario Bergoglio által a 2015. évi Párizs-i Nemzetközi Klímakonferencia (COP21) előtt 2015. június 18-án kiadott, a Föld minden lakójához címzett 184 oldalas „*A Laudato si'*” (Áldott légy) c. környezetről és a közös otthon gondozásáról szóló első pápai enciklika (megnyilatkozás), amely összefogást sürgetett a Föld megóvása érdekében. A közös otthon gondozásával kapcsolatban rámutatott arra, hogy az ökológiai válság antropogén természetű és az ember felelőssége nem átruházható. A környezet rombolásáért az ember gondolkodásmódjában, magatartásában és társadalmában rejlő hibák a felelősek. A globális felmelegedésről, klímaváltozásról, a környezet tisztításáról szóló enciklika erkölcsi, teológiai, gazdasági és társadalmi kérdésként kezeli az élővilág védelmét, és kiemeli például a nagyvállalatok, energiával kereskedő cégek, rövidtávon gondolkodó politikusok, lelkiismeretlen kutatók, közgazdászok, médiában dolgozók és érzéketlen keresztények felelősségét egyaránt (vö.: Velkei, 2015; Kuthi, 2015). Az enciklika hangsúlyozza, hogy a földi élet feltételeit jelentő „ökológiai megtérésre”, egy újfajta nemzedékek közötti és nemzedéken belüli szolidaritásra, hívők és nem hívők közötti párbeszédre, jó megoldások megtalálására, ember és természet harmóniájára, ökológiai spiritualításra lenne szükség.

A pápai enciklika figyelmeztetés volt a 2015. évi decemberi Párizs-i Nemzetközi Klímakonferencia előtt, egyrészt a döntéshozók számára a közös felelőségre, másrészt pedig reményt is kifejezett a földi élet alapkérdéseivel kapcsolatban: „Az emberi lény képes arra, hogy pozitív módon cselekedjen”. Ezt a véleményt tükrözte az ENSZ 2015. szeptember 25-27 közötti Fenntartható Fejlődési Célok Csúcstalálkozója is, amikor arra figyelmeztetett, hogy ha a Párizs-i decemberi klímakonferencia (COP21) céljai nem teljesülnek akkor az emberiség elveszíti „...az igazság pillanatát és utolsó reményét” A 2015. évi Párizs-i Nemzetközi Klímakonferencia (COP21) eredményeiben bízva remélhetőleg nem kell sokáig várni.

A túllövés állapotába került emberiség számára André Léon Blum (1872-1950) francia miniszterelnök több mint fél évszázaddal ezelőtti gondolatai ma is figyelemre méltóak: „Az emberi fajban volt büszkeség ahhoz, hogy megteremtse a tudományt és a művészetet. Miért ne lenne képes az igazságosság, a testvériség és a béke világának megteremtésére? Az emberi faj adta Platont, Homéroszt, Shakespeare-t, Victor Hugo-t, Michelangelo-t, Beethovent, Pascalt és Newtont, ezeket az emberi hősokeket; az ő géniuszuk jelenti az egyedüli kapcsolatot az alapvető igazságokkal, a világegyetem legbelsőbb lényegével. Miért ne adhatna ugyanez a faj olyan vezetőket, akik képesek elvezetni bennünket az élethez és a világegyetem harmóniájához...”

Az emberi környezet fenntarthatatlanságának vs. fenntarthatóságának tudományos, egzakt vizsgálatokon alapuló, kritikákat kiálló magyarázata mellett olyan

gazdasági, kulturális és erkölcsi szempontok figyelembe vételére, a szociális igazságosság szempontjaira és ezek evolúciójára lenne szükség, amelyek során az emberiség által a múltban elkövetett hibák nem ismétlődhetnek meg. Az emberiség, története során a többször bebizonyított probléma-megoldó képességével, új találmányokkal, felfedezésekkel erkölcsi megújulással és hittel képes lehet az emberi jól-lét fenntartására.

A Földi élet irányítása tehát az ember kezében van. Az embertől függ az, hogy az elkövetkezendő időkben hogyan alakul a bolygó felszíne, a talaj, a vizek, a levegő összetétele és saját élete, fennmaradása. Mészáros Ernő egyetemi tanár, az MTA r. tagja „A Föld rövid története. Múlt, jelen, jövő” c. könyvében a jövőre vonatkozó meglehetősen bizonytalan becslések mellett a következőket írta: „Ha az emberiség megbirkózik egyéb problémáival (például nukleáris katasztrófa, terrorizmus, helyi háborúk, éhínség, környezetrombolás stb.) akkor nagyon valószínű, hogy ezeréves távlatokban továbbra is lakója maradt a Földnek. Különösen akkor – ami nagyon is elképzelhető –, ha a technikai civilizáció tovább növekszik. Ez ugyanis jóval könnyebbé teszi az éghajlati változásokból adódó nehézségek leküzdését. Arról már nem is beszélve, hogy a *Homo sapiens* kb. 20 ezer évvel ezelőtt is átvészelt egy jégkorszakot, sokkal alacsonyabb civilizációs szinten (e könyv szerzőjének véleménye szerint: miért ne vészelt volna át egy klímaváltozást is sokkal magasabb civilizált szinten). A közeli jövőt tekintve tehát tulajdonképpen optimisták lehetünk: fajunk minden bizonnyal fennmarad” (Mészáros 2001).

Van még utolsó remény?

Madách Imre (1823-1864) az emberiség jövőjét vizsgáló gondolatok között 1862-ben megjelent „Az ember tragédiája” c. drámai költeményben (XII. szín) Ádám kérdésére „Mondd mi hát az eszme, / Mely egy ily népbe egységet lehel, / Mely, mint közös cél, lelkesíteni tud?” a Tudós felelt: „...Midőn az ember földén megjelent, / Jól bérházott éléskamra volt az: / Csak a kezét kellett kinyújtani, / Hogy készen szedje mindazt, ami kell. / Költött tehát meggondolatlanul / ...De már nekünk, a legvégső falatnál, / Fukarkodnunk kell, / általlátva rég, / Hogy elfogy a sajt, és éhen veszünk. / ...Négy ezredév után a nap kihűl, / Növényeket nem szül többé a föld; / Ez a négy ezredév hát a mienk, / Hogy a napot pótolni megtanuljuk. / Elég idő tudásunknak, hiszem.” Az eszmében csalódott Ádám elvágyik a Földről, de szellemvilágából visszatérve belátja, hogy csak a Földön van élet és az emberiségnek végig kell harcolni mindazt, amit ő álmaiban átélt. A tragédia utolsó XV. színében felragyog a Nap és zárszavában. Az Úr válaszol: „Mondottam ember: küzdj és bízva bízzál!”

Van még utolsó remény!

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom Balázs Ervin akadémikusnak, kutatóprofesszornak, az MTA Agrártudományi Kutatóközpont (Martonvásár) főigazgatójának, Dudits Dénes akadémikusnak, az MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpont (Szeged) kutatóprofesszorának és Király Zoltán akadémikusnak, az MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Növényvédelmi Intézet (Budapest) kutatóprofesszorának, akikkel a könyv írása során szakmai párbeszédet folytattam, és akik önzetlen segítséget és tanácsokat adtak.

Külön köszönetemet fejezem ki Király Zoltán akadémikusnak az Előszó megírásáért és Popp Józsefnek a Debreceni Egyetem egyetemi tanárának, az MTA Doktorának, a könyv lektorálásáért és szakmai megjegyzéseiért.

Köszönetet mondok az Agrofórum c. folyóirat szerkesztőbizottságának, hogy engedélyezte a 2014/2015 években megjelent, 19 részből álló „Talaj-talajvédelem, növény-növényvédelem, integrált növénytermesztés” c. tanulmányaim egy részének ebben a könyvben történt felhasználását.

Nem utolsó sorban köszönetemet fejezem ki munkatársaimnak Nádasy Bencének, Márton Adriennek és Szolcsányi Évának a könyv technikai elkészítése során nyújtott segítségért.

Külön köszönetet mondok Harangi-Rákos Mónikának (Debreceni Egyetem) és Sándor Annának (Agroinform Stúdió, Budapest) a kézirat és a könyv szerkesztéséért. Köszönet illeti az Agroinform Kiadót és mindazokat, akik ösztönöztek a könyv megírására, és akik támogatták a könyv megjelenését.

- Anonymus (2015d)*: Az első mérföldkő a precíziós gazdálkodásban. Magyar Mezőgazdaság 70:13.
- Anonymus (2015e)*: Jó úton haladunk? Fontos kérdésekre keressük a választ. Utolér-e bennünket a precíziós gazdálkodás, vagy elhalad mellettünk a technológia. Agro Napló 06: 57-64.
- Anonymus (2015f)*: Mielőtt kiszáradna. A talajközpontú tarlóhántás célja, módja és jelentősége. Agrárunió 16 (6-7): 34-36.
- Anonymus (2015g)*: A termőföld védelme baktériumos talajoltással. Mezőhír 19 (6): 58-59.
- Anonymus (2015h)*: Helyére kerül az agrárképzés? Magyar Mezőgazdaság 26: 8-10.
- Anonymus (2015i)*: 200 milliárd a kukában. Feltérképezik az élelmiszerpazarlást. Magyar Mezőgazdaság 40:7.
- Anonymus (2015j)*: Beszámoló a Magyar Országgyűlés számára a Magyar Tudományos Akadémia munkájáról és a magyar tudomány általános helyzetéről (2013-2014). Magyar Tudományos Akadémia, Budapest.
- Anonymus (2016)*: Szigorúan ellenőrzött étrend-kiegészítők. Gyógyszerészi Hírlap 5:7.
- Anonymus (2016a)*: A DuPont Pioneer bejelenti, hogy kereskedelmi forgalomba kívánja hozni első CRISPR-cas termékét. Zöld Biotechnológia 5-6: 9-10
- Anonymus (2016b)*: World Agricultural Production USDA, Foreign Agricultural Service. Circular Series, WAP 8-16, August 2016.
- Anonymus (2016c)*: A Magyar Tudományos Akadémia kutatóintézet-hálózata. MTA Kommunikációs Főosztály, Budapest.
- Anonymus (2016d)*: Áramtermelő gépmadarak. Heti Világgazdaság (2016. november 17.) 47: 62.
- Antal Z. L. (2015)*: Klímaparadoxonok. Lehet-e harmónia természet és társadalom között? L' Harmattan Kiadó, Budapest.
- Babok E. és Tóth A. (2010)*: A geotermikus energia helyzete és perspektívái. Magyar Tudomány 8: 926-936.
- Balázs E. (2009)*: A transzgenikus növények nemesítésének etikai kérdései. Magyar Növénynevelők Egyesülete 1989-2009. Agroinform Kiadó, Budapest.
- Balázs E. (2011)*: Átgondolt gazdálkodás, minőségi élelem. Magyar Nemzet 2011. január 31.
- Balázs E. (2013a)*: Egy harmincéves világraszóló tudományos eredmény utóélete. Zöld Biotechnológia 3-4: 7-8.
- Balázs E. (2013b)*: A felsőoktatás stratégiájának átgondolása. Magyar Nemzet 2013. május 17.
- Balázs E. (2014a)*: A jövő vetése. Zöld biotechnológia 10:11-12.
- Balázs E. (2014b)*: Meggyógyítható a magyar felsőoktatás. Magyar Nemzet 2014. január 4.
- Balázs E. (2014c)*: Tömegoktatás, elitoktatás és minőség. Educatio 4:550-554.
- Balázs E. (2016)*: Amit a baktériumokról tanultunk. Magyar Mezőgazdaság 2016. április 6.
- Balázs E. (2016a)*: Hasznos mutációk felhasználása. Magyar Mezőgazdaság 2016. október 5.
- Balázs E és Dudits D. (szerk.) (2017)*: Precíziós nemesítés, kulcs az agrárinnovációhoz. Agroinform Kiadó, Budapest.

- Balázs E., Dudits D. és Sági L. (szerk.) (2011): Genetikailag módosított élőlények (GMO-k) a tények tükrében. Magyar Fehér Könyv. Barabás Zoltán Biotechnológiai Egyesület. Tisza Press Nyomda, Szeged.
- Balázi I., Ostorics L., Szalay B., Szepesi I. és Vadász G. (2013): PISA2012 Összefoglaló jelentés. Oktatási Hivatal. Eurotronik Zrt., Budapest.
- Balla Cs. és Siró I. (szerk.) (2007a): Élelmiszer-biztonság és – minőség I. Alapismeretek. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Balla Cs. és Siró I. (szerk.) (2007b): Élelmiszer-biztonság és – minőség II. Élelmiszer-technológiák. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Balla Cs. és Siró I. (szerk.) (2007c): Élelmiszer-biztonság és – minőség III. Fogyasztóvédelem és élelmiszer-vizsgálat. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Bardócz Zs. (2016): Van-e értelme a GMO-mentes jelölésnek? *Agrofórum* 27(3):158-161.
- Bardócz Zs. és Pusztai Á. (2013): Eltérő gazdálkodási rendszerekből származó élelmiszerek fogyasztásának következményei. Az öko- vagy biogazdálkodás. *Biokultúra* 5:30-32.
- Bazsa Gy. (2013): 1988-2013, negyedszázad a kiművelt emberfők sokaságáért. 25 éves a magyar rektori konferencia. *Magyar Tudomány* 10:1230-1245.
- Bay Z. (1990): Az élet erősebb. Püski-Csokonai Kiadó, Budapest.
- Bálint A. és Kiss E. (2010): A klasszikus és molekuláris növénynevelés módszerei. In: Radics L. (szerk.), Fenntartható szemléletű szántóföldi növénytermesztés. Agroinform Kiadó, Budapest.
- Bárány, I., Vörös, E. and Wagner, R. (1970): The influence of the wind conditions of the Hungarian Alföld on the geographical distribution of mills. *Acta Climatol.* 9: 7-81.
- Bedő Z. (2009): Az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete 60 éves. Magyar Növénynevelők Egyesülete 1989-2009. Agroinform Kiadó, Budapest.
- Bedő Z. (2013): Növénytermesztés. Agroinform Kiadó és Nyomda Kft., Budapest.
- Bedő Z. és Láng L. (2015a): Útkeresés a növénytermesztés fejlesztésében a fenntarthatóság szellemében. *Agrofórum* 3: 6-8.
- Bedő Z. és Láng L. (2015b): A jövő növényeinek szerepe a növénytermesztés fenntartható fejlődésében. *Gazdálkodás* 4: 303-314.
- Bedő Z., Láng L., Veisz O., Vida Gy. és Rakszegi M. (2014): Búzanemesítés kontinentális klímájú környezetben. *Georgikon for Agriculture* 19: 1-8.
- Belhaj, K., Chaparro-Garcia, A., Kamoun, S. and Nekrasov, V. (2013): Plant genome editing made easy: targeted mutagenesis in model and crop plants using the CRISPR/Cas system. *Plant Methods* 1: 39.
- Bencze Gy. (2006): H-index: egy új javaslat az egyéni tudományos teljesítmény értékelésére. *Magyar Tudomány* 1: 88-91.
- Bennett, D. J. and Jennings, R.C. (2013): Successful Agricultural Innovation in Emerging Economies: New Genetic Technologies for Global Food Production. Cambridge University Press, New York.
- Berend T.I. (2010a): *Europe Science 1980*. Cambridge Univ.Press, New York.
- Berend T.I. (2010b): Európa két válsága. *História* 32(9-10): 25-30.

- Berényi D. (2007): Felsőoktatás és tudomány-történeti visszatekintés, mai törekvések, nyelvi problémák. Debreceni Szemle 2:151-155.*
- Berényi D. (2009): Kultúra, civilizáció és tudomány. Természet Világa 3:98-101.*
- Berthiller, F., Crews, C. and Dall'Asta, C. (2013): Masked mycotoxins: A review. Mol. Nutr. Food Res. 57:165-186.*
- Berzsenyi Z. (1999): Új kihívások a növénytermesztési kutatásokban a 2000-es évek küszöbén. In: Ruzsányi L. és Pepo P. (szerk.), Növénytermesztés és környezetvédelem. „Magyarország az ezredfordulón”. Stratégiai kutatások a Magyar Tudományos Akadémián. MTA Agrártudományok Osztálya, Budapest.*
- Berzsenyi Z. (2013): Növénytermesztés. Környezeti, növekedési és termésreakciók. Agroinform Kiadó, Budapest.*
- Birkás M. (2012): Talaj-Iskolák. Szent István Egyetem Kiadó, Budapest.*
- Birkás M. (2015): Okszerű talajművelés Györffy Béla nyomán. Agrofórum 60 (extra): 106-112.*
- Biró F. (1987): Az Agrártudományi Egyetem évkönyve 1980-1984 (Gödöllő). Kner Nyomda, Békéscsaba.*
- Bod P. Á. (2016): A magyar gazdaság növekedési képességéről. Magyar Tudomány 8: 913-921.*
- Boda Zs. (2004): Globális ökopolitika. Helikon Kiadó, Budapest.*
- Bódis L. (2015): Mezőgazdasági vízgazdálkodás és öntözés. Tervek, remények, tények. Agrofórum 26: 14-15.*
- Bognár J. (1976): Világ gazdasági korszakváltás. KJK Gondolat, Budapest.*
- Bognár R. (2014): A magyarországi biotechnológiai kutatási eredmények kommercializálódása és hasznosulása. Marketing és Menedzsment 4: 75-83.*
- Bognár S. (1994): A magyar növényvédelem története a legrégebbi időktől napjainkig (1030-1980). Business Assistance, Kisalföldi Vállalkozásfejlesztési Alapítvány, Mosonmagyaróvár.*
- Bokán K. (2016): Az ökológiai gazdálkodás alapjai. Agrárágazat 17:60-64.*
- Bonny, S. (2014): Taking stock of the genetically modified seed sector worldwide: market, stakeholders and prices. Food Sec. 6: 525-540.*
- Borhidi A. (2002): Gaia zöld ruhája. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest.*
- Borlaug, N. E. and Dowswell, C. R. (2003): Feeding a world of ten billion people. In: Tuberosa, R., Phillips, R. L. and Gale, M. (eds.), In the Wake of the Double Helix: From the Green Revolution to the Green Revolution. Proc. Internat. Congr. Avenue Media, Bologne (Italy).*
- Borovics A. (2014): Erdészeti nemesítés eddigi eredményei és jövőbeli kihívásai. XX. Növénynemesítési Tudományos Nap, Budapest, 2014.*
- Borovics A., Illés G., Fühler E., Czímber K. és Mátyás Cs. (2015): Alkalmazkodó erdők, alkalmazkodó erdőgazdálkodás. Agrofórum 1: 28-31.*
- Borsiczky I., Enzsöl E., Farkas B. és Reisinger P. (2014): Nitrogén (N) szenzorral történt mérések eredményei gyomos és gyommentes őszi búzavetésben. Magyar Gyomkutatás és Technológia 15: 57-63.*
- Botta-Dukát Z. és Mihály B. (2006)(szerk.): Biológiai inváziók Magyarországon Özönnövények II., Line és More Kft., Budapest*

- Boszik A. (2014): Az integrált növényvédelem (IPM) és nélkülözhetetlen eleme a gazdasági kártételi szint. Georgikon for Agriculture 19:175-185.*
- Bödök Zs. (2004): Nobel-díjas magyarok. Helikon Kiadó – Nap Kiadó, Dunaszerdahely.*
- Brookes, G. and Barfoot, P. (2012): The income of productions effects of biotech crops globally 1996-2010. GM Crops 3: 265-272.*
- Brown, L. R. (1981): Building a Sustainable Society. Norton W. W. and Company, New York.*
- Buckingham, S.D. (2016): Genes taking the fast lane. Lab Times 4: 58-59.*
- Budai Cs. (1986): Biológiai védekezés a növényházak kártevői ellen. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.*
- Carson, R. (1962): Silent Spring (Ford.: Makovecz Benjámin, Néma tavasz). Katalizátor Iroda, Budapest 1994).*
- Castleden, R. (2008): Discoveries that Changed the World. Omnipress, London (Felfedezések melyek megváltoztatták a világot. Vantus Libro Kiadó, Szeged 2010).*
- Cavallier, J. (1945): A Magyar Természettudományi Akadémia. Irodalom és Tudomány 1:117-123.*
- Chilton, M.-D., Drummond, M.H., Gordon, M.P., Merlo, D.J., Montoya, A. L., Sciaky, D., Nutter, R. and Nester, E. W. (1977): Stable incorporation of plasmid DNA into higher plant cell: The molecular basis of tumorigenesis. Cell 11: 263-271.*
- Clark, C. (1972): Starvation or Plenty? Secker and Warburg.*
- Coghlan A. (2015): A géntechnológiával módosított növények szabályozásának lazítását sürgetik a szakértők. Zöld Biotechnológia 5-6:7-8.*
- Collier, P. (2007): The Bottom Billion. Oxford Univ. Press, Oxford.*
- Colwell, J.E. (1974): Vegetation canopy reflectance. Remote Sens. Environ. 3: 175-183.*
- Cong, L., Ran, F.A., Cox, D., Lin, S., Baretto, R., Habib, N., Hsu, P.D., Wu, X., Jiang, W., Maraffini, L.A. and Zhang, F. (2013): Multiplex genome engineering using CRISPR/Cas systems. Science 339: 819-823.*
- Crutzen, P.J., Molser, A.R., Smith, K.A. and Winiwarter, W. (2007): N₂O release from agro-biofuel negates global warming reduction by replacing fossil fuels. Atmospheric Chemistry and Physics Discussions 7:1191-1205.*
- Czelnai R. (2015): Hogyan került előtérbe a klímaügy? Természet Világa 146: 294-298.*
- Czigány M. (2013): Kényszerzubbony, tettek helyett szavak: eurosszeptikus gondolatok a bolognai folyamatról. Magyar Nemzet 2013. június 15.*
- Czímber Gy. és Horváth K. (1993): A Tanszékek és Egységek története (1954-1993). Pannon Agrártudományi Egyetem, Mosonmagyaróvár.*
- Cziráki Sz. és Szendrő P. (2016): Nézd más szemmel a világot. Magyar Tudomány 3:357-363.*
- Csaba L. (2010): Más ez a válság. História 32(9-10):3-9.*
- Csath M. (2013): Az életszínvonal és a pénzügyi mérőszámok. Magyar Nemzet 2013. március 2.*
- Csath M. (2016a): Mire jó a GDP és mire nem? Magyar Nemzet 2016. május 18.*
- Csath M. (2016b): Tudás nélkül nincs növekedés. Magyar Nemzet 2016.július 22.*
- Csath M. (2016c): Eldőlt-e a megállapodás sorsa. Magyar Nemzet 2016. szeptember 3.*
- Csath M. (2016d): A magyar bérhelyzet történelmi perspektívában. Magyar Nemzet 2016. szeptember 26.*

- Csáki Cs. (2010) (szerk.): Élelmezésbiztonság. A magyar élelmiszer-gazdaság, vidékfejlesztés és az élelmiszer-biztonság stratégiai alapjai. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest.
- Csermely P. (2006) (szerk.): Kutató Diákok Országos Szövetségének 10 éves jubileumi évkönyve (1996-2006). Kutató Diákok Országos Szövetsége. Professzorok Háza, Budapest.
- Csermely P. (2013): „A jövőt magányos zsenik csak nagyon ritkán találják fel.” Természettudományi Közl. 144:56-57.
- Csete L. és Láng I. (2005): A fenntartható agrárgazdaság és vidékfejlesztés. MTA Társadalom Kutató Központ, Budapest.
- Csete L. és Nyéki J. (szerk.) (2006): Klímaváltozás és a magyarországi kertgazdaság. Agro-21 Programiroda, Budapest.
- Csiky L. (2001): Nobel Prize Winners Scientists from Hungary. SzVSz Kft., Szentes.
- Csitári G., Legler G., Kökény M. és Hoffmann S. (2015): Talajok szervesanyag tartalom változásának előrejelzése. 2015 – A fény és a talaj éve a mezőgazdaságban. Konferencia MTA-PAB, Pécs.
- Csókás A. (2013): Klinghammer: Harsogni kell a jó eredményt. Magyar Nemzet 2013. augusztus 16.
- Csókás A. (2015): Nem értékelik a felsőoktatást. Magyar Nemzet 2015. április 7.
- Csomós É. (2015): Biostimulátorok és új készítmények az Arysta kínálatából. Agrofórum 4: 84-86.
- Csomós Gy. (2014): Világvárosok a világgazdaság arénájában. Magyar Tudomány 10:1211-1223.
- Daly, H. E. (1995): On Wilfried Beckerman's Critique of Sustainable Development. Environmental Values 4: 49-55.
- Daoda Z. (2015): Algafix® mikrobiológiai biostimulátor – növény- és terméstámogató „long life” effektel. Agrofórum 26: 58-29.
- Darvas B. (1999): A kémiai növényvédelem kritikája. In: Polgár A. L. (szerk.), A biológiai növényvédelem és helyzete Magyarországon. OMFB, Budapest.
- Darvas B. (szerk.) (2007): Mezőgazdasági géntechnológia – első generációs GM növények. Magyar Országgyűlés Mezőgazdasági Bizottsága, Budapest.
- Darvas B. (2015): A hazai géntörvény 2015-ös módosításáról. Zöld Biotechnológia 5-6:1-3.
- Darvas B. (2016): Miről tárgyalt Fazekas Sándor áprilisban az Egyesült Államokban? Zöld Biotechnológia 6-7: 6-8.
- Darvas B. és Lövei G. (2006): A genetikailag módosított szervezetek környezeti hatásai. In: Darvas B. és Székács A. (szerk.), Mezőgazdasági ökotoxikológia. L'Harmattan, Budapest.
- Darvas B. és Székács A. (szerk.) (2006): Mezőgazdasági ökotoxikológia. L'Harmattan, Budapest.
- Darvas B., Fejes A., Mörthl M., Bokán K., Bánáti H., Fekete G. és Székács A. (2011): A glyphosate alkalmazásának környezet-egészségügyi problémái. Növényvédelem 9: 387-401.

- DeBach, P. (ed.) (1964):* Biological Control of Insect Pests and Weeds. Chapman and Hall, London.
- Dellink, R., Lanzi, E., Chaetau, J., Bosello, E., Parrado, R. and de Bruin, K. (2014):* Consequenze of climate change damages for economic growth. A dynamic quantitative assessment. OECD Economics Dep. Working Papers No 1135.
- Demes Gy. (2015):* Precíziós gazdálkodás a gyakorlatban. Beszélgetés ifj. Farkas Andrással az Agroprodukt Kft. termelésirányítójával. Agrofórum 7:102-103.
- Desouzart, O. (2012):* Economic future of the poultry industry: Concentration of production, saturation of consumption, adding new customers through lower costs, mitigation of world hunger. 24th World's Poultry Congr., Salvador, Bahia, Brazil 2012.
- Dénes Z. (2007):* Veszélybe került az agrárkutatás. Magyar Nemzet 2007. június 8.
- Diamond, J. (2007):* Összeomlás. Tanulságok a társadalmak túléléséhez. Typotex Kiadó, Budapest.
- Diamond, J. (2013):* A világ tegnapig. Typotex Kiadó Kft., Budapest 2013.
- Dinya L. (2010):* Biomassza-alapú energiatermelés és fenntartható energiagazdálkodás. Magyar Tudomány 8:912-925.
- Dobi I. (2009):* Szélenergia hasznosítás. Megújuló energiák. Sprinter Kiadó, Budapest.
- Dohy J. (1999):* Genetika állattenyésztőknek. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Dombi M. (2013):* A megújuló energiaforrások technológiai és a vidékfejlesztés céljai. A falu 28:55-69.
- Dublecz K. (2011):* Takarmányozástan. Egyetemi jegyzet, Debreceni Egyetem (Debrecen), Nyugat-magyarországi Egyetem (Mosonmagyaróvár), Pannon Egyetem (Keszthely).
- Dudás K. (2013):* Fenntarthatatlan növekedés, fenntarthatatlan fogyasztás. Fenntarthatatlan marketing? Marketing és Menedzsment 4:24-35.
- Dudits D. (szerk.) (2006):* A búza nemesítésének tudománya. MTA Szeged Biológiai Központ. Winter Fair Kft., Szeged.
- Dudits D. (2007):* Géntechnológia a növénybiológiai kutatásban és a bioiparban. Magyar Tudomány 4:404-417.
- Dudits D. (2009):* Zöld géntechnológia és agrárinnováció. Barabás Zoltán Biotechnológiai Egyesület. Winter Nyomda Kft., Szeged.
- Dudits D. (2012a):* Genomikát és fenomikát integráló növénynemesítés a termésbiztonságért. Magyar Tudomány 8:913-922.
- Dudits D. (2012b):* Génmódosítás. InterPress Magazin (IPM) 6:28-35.
- Dudits D. (2014a):* Az agrárium jelenét, jövőjét formáló molekuláris növénybiológia és zöld biotechnológia. Magyar Tudomány 10:1176-1188.
- Dudits D. (2014b):* Új génszabású módszerek a növényi gének és genomok célzott szerkesztésében. Zöld Biotechnológia 7-8: 1-9.
- Dudits D. (2014c):* Honnan hová tart a zöld agrár-biotechnológia Magyarországon. In: Fehér A. (szerk.), A növények molekuláris biotechnológiájától a zöld biotechnológiáig. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Dudits D. (2014d):* Nem alkotmányba való. Zöld Biotechnológia 5-6:4-6.
- Dudits D. (2015):* A GMO-mentes tej komikuma. Figyelő 17:52-53.

- Dudits D. (2016a): Megújuló zöldenergia hatékonyabban. Zöld Biotechnológia 1-2:6-8.
- Dudits D. (2016b): A tudomány túllép a GMO-vitán. Zöld Biotechnológia 7-8: 3-5.
- Dudits D. (2016c): Nem kell megbotránkozni. Zöld Biotechnológia 7-8: 8.
- Dudits D. és Heszky L. (2000): Növényi biotechnológia és géntechnológia. Agroinform Kiadó Kft. Budapest.
- Dudits D. és Györgyey J. (2013): Zöld GMO-k a laboratóriumban és a szántóföldön. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Dudits, D., Vankova, R., Dobrev, P., Vass I., Ayaydin, F., Török K., Cseri, A., Paul, K., Nagy, A. V., Sass, L. and Györgyi, F. (2016): Response of organ structure and physiology to autotetra-ploidization in early development of energy willow *Salix viminalis*. Plant Physiol. 170: 1504-1523
- Dux L. (2014): A biokémia alapjairól. In: Ujszászi I. (szerk.), Szegedi Egyetemi Tudástár 1. Szent-Györgyi Albert szellemi öröksége. Szegedi Egyetemi Kiadó, Szeged.
- Ehrlich, P. (1968): The Population Bomb. A Sierra Club, Ballantine Book.
- Eke I. (2004): Szemelvények a magyar növényvédelmi szakigazgatás történetéből a megyei Növényvédő Állomások megalakulásának 50. évfordulóján. Növényvédelem 10:489-498.
- Elekes A. és Halmi P. (2015): Éghajlatváltozás és gazdasági növekedés. Alacsony széndioxid-kibocsátású gazdaság vs. gazdasági növekedés – „kibékíthetetlen” ellentét? Magyar Tudomány 5:522-531.
- Elidae, M. (2009): A szent és a profán. Európa Könyvkiadó, Budapest.
- Engelman, R. (2013): A fenntarthatósági blablán túl. In: 2013 A világhelyzete. Van még esély a fenntarthatóságra? Typoézis Kft., Budapest.
- Érsek T. (2010): A kórokozók elleni védekezés. In: Radics L. (szerk.), Fenntartható szemléletű szántóföldi növénytermesztés. Agroinform Kiadó, Budapest.
- Falusi J. és Falusi J. (2014): A szója nemesítése. In: Matuz J. és Szilágyi L. (szerk.), A kilencedik évtizedben. Gabonakutató Nonprofit Kft., Szeged.
- Faragó S. (2012): Évtizednyi szolgálat. Nyugat-Magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron.
- Faragó T. (2015): Levélbeli közlés (Tibor_Farago@t-online.hu).
- Faragó, T., Kozma, E. és Nemes, Cs. (1988): Quantifying droughts. In: Antal E. and Glantz, M.H. (ed.), Identifying and Coping with Extreme Meteorological Events. Publ Hung. Meteorological Service, Budapest.
- Farkas I. (2010): A napenergia hasznosításának hazai lehetőségei. Magyar Tudomány 8:937-946.
- Farkas I. (2010a): A válság kronológiája. História 32(9-10):4-9.
- Farkas I., Gyuricza Cs. és Nyárai H. F. (2008): Mezőgazdasági eredetű alternatív üzemanyagok alkalmazásának ökonómiai szempontjai. AgroNapló 2:47-50.
- Farkas J., Szeitzné Szabó M. és Mohácsiné Farkas Cs. (2014): Mikotoxinok álarcban – új takarmány és élelmiszer-biztonsági kihívás. Élelmiszervizsg. Közl. 3: 257-259.
- Farkas M. (2015): Nő a fiatalok elvándorlási „kedve”. Magyar Nemzet 2015. június 11.
- Fári M. és Kralovánszky U. P. (2006): Az állattenyésztési genetika hazai felismerése Gregor Mendelt megelőzően. Állattenyésztés és Takarmányozás 55:181-191.
- Fári M., Antal G., Kurucz E., Kaprinyák T., Alshaal, T., Elhavat, N., Alla, A. N., El-Ramady, H. és Domokos-Szabolcsy É. (2014): Bioipari célra nemesített évelő biomassza

- növények kutatása Debrecenben: Plantbiogen program. XX. Növénynevelési Tudományos Napok, Budapest.
- Fáy Á. (2012): Cherfurka jövő modellje. In: Nováky E. és Tóth A. (szerk.), A jövő és 2012. Gazdaság, Társadalom Sorozat II. Arisztotelész Kiadó, Budapest.
- Fehér A. (2014): A növények molekuláris biotechnológiájától a zöld biotechnológiáig. Dudits Dénes akadémikus 70. születésnapjára. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Fehér Gy., Kurucz Gy. és Zsidi V. (1996): Georgikon 200. Emlékkönyv a Georgikon alapításának 200. évfordulóján. Pannon Agrártudományi Egyetem, Keszthely.
- Fehérvári A. (2015): Oktatói percepciók a Bologna-folyamatról. Educatio Társadalmi Szolgáltató Nonprofit Kft. 3: 91-110.
- Feldman Zs. (2014): Kormányzati kutatásszervezés és támogatási lehetőségek a biológiai alapok érdekében. XX. Növénynevelési Tudományos Napok, Budapest.
- Feldman Zs. (2015): Fenntartható mezőgazdasági termelés. Agrofórum 8:6-7.
- Feleky B., Kovács E., Mayer E., Pintér M., Pólya V., Sipke B., Tóth T. és Tamás R. (2014): Szakkollégiumaink a nemzetközi elitoktatás tükrében. Magyar Tudomány 2:228-238.
- Fischl G. (2000): A biológiai növényvédelem alapjai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Fluerbaey, M. (2009): Beyond GDP: The quest for a measure of social welfare. J. Economic Lit. 47: 1026-1075.
- Folke, C. (2013): A Föld korlátainak tiszteletben tartása, visszatérés a bioszférához. In: 2013 A világ helyzete. Van még esély a fenntarthatóságra? Typoézis Kft., Budapest.
- Freund T. (2005): Az agy a Teremtő műve. Kairosz Kiadó, Budapest.
- Frech M. (2007): Verbuválás. Magyar Nemzet 2007. január 13.
- Fromm E. (2010): Utak egy egészséges társadalom felé. Napvilág Kiadó, Budapest.
- Füleki Gy. (2013): Korszerű tápanyag-gazdálkodás. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Garwood, J. (2013): Pesticide poisons science. LabTimes 7:42-45.
- Gáborjányi R. és Király Z. (2007): Molekuláris növénykórtan. Támadás és védekezés. Agroinform Kiadó, Budapest.
- Gábrriel G. és Tóthné Lippai E. (szerk.) (2012): Nemzeti Növényvédelmi Cselekvési Terv. Easy Solution Kft., Budapest.
- Gelencsér A. (2015a): Az emberiség mint éghajlat-alakító tényező. Magyar Tudomány 5:515-521.
- Gelencsér A. (2015b): Füstbe ment bolygó. Pannon Egyetemi Kiadó, Veszprém.
- Géczi J. és Kamarás I. (2015): Habitualis válaszok az éghajlatváltozásra. Magyar Tudomány 5:532-538.
- Gimes J. (2011): GM növények-média-közönség. In: Balázs E., Dudits D. és Sági L. (szerk.), Genetikailag módosított élőlények (GMO-k) a tények tükrében. Magyar Fehér Könyv. Barabás Zoltán Biotechnológiai Egyesület. Tisza Press, Szeged.
- Glatz F. (szerk.) (1990): Tudomány, kultúra, politika. Gróf Klebelsberg Kuno válogatott beszédei és írásai (1917-1932). Európa Könyvkiadó, Budapest.
- Glatz F. (2002a): Új szintézis felé. Pannonica Kiadó, Budapest.
- Glatz F. (2002b): Tudománypolitikai reformról, Akadémiáról. Pannonica Kiadó, Budapest.
- Glatz F. (2002c): Tudománypolitika az ezredforduló Magyarországon. Pannonica Kiadó, Budapest.

- Glatz F. (2002-2006): Magyar tudománytár I-VI. MTA Társadalomkutató Központ, Kossuth Kiadó, Budapest.
- Glatz F. (2008): Új vidékpolitika. MTA Társadalomkutató Központ. Budapest.
- Glatz F. (2010): A világnézeti forrongás kora. *História* 32(9-10): 15-19.
- Godall, A. H. (2009): *Socrates in the Boardroom: Why research universities should be led by top scholars.* Princeton University Press, Princeton.
- Godw, I. (2016): A GM-növények az organikus gazdálkodóknak is hasznot hozhatnak. *Zöld Biotechnológia* 3-4:5-7.
- Goodman, R. N., Király Z. és Wood, K. R. (1991): *A beteg növény biokémiája és élettana.* Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Gribbin, J. (2004): *A tudomány története 1543-tól napjainkig.* Akkord Kiadó, Budapest.
- Gribeek D. (2015): Támogatni kellene a precíziós gazdálkodást. *Agrofórum* 4: 132-133.
- Gundel J. (2011): Genetikailag módosított takarmánynövények. *In: Balázs E., Dudits D. és Sági L. (szerk.), Genetikailag módosított élőlények (GMO-k) a tények tükrében.* Magyar Fehér Könyv. Barabás Zoltán Biotechnológiai Egyesület. Tisza Press, Szeged.
- Güth, E. és Kovács-Szabó B. (2016): Mio? Bio, organikus, biodinamikus. *Pécsi Borozó* 2: 30-36.
- Gyöngyösi B. (2016): Nincs szükség inkubátorházak tucatjaira. *Magyar Nemzet* 2016. szeptember 5.
- Györffy B. (2000): A biogazdálkodástól a precíziós mezőgazdaságig. *MTA Mezőgazdasági Kutató Intézet Közl., Martonvásár* 1: 8-11.
- Györffy B. (2001): *Javaslat a precíziós agrárgazdaság kutatási programjának indítására.* MTA Agrártudományok Osztálya 2000. évi tájékoztatója. MTA, Budapest 2001.
- Hadlaczký Gy. (2000): A kromoszómák sejtbeli rendje és a mesterséges kromoszóma. *Természet Világa* 10:434-436.
- Hails, C. (ed.) (2009): *Living Plant Report 2008.* WWF Internat., Gland, Switzerland.
- Hajtun Gy. (2015): A talajromlás megállításának eszköze. *Magyar Mezőgazdaság* 21: 27-29.
- Hamza G. (2008): Észrevételek a Bologna-folyamat ésszerűségéről és időszűréséről a jogi felsőoktatásban. *Magyar Tudomány* 7:791-798.
- Hamza G. (2014): Az egyetemi autonómia reformjának kérdéséhez. *Magyar Tudomány* 2: 130-139.
- Hansen, M. C., Defries, R. S., Townshend, J. R. G. and Sohlberg, R. (2000): Global land cover classification at 1 km spatial resolution using a classification tree approach. *Internat. J. Remote Sensing* 21:1331-1364.
- Hargittai B. és Hargittai I. (2016): *A marslakók bölcsessége.* Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Hargittai I. (2001): Út a Nobel-díjhoz. *Természet Világa* 11:484-489.
- Hargittai I. (2006): *Az öt világformáló marslakó.* Vince Kiadó, Budapest.
- Hargittai I. (2007): *Az utolsó hajó Lisszabonból: Beszélgetés Lax Peterrel.* Magyar Tudomány 11:1466-1479.
- Hargittai I. (2011): *Teller.* Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Hargittai I. (2012): *Ambíció és kíváncsiság.* Akadémiai Kiadó, Budapest.

- Hargittai I. és Hargittai M. (2015): Budapesti séták a tudomány körül. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Harrach B. és Podgorski I.I. (2014): Jó vírus–rossz vírus? (Gyógyító vírusok). III. ATK Tudományos Nap. MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Martonvásár.
- Heap, B. (2013): Európának újra kell gondolnia a GM-növényekre vonatkozó álláspontját. *Nature* 498:4-9. (In: *Zöld Biotechnológia* 9 : 2-3, 2013).
- Heinberg, R. (2011): *The end of growth. Adapting to our new economic reality.* New Society Publ., Gabriola Island, Canada.
- Heisele P. (2015): A tudatos vízgazdálkodás fontossága. *AgrárIránytű* 2:20-23.
- Hemingway G. (2016): Migráció és humanizmus. *Magyar Nemzet* 2016. szeptember 10.
- Heszky L. (1999): Genetikailag módosított (GM) növények és élelmiszerek. *Konzerv-újság* 3: 68-72.
- Heszky L. (2008): GMO-kukoricahibridek termesztésének előnyei és hátrányai (Nyílt levél a magyar gazdáknak). *Agrofórum* 19:24-25.
- Heszky L. (2009): A GM-fajták globális termesztése – 2009. *Agrofórum* 4:100-101.
- Heszky L. (2010a): Biotechnológia és növénytermesztés a XXI. században. *Agrofórum* 1:88-91.
- Heszky L. (2010b): A géntechnológiát megalapozó felfedezések. *Agrofórum* 12:74-79.
- Heszky L. (2011): A transzgenikus (GM) növényfajták termesztésével kapcsolatos tudományos problémák. *Magyar Tudomány* 1: 104-107.
- Heszky L. (2012a): A transzgenikus (GM) fajták termesztésbiztonsági kockázatai (2): rizikótényezők a technológia egyes fázisaiban. *Agrofórum* 10:86-91.
- Heszky L. (2012b): A transzgenikus (GM) fajták fogyasztásának élelmiszer-biztonsági kockázatai. *Agrofórum* 11:70-74.
- Heszky L. (2012c): A géntechnológia kutatási és fejlesztési hiányosságaira visszavezethető veszélyek és kockázatok. *Agrofórum* 8: 66-70.
- Heszky L. (2012d): Transzgenikus (GM) fajták termesztésének helyzete Magyarországon. *Agrofórum* 5:82-86.
- Heszky L. (2013a): Cry-génekre alapozott rovarrezisztens génkonstrukciók a világon és az EU-ban. *Agrofórum* 11: 88-92.
- Heszky L. (2013b): Rovarrezisztens transzgenikus Bt. fajták előállításának stratégiája. *Agrofórum* 10: 98-102.
- Heszky L. (2013c): A glifozát-toleráns transzgenikus (GM) fajták előállítása és termesztése. *Agrofórum* 5: 104-108.
- Heszky L. (2013d): A glifozát-toleráns transzgenikus (GM) fajták előállítása és termesztése. *Agrofórum* 6: 88-92.
- Heszky L. (2014): A magyar növénynevelés helyzete a Növénynevelési Tudományos Napok prezentációinak tükrében (1993-2013). XX. Növénynevelési Tudományos Napok, Budapest.
- Heszky L. (2015): Az olaj minőségében módosított transzgenikus (GM) fajták (repce, szója) előállítása és termesztése. *Agrofórum* 3: 160-164.
- Heszky L., Bódis L. és Kiss E. (1999): A kultúrflóra biodiverzitása Magyarországon. *Növénytermelés* 48:435-443.

- Heszky L., Holly L. és Bódis L. (2002a): A magyar növényi génkészlet jelentősége hazánkban. I. A növénygénbank gyűjteményének fejlesztése és felhasználása (1979-2000). *Növénytermelés* 51:133-137.
- Heszky L., Holly L. és Bódis L. (2002b): A magyar növényi génkészlet jelentősége. II. A magyar származású genetikai tartalékok felhasználása a hazai növénynevelésben (1998-2000). *Növénytermelés* 51:247-252.
- Heszky L., Holly L. és Bódis L. (2002c): A magyar növényi génkészlet jelentősége Magyarországon. III. A magyar eredetű és nevelésű fajták elterjedése a köztermesztésben (1950-2000). *Növénytermelés* 51:353-358.
- Homer-Dixon, T. F. (2001): *The Ingenuity Gap*. Vintage, London.
- Hopkin, M. (2005): Transgenic crop may have bred with wild weed: Oilseed rape hybrid unlikely to become „superweed”, say researchers. *Nature* 25, July 2005.
- Horn P. (2008a): Termeljünk-e több kukoricát. *Agrofórum* 19:20-23.
- Horn P. (2008b): Új helyzetben a világ élelmiszerellátása. *Magyar Tudomány* 9:1108-1124.
- Horn P. (2011): Új helyzetben a világ élelmiszer-ellátása. In: Burucs K. (szerk.), *Akadémia a nemzet tanácsadója. Tanulmánykötet Glatz Ferenc 70. születésnapjára*. MTA Társadalomkutató Központ, Budapest.
- Horn P. (2012): A Föld természetes tápanyagforrásainak ésszerű hasznosításával összefüggő néhány kérdés. *Magyar Tudomány* 8:931-943.
- Horn P. (2014): A baromfi versenyképessége. *Magyar Mezőgazdaság* 14: 28-31.
- Horn P. (2015): Milyen jövő vár az állattenyésztésre? *Magyar Mezőgazdaság* 1: 28-31.
- Horn P. (2015a): A KE megalakulása és működése. *Magyar Mezőgazdaság* 36: 12-13.
- Hornyák M. (1999): „Tekintélyes várdája” a mezőgazdaságnak. A martonvásári kutatóintézet kialakulása és ennek előzményei. MTA Martonvásári Kutatóintézete, Martonseed Rt., Martonvásár.
- Hornok L. (2013): Helyzetelemzés az agrár-felsőoktatásról. Kézirat, Budapest, 2013. március 17.
- Horváth A. (2015): Hozamtérképezéstől a teljes precíziós mezőgazdaság kialakításáig az Ag Leaderrel. *Agrárágazat* 5:156.
- Horváth, J. (1968a): Susceptibility and hypersensitivity to tobacco mosaic virus in wild species of potatoes. *Acta Phytopath. Acad. Sci. Hung.* 3: 35-43.
- Horváth, J. (1968b): Susceptibility, hypersensitivity and immunity to potato virus Y in wild species of potatoes. *Acta Phytopath. Acad. Sci. Hung.* 3: 199-206.
- Horváth J. (1976): *Vírus-gazdanövénykörök és vírusedifferenciálás*. Akadémiai Doktori Ért., Budapest-Keszthely 1976.
- Horváth, J. (1977a): New artificial hosts and non-hosts of plant viruses and their role in the identification and separation of viruses. I. Historical review. *Acta Phytopath. Acad. Sci. Hung.* 12: 177-214.
- Horváth, J. (1977b): New artificial hosts and non-hosts of plant viruses and their role in the identification and separation of viruses. II. General remarks and proposals on the experimental work. *Acta Phytopath. Acad. Sci. Hung.* 12: 215-246.
- Horváth, J. (1986a): Compatible and incompatible relations between *Capsicum* species and viruses. I. Review. *Acta Phytopath. et Entomol. Hung.* 21: 35-49.

- Horváth, J. (1986b): Compatible and incompatible relations between *Capsicum* species and viruses. II. New compatible host-virus relations (susceptible plants). Acta Phytopath. et Entomol. Hung. 21: 51-58.
- Horváth, J. (1986c): Compatible and incompatible relations between *Capsicum* species and viruses. III. New incompatible host-virus relations (resistant and immune plants). Acta Phytopath. et Entomol. Hung. 21: 59-62.
- Horváth, J. (1986d): Compatible and incompatible relations between *Phaseolus* species and viruses. I. Review. Acta Phytopath. et Entomol. Hung. 21: 297-318.
- Horváth, J. (1986e): Compatible and incompatible relations between *Phaseolus* species and viruses. III. New incompatible host-virus relations (resistant and immune plants). Acta Phytopath. et Entomol. Hung. 21: 329-336.
- Horváth, J. (1993a): Reaction of thirty-nine accessions of four *Cucurbita* species from different origin to seven viruses. Acta Phytopath. et Entomol. Hung. 28: 415-425.
- Horváth, J. (1993b): Reactions of sixty-seven accessions of twelve *Cucumis* species to seven viruses. Acta Phytopath. et Entomol. Hung. 28: 403-414.
- Horváth, J. (1993c): Host Plants in Diagnosis. In: R.E.F. Matthews (eds.), Diagnosis of Plant Virus Diseases. CRC Press, Boca Raton, Florida 1993.
- Horváth J. (1999): Pályatükör. A Magyar Tudományos Akadémia, Agrártudományok Osztálya 50 éve (1949-1999). Agroinform Kiadó, Budapest.
- Horváth J. (2005): A Magyar Agrártudományi Egyesület Növényvédelmi Társasága és a Növényvédelmi Tudományos Napok fél évszázada: Áttekintés. Növényvédelem 41:159-166.
- Horváth J. (2006): A *Solanum* géncentrumok gazda-vírus kapcsolatai: Rezisztencia-vizsgálatok *ex situ*. Székfoglaló a Magyar Tudományos Akadémián 2001. december 13. MTA Budapest.
- Horváth J. (2007): Quo vadis agrártudomány. Növényvédelem 43:211-213.
- Horváth J. (2008): Gondolatok az agrártudományról, az agráróktatásról és az értelmiség felelősségéről. Növényvédelem 44: 247-254.
- Horváth J. (2012a): A növekedés és a csökkenés dilemmái. 1. Történeti áttekintés: A Magyar Növényvédelem alapjainak lerakása. Növényvédelem 48:123-129.
- Horváth J. (2012b): A növekedés és a csökkenés dilemmái. 2. A növényvédelem próbatételei és a 20. század történelmi viharai. Növényvédelem 48:177-181.
- Horváth J. (2012c): A növekedés és a csökkenés dilemmái. 3. Növényvédelmi oktatást és kutatást végző 20. század és 21. század eleji intézmények Magyarországon. Növényvédelem 48:282-293.
- Horváth J. (2012d): A növekedés és a csökkenés dilemmái. 4. A növényvédelmi szervezet és a szakigazgatás. Növényvédelem 48:329-339.
- Horváth J. (2013): A tudásalapú társadalom építőkövei: Oktatás, kutatás, szakigazgatás, innováció. Növényvédelem 49:171-177.
- Horváth J. (2014a): Talaj-talajvédelem, növény-növényvédelem, integrált növénytermesztés: Áttekintés (5). Agrofórum 9:58-64.
- Horváth J. (2014b): Talaj-talajvédelem, növény-növényvédelem, integrált növénytermesztés: Áttekintés (7). Agrofórum 12:26-34.

- Horváth J. (2015a):* Talaj-talajvédelem, növény-növényvédelem, integrált növénytermesztés: Áttekintés (8). *Agrofórum 1:* 60-67.
- Horváth J. (2015b):* Gondolatok az agráriumról, a környezetvédelemről, a növényvédelemről, a szak- és agrár-felsőoktatásról. *Növényvédelem 5:* 149-166.
- Horváth J. (2015c):* Talaj-talajvédelem, növény-növényvédelem, integrált növénytermesztés: Áttekintés (9). *Agrofórum 2:* 44-49.
- Horváth J. (2015d):* Talaj-talajvédelem, növény-növényvédelem, integrált növénytermesztés: Áttekintés (11). *Agrofórum 4:* 76-80.
- Horváth J. (2015e):* Talaj-talajvédelem, növény-növényvédelem, integrált növénytermesztés: Áttekintés (10). *Agrofórum (60. extra) 3:*136-141.
- Horváth J. (2015f):* Gondolatok az agráriumról, a környezetvédelemről, a növényvédelemről, a szak- és agrár-felsőoktatásról. *Növényvédelem 51 (4):* 149-166.
- Horváth, J., Pocsai, E. and Nyerges, K. (1994):* Beet yellow vein *Furovirus*. II. New resistant *Beta* sources. *Acta Phytopath. et Entomol. Hung.* 29: 119-127.
- Horváthné Tóth I. (2008):* Hozza ki növényeiből a maximumot! Az Atonikról. Miért érdemes használnunk? *Agrofórum 2 (extra 23):* 62.
- Hunnus I. (2014):* Szegedi Egyetemi Tudástár 3. Szent-Györgyi Albert a Délmagyarországban és a New York Timesban. Szegedi Egyetemi Kiadó, Szeged.
- Hunyadi K., Béres I. és Kazinczi G. (szerk.) (2011):* Gyomnövények, gyombiológia, gyomirtás. *Mezőgazda Kiadó, Budapest.*
- Huszthy B. (2015):* Szenzorokkal a termésbiztonságért. *Agrárágazat 16:* 44-47.
- Huszi J. (1942):* Gróf Klebelsberg Kuno életműve. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest.
- Hutter M. (2016):* Diplomamentés több mint 2,4 milliárdért. *Magyar Nemzet 2016. szeptember 6.*
- Huzián L. (1999):* A Gödöllői Agrártudományi Egyetem Növényvédelmi Tanszék története 1920-1995. Nyíregyháza, Bessenyei Kiadó.
- Illés J. (2016):* Füstbe ment túlélési terv. *Magyar Nemzet 2016. július 26.*
- Illés J. (2016a):* Visszafogná az olajkitermelést Szaúd-Arábia. *Magyar Nemzet 2016. november 19.*
- Ilonka M. (2008):* A virágoskuti példa. A termőföltől az asztalig. *Biokultúra 1:*11-14.
- Inczédy P. (2015):* GMO-ról és a hiedelmekről. *Mezőhír 19:* 102.
- Inczédy P. (2015 a):* 2015-ben a HIPP Kft. az Év Biogazdasága. *Biokultúra 26 (6) :9.*
- Inotai A. (1988):* A gazdasági integráció prognózisa. *Gazdaság:* 40-56.
- Izsák L., Pölöskei F., Romsics I., Szerencsés K., Urbán A. (1993):* Magyarország miniszterelnökei 1848-1990. Céger Kiadói Kft., Budapest.
- Jermy T. (1961):* Kártevő rovarok rajzásának vizsgálata fénycsapdákkal. A növényvédelem időszerű kérdései 2: 53-60.
- Jermy T. (1967):* Biológiai védekezés a növények kártevői ellen. *Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.*
- Jermy T., Varjas L. és Tóth M. (1978):* Rovarhormonok és feromonok gyakorlati alkalmazásának perspektívái. *Kémiai Közlemények 50:*209-214.

- Jinek, M., Chylinski, K., Fonfara, I., Hauer, M., Doudna, J. A. and Charpentier, E. (2012): A programmable dual-RNA-guided DNA endonuclease in adaptive bacterial immunity. *Science* 337: 816-821.
- Jobbágy P. (2013): A hazai biodízel-ágazat komplex elemzése. Ph.D. Értekezés. Debreceni Egyetem, Debrecen.
- Jókai A. (2000): A Klebelsberg Kuno emlékezete. A tehetség nem előjogok forrása. *Magyar Nemzet* 2000. november.25.
- Jolánkai M. (2015): Éghajlatváltozás és növénytermesztés. *Agrofórum* 1: 26-27.
- Jolánkai M. (2015a): Precíziós technológiai alkalmazások elemzése a kukorica és a búza-termesztésben. *Magyar Mezőgazdaság* 9: 29-31.
- Jordán L. (2015): Integrált növényvédelem a konvencionális és a biogazdálkodás között. *AgrárUnió* 16:50-51.
- Jóri J. I. (2015): Talajvédelmi konferencia a Talajok Nemzetközi Éve alkalmából. *Agrofórum* 4: 72-73.
- Josepovits Gy. (1980): Biokémiai és analitikai kutatások. *Ann. Inst. Prot. Plant Hung.* 15:109-127.
- Juhász A. L. (2014): Rovarpatogén gombák hatása a tripsz populációkra. *Biokultúra* 1:9-11.
- Kajdi F. (2015): A szójatermesztés biológiai alapjai. *Értékálló Aranykorona* 1: 15-17.
- Kajdi F., Kiss J., Makai S., Kalmár S., Skribanek A. és Frank R. (2013): Nemesítési és fajta előállítási kutatások a Nyugat-Magyarországi Egyetemen. *Magyar Növény-nemesítők Egyesülete (Vándorgyűlés)*. Keszthely, 2013. március 7. (kézirat).
- Kalmár N. (2015): Első PREGA Konferencia. Precíz vetés a bevétel garanciája. *Agrár-ágazat* 4:28-30.
- Kalmár S. (2015): Gondolatok a termőföldről. *Gazdálkodás* 59: 62-68.
- Kapás S. (1997): Növényfajták és növénynemesítők. Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet, Budapest.
- Kardeván P., Jung A., Reisinger P. és Nagy S. (2004): A parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) reflektancia spektrumainak meghatározása terepi mérésekkel. *Magyar Gyomkutatás és Technológia* 5: 15-32.
- Kazinczi G. (2004): A gyomirtás története. In: Horváth J. (szerk.), *Növényvédelmi, növényorvosi alapismeretek*. Kaposvári Egyetem, Kaposvár.
- Kazinczi G. és Novák R. (2012) (szerk.): *A parlagfű visszaszorításának integrált módszerei*. Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Budapest.
- Kádár I. (1992): *A növény táplálás alapelvei és módszerei*. MTA, Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete. Akaprint Nyomdaipari Kft., Budapest.
- Keiner, M. (ed.) (2006): *The Future of Sustainability*. Springer Verlag, Heidelberg.
- Kerepesi K. és Forgács T. (2015): Precíziós gazdálkodás a gyakorlatban. *Magyar Mezőgazdaság* 70: 21-23.
- Keszler P. (2015): Jön az új mérőszám. *Magyar Nemzet* 2015. április 24.
- Kékes Szabó M. (1996): Klebelsberg Kuno egyetempolitikai törekvéseinek főbb jellemzői. *Magyar Pedagógia* 3: 253-260.
- Khatodia, S., Bhatotia, K., Passricha, N., Khurana, S. M. P. and Tuteja, N. (2016): The CRISPR/cas genom-editing tool: Application in improvement of crops. *Front. Plant Sci.* 7: 506.

- Király, L., Künstler, A., Bacsó, R., Hafez, Y.M. and Király, Z. (2013): Similarities and differences in plant and animal immune systems – what is inhibiting pathogens? *Acta Pythopath. et Entomol. Hung* 48: 187-205.
- Király Z. (1968): A növényi betegség ellenállóság élettana. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Király Z. (2001): Korszakváltások és kihívások a növényvédelemben. Közgyűlési előadások 2000. Millennium az Akadémián 2: 687-690.
- Király Z. és Klement Z. (1980): Kóréletteni és rezisztenciabiológiai kutatások. *Ann. Inst. Prot. Plant Hung.* 15:87-108.
- Kismányoki T. (szerk.) (2013): Versenyképes búzatermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Kiss, E. (ed.) (2014): *Studies on the Theoretical Perspectives of Globalization.* Arisztotelész Kiadó, Sopron.
- Kiss K. (2016): A negyedik ipari forradalom ideje. *Magyar Nemzet* 2016. április 4.
- Kiszelly Z. (2014): Az oktatáspolitikai intézményrendszere kiépült. *Magyar Nemzet* 2014. január 9.
- Klebelsberg K. (1922): Indoklás a Magyar Tudományos Akadémia állami támogatásáról szóló törvényjavaslathoz. *In: Glatz F. (1990) (szerk.), Tudomány, kultúra, politika. Gróf Klebelsberg Kuno válogatott beszédei és írásai, 1917-1932.* Európa Kiadó, Budapest.
- Klebelsberg K. (1927): Klebelsberg Kuno beszédei, cikkei és törvényjavaslatai 1916-1926. Athenaeum Kiadó, Budapest.
- Klein Gy. (2014): Üstökösök. Corvina Kiadó Kft., Budapest.
- Klein Gy. (2015): Személyes emlékeim Szilárd Leóról. *Magyar Tudomány* 5:578-582.
- Klinghammer I. (2013): A magyar felsőoktatás történeti áttekintése. *Magyar Nemzet* 2013. december 14.
- Klinghammer I. (2014): Felsőoktatásunk szabályozásának történetéből. *Magyar Nemzet*, 2014. március 13.
- Klumper, W. and Qaim, M. (2014): A Meta-Analysis of the Impacts of Genetically Modified Crops. *Plos one* 9:11.
- Koch S. (2001): Gondolatok a könyvtár(am)ban. *Természet Világa* 132:338-340.
- Konnikova M. (2014): A GMO-k iránti bizalmatlanság lélektana. *Zöld Biotecnológia* 3-4:2-5.
- Kocsis L., Horváthné Baracsi É., Kocsisné Molnár G., Kovács J. és Cseh E. (2015): Változó klíma, változó fajtahasználat a kertészetben. *Magyar Tudomány* 5:539-545.
- Kohout Z. (2015a): Váltunk-e mielőtt jön az apokalipszis? *Agrárágazat* 16(6): 14-15.
- Kohout Z. (2015b): Katasztrófától tartanak a talajszakértők. *Agrárágazat* 16 (6): 20-21.
- Koncz Cs. (2014): A molekuláris módszereken alapuló növénynevelés története az öröklődés szabályainak megismerésétől a genomikáig 1-2-3. *In: Fehér A. (szerk.), A növények molekuláris biológiájától a zöld biotechnológiáig.* Dudits Dénes akadémikus 70. születésnapjára. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Korten, D.C. (1996): A tőkés társaságok világalma. *In: Kindler, J. (szerk.), Kapú,* Budapest.
- Kovács F. (2011): Agrártermelés–élelmiszerminőség–élelmiszerbiztonság. *In: Burucs K. (szerk.), Akadémia a nemzet tanácsadója. Tanulmánykötet Glatz Ferenc 70. születésnapjára.* MTA Társadalom Kutató Központ. Budapest.

- Kovács F. (szerk.) (2014): MVM Paksi Atomerőmű II. blokk. Üzemidő-meghosszabbítás megalapozása. Paksi Atomerőmű Zrt., Paks.
- Kovács M. (2010): Aktualitások a mikotoxin kutatásban. Agroinform Kiadó, Budapest.
- Kovács-Németh M. (2011): A fenntarthatóságra nevelés szükségessége. Magyar Tudomány 10:1173-1180.
- Kozák J. (2015): A világ hústermelésének, kereskedelmének és fogyasztásának tendenciái. Gazdálkodás 59: 20-34.
- Kőrösi I. (2013): Világgazdasági korszakváltás 40 éve és napjainkban. In: Szanyi M. (szerk.), Válság és megújulás. Múlt, jelen és jövő a világgazdaságban. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Kőszegi B., Harnos N., Árendás T., Barnabás B. és Veisz O. (2009): Fitotroni és klímamodellezési kutatások. In: Veisz O. (szerk.), A martonvásári agrárkutatások hatodik évtizede. MTA Mezőgazdasági Kutató Intézete. Martonvásár.
- Kuhn, S. T. (1984): A tudományos forradalmak szerkezete. Gondolat Kiadó, Budapest.
- Kujáni K. (2014): Az alternatív élelmiszer-ellátó rendszerek meghatározásának és csoportosításnak tényezői. Gazdálkodás 58:30-40.
- Kun A. (2012): Beszélgetések az önellátásról. A biogazdálkodás és az ökológikus életmód alapja. Öko-völgy Alapítvány, Somogyvámos.
- Kuroli G. (1999): Inszekticidek és bioinszekticidek a növényvédelemben. In: Kovács J. (szerk.), A növényvédelem integrált, környezetbarát fejlesztési lehetőségei. MTA Agrártudományok Osztálya, Agroinform Kiadó, Budapest.
- Kuroli G. (2007): A hazai agrár-felsőoktatás bölcsője Óvár. Növényvédelem 10:495-505.
- Kuslits Sz. (2015): Hőkatlanokká válhatnak a városok. Visszafordíthatatlan környezetromboló folyamatokra derült fény a párizsi klímakonferencián. Magyar Nemzet 2015. július 15.
- Kuthi Á. (2015): Kifosztott Földön élünk. Magyar Nemzet 2015. június 25.
- Kuzma J. (2016): Indítsuk újra a génebésszettel kapcsolatos vitát! Zöld Biotechnológia 5-6: 11-14.
- Kyndt, T., Quispe, D., Zhai, H., Jarett, R., Ghislain, M., Lin, Q., Gheyse, G. and Krenze, J.F. (2015): The genome of cultivated sweet potato contains *Agrobacterium* T-DNAs with expressed genes: An example of a naturally transgenic food crop (<http://www.pnas.org/content/112/18/5844.abstract>)
- Laczay P. (2013): Élelmiszer-higiéncia, élelmiszerlánc-biztonság. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Ladányi A. (2000): Klebelsberg felsőoktatási politikája. Argumentum Kiadó, Budapest.
- Lakatos M. (2015): Az éghajlati szélsőségek alakulása a változó klímában. Agroforum 1: 18-21.
- Langenbach J. (2013): A pápa áldását adta az „aranyrizsre”: „Most már áldott”. Di Presse 2013. november 20. (In: Zöld biotechnológia 9:2-3.).
- Lantos Zs. (2007): Gazdasági növények vízhasznosítása. Acta Agr. Óváriensis 49: 353-358.
- Latour, B. (1999): Sohasem voltunk modernek. Osiris Kiadó, Budapest.
- Laws, B. (2010): Ötven növény, amely megváltoztatta a történelmet. Kossuth Kiadó, Budapest.

- Láng I. (szerk.) (1985): A biomassza hasznosításának lehetőségei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Láng I. (1996): Hogyan jutottunk el addig, hogy védjük a biodiverzitást? Természet Világa (II. különszám). 127:5-7.
- Láng I. (2010): Félreértett üzenet. In: Koródi M. (szerk.), Az erőszak kultúrája. Fenntartható-e a fejlődés? Pallas Kiadó, Budapest.
- Láng I. (2011): A Tudomány Világkonferenciája, Budapest 1999. In: Láng I. (szerk.), Akadémia a nemzet tanácsadója. Tanulmánykötet Glatz Ferenc 70. születésnapjára. MTA Társadalomkutató Központ, Budapest.
- Láng I. és Kerekes S. (2013): Megalakult a túlélés szellemi kör. Magyar Tudomány 1: 103-112.
- Lányi A. (2013): Morális klímaváltozás. Magyar Tudomány 7: 820-829.
- László E. (1999): Izgalmas idők. Felelősségteljes élet az új évezredben. Magyar Könyvklub, Budapest.
- László E. (2008): Világváltás. A változás harmonikus útja. Nyitott Könyvműhely, Budapest.
- Lázár F. (2016) : Az új Dunaszaurusz árnyékában. Magyar Nemzet 2016. június 22.
- Leach, M. (2013): A fenntarthatóság felé vezető utak: Politikai stratégiák kiépítése. In: 2013 A világ helyzete. Van még esély a fenntarthatóságra? Typoézis Kft., Budapest.
- Ledo F., Varjas B. és Buleca Cs. (2013): Integrált-biológiai növényvédelem a Délkertész tagjainál, 2013. és tapasztalatai. In: Hochbaum T., Novák R. és Ripka G. (szerk.), Integrált termesztés a kertészeti kultúrákban (XXX). Magyar Növényvédelmi Társaság, Budapest.
- Lee, L. J. and Ngim, J. (2000): A first report of glyphosate-resistant goosegrass (*Eleusine indica* (L.) Gaertn) in Malaysia. Pest. Manage Sci. 56: 336-339.
- Leggett, J. (2008): A fele elfogyott. Olaj, gáz, forró levegő és a globális energiaválság. Typotex Kiadó, Budapest.
- Lelley J. (1982): 150 éve született Mokry Sámuel. Növénytermelés 31:473.
- Lelley J. (1999): Búzanemesítő voltam Magyarországon 1948 és 1972 között. MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, Martonvásár.
- Leopold A. (2000): Föld-etika. In: Lányi A. (szerk.), Természet és szabadság. Osiris Kiadó, Budapest.
- Lewitt, T. (2011): Egy vezető kutató szerint a vetőmag-forgalmazó cégek számára a közszférában kellene GM növényeket kifejleszteni. Zöld Biotechnológia 8: 3-7.
- Liebig, J., von (1840): Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. 9. Aufl., Vieweg und Sohn, Braunschweig.
- Liker A. (2015): Az éghajlatváltozás és az urbanizáció együttes ökológiai hatásai. Magyar Tudomány 5: 546-552.
- Ling, L.L., Scheider, T., Peoples, A. J., Engels, I., Conlon, B.P., Mueller, A., Schäberle, T. F., Hughes, D. E., Epstein, S., Jones, M., Lazarides, L., Steadman, V. A., Cohen, D. R., Felix, C. R., Ashley Fetterman, K., Millett, W. P., Nitti, A. G., Zullo, A. M., Chen, C. and Lewis, K. (2015): A new antibiotics kills pathogens without detectable resistance. Nature published on line 07. january 2015.

- Loch J. és Nosticzius A. (2004): Agrokémia és növényvédelmi kémia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Lomborg, B. (2008): How to get the biggest bang for 10 billion bucks. *The Wall Street J.* 2008. július 28.
- Lorenz, K. (1994): A civilizált emberiség nyolc halálos bűne. IKVA Könyvkiadó Kft., Budapest.
- Lovász L. (2013): Kiművelt emberfők. *Magyar Tudomány* 9:1071-1080.
- Lovász L. (2015): Nő a tudománnyal szembeni félelem. A GMO-k jogi kezelése egy olyan kérdés volt, ahol az Akadémia nem értett egyet a parlamenttel. *Zöld Biotechnológia* 11-12: 1.
- Lovász L. (2016a) : Legyenek kiváló kutatók. *Magyar Tudomány* 6:736-738.
- Lovász L. (2016b): Nem riadtunk vissza a vitáktól. *Magyar Tudomány* 6:741-747.
- Lovelock, J. E. (1979): *Gaia. A New Look on Life.* Oxford Univ. Press, Oxford, New York, Toronto, and Melbourne.
- Lovelock, J. E. (1988): *The Ages of Gaia.* Oxford Univ. Press, Oxford, New York, Toronto, and Melbourne.
- Lönhárd M. (2006): Festetics Imre, magyar állatnemesítő, aki felismeréseivel (1819) előkészítette a mendeli genetika (1865) megszületését. *Állattenyésztés és Takarmányozás* 55:91-96.
- Lönhárd M. (2008a): Festetics Imre, a csaknem elfelejtett állatnemesítő és genetikus. *Georgikon* 51:18-20.
- Lönhárd M. (2008b): Festetics Imre törekvései a gyapjú minőségének javítására. *Georgikon* 51:22-24.
- Löwer, Ch. (2014): Elektromolbilität kommt in Fahrt. *DE Magazin Deutschland* 1:52-55.
- Lugasi A. (2014): Az étrend-kiegészítők kockázati tényezői. *Magyar Tudomány* 11: 1354-1365.
- Lukács G.S. (1989): *Energiaerdő.* Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Lukács G.S. (2007a): *Regionális zöldenergia klasszter.* Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös.
- Lukács G.S. (2007b): *Zöldenergia kézikönyv.* Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
- Lukács G.S. (2009): *Zöldenergia, mint a kedvezőtlen termőhelyű térségek kitörési lehetőségei.* Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
- Lusser, M., Parisi, C., Plan, D. és Rodriguez-Cerezo, E. (2011): Új növénynemesítési technikák. Csúcstechnológia és a kereskedelmi célú fejlesztés kilátásai. *Zöld biotechnológia* 7: 5-10.
- L'vovich, M. and White, G. F. (1990): Use the Transformation of Terrestrial Water Systems. In: Turner, B. et al. (eds.), *The Earth as Transformed by Human Action.* Cambridge Univ. Press, New York.
- Lusser, M., Parisi, C., Plan, D. and Rodriguez-Cerezo, E. (2012): Deployment of new Biotechnologies in plant breeding. *Nature Biotechnol.* 30:231-239.
- Lynas, M. (2013a): Előadás az oxfordi mezőgazdasági konferencián 2013. január 3. (In: *Zöld Biotechnológia* 9:1-2).
- Lynas, M. (2013b): Ideje a helyére tenni a GMO-ellenes összeesküvés-elméletet. *Zöld Biotechnológia* 9:8-14.

- Macardle, M. (ed.) (2008):* Scientists. Basement Press, London.
- Macardle, M. (szerk.) (2011):* Tudósok. Hajja Book Kft., Debrecen.
- MacDonald, M. (2012):* Food security and equity in a climate-constrained world. In: Starke, L. (ed.), The State of the World 2012. Worldwatch Institute, Washington. pp. 161-168.
- Maekawa, T., Kufer, T. A. and Schulze-Lefert, P. (2011):* NLR functions in plant and animal immune systems: so far and yet so close. Nature Immunol. 12: 818-826.
- Magda S. (2007):* Tudomány, felsőoktatás, versenyképesség. Magyar Tudomány 3:332-341.
- Majer A. (1977):* Jubileumi ünnepség Zólyomban. Erdőgazdaság és Faipar 12: 7-9.
- Makay Gy. (2008):* Bioetanol vagy élelmiszer? Bioenergia 2:15-18.
- Makó A. (2015):* A talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak becslése különböző léptékű talajtérképek információtartalma alapján. 2015–A fény és a talaj éve a mezőgazdaságban. Konferencia MTA-PAB, Pécs.
- Malthus, R. (1798):* An Essay on the Principle of Population. London.
- Manczel J. (1991):* A gödöllői Agrártudományi Egyetem Évkönyve 1985-1989. Kner Nyomda, Békéscsaba.
- Markó L., Burucs K., Balogh M. és Hay D. (2003):* A Magyar Tudományos Akadémia tagjai 1925-2002, I-III. kötet. MTA Társadalomkutató Központ, Tudománytár, Budapest.
- Markovszky Gy. (2007):* Vita az agrár-felsőoktatás jövőjéről. Gazdálkodás 2:78-80.
- Martin D. (2013):* Cameron most támogatja a genetikailag módosított növények használatát, hogy bizonyítsa: az angolok tudománypártiak. Zöld Biotechnológia 7-8:1-2.
- Martinetti, G. (2001):* A mai hit észérvei. Paulus Hungarus-Kairosz Kiadó, Budapest.
- Marton K. (2008):* Kilenc magyar, aki világgá ment és megváltoztatta a világot. Corvina Kiadó, Budapest.
- Marton L. Cs., Hadi G. és Pintér J. (2013):* Hatvan éve született az első kukoricahibrid. Martonvásár 2:4-6.
- Marton L. Cs. és Spitkó T. (szerk.) (2013):* 60 éves a magyar hibridkukorica. Pannon Növény-biotechnológiai Egyesület. Multiszolg. Bt., Martonvásár.
- Marton L. Cs. és Spitkó T. (2013):* 60 éves a magyar hibridkukorica (1953-2013). Hibridkukorica Konferencia. Pannon Növény-biotechnológiai Egyesület. ATK Agrártudományi Központ, Martonvásár.
- Maruzsa Z. (2015):* Interjú Dr. Maruzsa Zoltán felsőoktatásért felelős helyettes államtitkárral. Felsőoktatási Műhely. Educatio Társadalmi Szolgáltató Nonprofit Kft. 3: 7-14.
- Marx Gy. (2000):* A marslakók érkezése. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Mastalirné Zádor M. (2008):* Erdészeti felsőoktatás története 2000-ig. Az erdészeti felsőoktatás 200 éve. (Emlékkönyv I.). Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar, Sopron.
- Matolcsy Gy. (1980):* Szerves kémiai kutatások. Ann. Inst. Prot. Plant Hung. 15: 129-162.
- Matura T. (2016):* Ha egy ország a világ élvonalába akar kerülni. Magyar Nemzet 2016. július 19.

- Matuz J. (2009): A 85 éves szegedi Gabonakutató „85 éve a mezőgazdaság szolgáltatóiban”. Magyar Növénynevelők Egyesülete 1989-2009. Agroinform Kiadó, Budapest.
- Matuz J. (2014): Szántóföldi növények nevelése a Vidékfejlesztési Minisztériumhoz tartozó kutató intézményekben. XX. Növénynevelési Tudományos Napok, Budapest.
- Márai G. (2014): A termőföld minősége és a táplálék értéke. In: Andrásfalvy B., Ángyán J., Márai G., Molnár G. és Tanka E. (szerk.), A magyar föld sorsa. Agroinform Kiadó, Budapest.
- Mázsár M. (2014): A mikotoxinok okozta nehézségek a takarmányozásban. Cargill Agrár Iránytű 4: 20-22.
- McNeill, J. R. (2000): Something New under the Sun. An Environmental History of the Twentieth-Century World. W. W. Northon and Company Inc., New York.
- McNeill, J. R. (2011): Valami új a nap alatt. A huszadik század környezettörténete. Ursus Libris Kiadó, Budapest.
- Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. and Behrens, W.W. (1972): The Limits to Growth. Universe Books, New York.
- Meadows, D.H., Meadows, D.L. and Randers, J. (1992): Beyond the Limits. Chelsea Green Publ. Company, Post Miles, Vermont.
- Meadows, D., Randers, J. és Meadows, D. (2005): A növekedés határai harminc év után. Kossuth Kiadó, Budapest.
- Melchet, P. (2012): The pro-GM lobby's seven sins against science. (<http://www.soilassociation.org/motherearth/viewarticle/articleid/4752/the-pr>).
- Melika G., Bozsó M., Kriston É. és Krizbai L. (2015): Klasszikus biológiai védekezés alkalmazása a szelidgesztenye gubacsdarázs ellen. Biokultúra 6:23-26.
- Mesterházy Á. (2003): Breeding wheat for *Fusarium* head blight resistance in Europe. In: Leonard, K. and Bushnell, W. (eds.), *Fusarium* head blight of wheat and barley. APS Press, St. Paul, USA.
- Mesterházy Á. (2006): A kalászfuzárium-rezisztens fajták jelentősége az egészségkímélő élelmiszerek megteremtésében. In: Dudits D. (szerk.), A búza nevelésének tudománya. MTA-SZBK Winter Fair Kft., Szeged.
- Mesterházy Á. (2010): A mikotoxinok táplálékláncból való kiiktatásának lehetőségei, a rezisztencia-nevelés, a fajtafelismerés és az agrotechnika területén. In: Kovács M. (szerk.), Aktualitások a mikotoxin kutatásban. Agroinform Kiadó, Budapest.
- Mesterházy, Á., Lemmens, M., Reid, L.M. (2012): Breeding for resistance to ear rots caused by *Fusarium* spp. in maize – A review. Plant Breeding 131: 1-19.
- Mesterházy Á., Toldiné Tóth É., Szabó B., Tóth B., Varga M., Lehoczki-Krsjak Sz., Kovács N., Bagi F. és Varga J. (2014): Kukorica hibridek ellenállósága toxintermelő gombákkal szemben, 2012-2013. Növénynevelés a megújuló mezőgazdaságban. XX. Növénynevelési Tud. Nap, Budapest.
- Mesterházy Á., Varga M., Szabó-Hevér A., Lehoczky-Krsjak Sz. és Tóth B. (2014): Élelmiszerbiztonság és növénynevelés. Georgikon for Agriculture 19:9-16.
- Mészáros E. (2001): A Föld rövid története. Múlt, jelen, jövő. Vince Kiadó, Budapest.

- Mészáros S. (2007): A felsőoktatás a tudásgazdaság felé. *Gazdálkodás* 3:67-71.
- Mézes M. (2014): A mikotoxin-szennyezettségről. *Magyar Mezőgazdaság* 69: 74-77.
- Mika J. (2015): Mit érdemes tudnunk a globális felmelegedésről? *Agrofórum* 1: 14-17.
- Miklós P. (szerk.) (2008): A legnagyobb álmú magyar kultuszminiszter. Belvedere, Szeged.
- Mikó P., Rakszegi M., Tremmel-Bede K. és Megyeri M. (2016): Búzanemesítési stratégiák ökológiai és low-input gazdálkodásra. *Biokultúra* 17: 20-22.
- Miller, H. I. (2013): Az organikus mezőgazdaság mítosza. *Eco Business* 2013. november 11. In: Dudits D. (szerk.), *Zöld Biotechnológia* 9: 6-7.
- Minker E. (2008): A Szegedi Egyetem kolozsvári hagyományai és 1921-1928 közötti története. In: Miklós P. (szerk.), A legnagyobb álmú magyar kultuszminiszter. Klebelsberg Kuno kora és munkássága. Belvedere Meridionale, Szeged.
- Móczár J. (2014): A magyar felsőoktatás és kutatás kihívásai. *Magyar Tudomány* 6:713-729.
- Mokra M. (2015): *N-Pilot*[®]: Irányított tápanyag-utánpótlás. *AgrárUnió* 16:31.
- Molnár Cs. (2015): Acélos fajták. Testi-lelki egészség. Vita a génmódosított növényekről. *Zöld Biotechnológia* 7-8:3-6.
- Moore, K.D. és Nelson, M.P. (2013): 2013 A világhelyzete. Van még esély a fenntarthatóságra? Typoézis Kft., Budapest.
- Moss, R. W. (2012): Szent-Györgyi Albert. Typotex Elektronikus Kiadó Kft., Budapest.
- Müller M. (2011): Liszenko emlékezetes előadása a Magyar Tudományos Akadémián 1960-ban. *Magyar Tudomány* 11:1355-1359.
- Nagy A. M. (2014): Magyar felsőoktatási rangsorok, hallgatói preferenciák. *Magyar Tudomány* 3:367-370.
- Nagy B. és Szmolka A. (2014): Molekuláris módszerek szerepe és jövője az élelmiszerbiztonsági mikrobiológia vizsgálatokban. *Magyar Állatorvosok Lapja* 136: 361-361.
- Nagy J. (2005): Kukorica hibridek adaptációs képessége és terméshatósága. Center-Print Kft., Debrecen.
- Nagy Sz. T., Pál L., Bercsényi M., Farkas V. és Húsvéth F. (2015): Az éghajlatváltozás hatása gazdasági állatainkra. *Magyar Tudomány* 5:553-558.
- Naik, G. (2013): Nem várhatunk húsz vagy harminc évig. *Emea Special Rep.* 2013. november 20. (In: *Zöld Biotechnológia* 9: 4-5).
- Nábrádi A. (2007): Tudomány és felsőoktatás. *Gazdálkodás* 2:68-77.
- Nádasy M. (2004a): A kártevők előrejelzése. In: Horváth J. (szerk.), *Növényvédelmi, növényorvosi alapismeretek*. Kaposvári Egyetem, Kaposvár.
- Nádasy M. (2004b): Védekezés. In: Horváth J. (szerk.), *Növényvédelmi, növényorvosi alapismeretek*. Kaposvári Egyetem, Kaposvár.
- Nemere I. (2015): Magyarország története. 989 év krónikája. Az államalapítástól a XX. század végéig. Anno Kiadó MMV, Debrecen.
- Neményi M. (2015): Levélbeni közlés.
- Neményi M. és Milics G. (2007): Precision agriculture technology and diversity. *Cereal Res. Comm.* 35: 829-832

- Neményi M., Pecze Zs. és Mesterházi P. Á. (2001): A precíziós-helyspecifikus növénytermesztés műszaki és térinformatikai feltételrendszere. *Növénytermelés* 50:419.
- Neményi M., Mesterházi P.Á., Pecze Zs. and Stépán Zs. (2002): The role of GIS and GPS in precision farming. *Computers and Electronics in Agr.* 40: 45-55.
- Neumann Whitman, M. von (2016): A marslakó lánya. Európa Kiadó, Budapest.
- Némedi D. (2008): Bevezetés. A szociológia problémája *In: Modern Szociológiai paradigmák.* Napvilág Kiadó, Budapest.
- Németh A. (2009): Biographiae Óváriensis I. Válogatott életrajzok a magyaróvári agrár-felsőoktatás 190 éves történetéből (1818-2008). Óvári Gazdászok Szövetsége. Mosonmagyaróvár.
- Németh Gy. (2013): Gazdaságpolitika mozgó célpont esetén – kitekintés középtávra. *In: Veress J. (szerk.), Gazdaságpolitikák világválság idején.* BME-Typotex Kiadó, Budapest.
- Németh T. (1995): Gondolatok a tápanyag-gazdálkodásról a fenntartható mezőgazdasági fejlődés tükrében. 37. Georgikon Napok, Pannon Agrártudományi Egyetem, Keszthely.
- Németh T. (1996): Talajaink szervesanyag tartalma és nitrogénforgalma. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest.
- Németh T. (1999): A tápanyagellátás hatása a szántóföldi növények minőségére és a környezetre. *In: Ruzsányi L. és Pepó P. (szerk.), Növénytermesztés és Környezetvédelem.* MTA Agrártudományok Osztálya, Budapest.
- Németh T. (2007): „Élni és élni hagyni, az értékeket felkarolni!” *Agrofórum* 12: 94-95.
- Németh T., Horváth J. és Pálmai O. (2010): Tápanyag-gazdálkodás. *In: Radics L. (szerk.), Fenntartható szemléletű szántóföldi növénytermesztés.* Agroinform Kiadó, Budapest.
- Németh T., Neményi M. és Harnos Zs. (szerk.) (2007): A precíziós mezőgazdaság módszertana. JATE Press, Szeged és MTA TAKI, Budapest.
- Nicolia, A., Manzo, A., Veronesi, F. and Rosellini, D. (2014): An overview of the last 10 years of genetically engineered crop safety research. *Critical Rev. Biotechnol.* 34: 77-88.
- Nierenberg, D. (2013): Mezőgazdaság: élelmiszer-termelés új megoldásokkal. *In: 2013 A világ helyzete. Van még esély a fenntarthatóságra?* Typoézis Kft., Budapest.
- Nováky B. (2009): Az éghajlatváltozás hatásai és az intézkedések az IPCC negyedik értékelő jelentése tükrében. *Tájökológiai Lapok* 7(1):241-268.
- Nováky B. (2015): Éghajlatváltozási előrejelzések. *In: Váradi J. (szerk.), A víz hiánya és többlete mint potenciális veszélyforrás.* Közszolgálati Személyzetfejlesztési Főigazgatóság, Budapest.
- Nováky E., Tóth A. (2012): A jövő és 2012. *Gazdaság, Társadalom Sorozat II.* Arisztotelész Kiadó, Budapest.
- Oláh Z. (2014): Fajsúlytalan diplomagyárak. *Magyar Nemzet* 2014. január 10.
- Otten, L., De Greve, H., Hernalsteens, J.P., Van Montagu, M., Schieder, O., Straub, J. and Schell, J. (1981): Mendelian transmission of genes introduced into plants by the Ti plasmid of *Agrobacterium tumefaciens*. *Mol. Gen. Genet.* 183: 209-213.

- Padisák J., Stenger-Kovács Cs., Lázár D., Hubai K. E., Nemcová Y., Magyar D., Vass M., Trájer A. J., Tánczos B., Hammer T. és Lengyel E. (2015):* A kisvízes ökoszisztémák prediktív értéke a klímaváltozás hatásainak megértésében és jelentőségük a biodiverzitás megőrzésében. *Magyar Tudomány* 5:559-567.
- Paine, J. A., Shipton, C. A., Chaggar, S., Howells, R. M., Kennedy, M. J., Vernon, G., Wright, S. Y., Hincliffe, E., Adams, J. L., Silverstone, A. L. and Drake, R. (2005):* Improving the nutritional value of Golden rice through increased pro-vitamin A content. *Nature Biotechnol.* 23:482-487.
- Palkovics L. (2014):* Újratervezés a felsőoktatásban. *Magyar Nemzet* 2014.július 2.
- Palló G. (2007):* Klebelsberg Kuno: politikus kultuszminiszter. *Magyar Tudomány* 12:1619-1628.
- Palmer, W. C. (1965):* Meteorological drought. U. S. Weather Bureau Res. Paper 45.
- Palugyai I. (2013):* Anne Glover: A GMO-t ne vessük el. Tudománypolitika – Európa „főtudósa” Budapesten. *Zöld biotechnológia* 9:13-14.
- Palugyai I. (2014):* Autodafék felé. *Népszabadság* 2014. február 5.
- Pap E. (2015):* A precíziós technológia támogatója. *Magyar Mezőgazdaság* 26:38-40.
- Parisi, C., Tillie, P. and Rodriguez-Cerezo, E. (2016):* A világon 2020-ig várhatóan megjelenő GM haszonnövények. *Zöld Biotechnológia* 5-6 : 2-7.
- Patkós I. (2003):* Kutatás és egyetem kapcsolata Európában és Magyarországon. *Magyar Tudomány* 8:1025-1034.
- Patkós I. (2007):* Vita a hazai felsőfokú agrároktatásról. *Gazdálkodás* 4:92-97.
- Pál T. (2013):* Jegybankok tűzvonalban. *In: Veress J. (szerk.), Gazdaságpolitikák világválság idején.* BME-Typotex Kiadó, Budapest.
- Pálinkás J. (2001):* 100 éves a Nobel-díj. Oktatási Minisztérium, Bille Design Kft., Budapest.
- Pálinkás J. (2010):* Határok nélküli tudomány. A Magyar Tudomány Ünnepe 2010. *Magyar Tudomány* 12: 1511.
- Pálinkás J., Csépe V. és Németh T. (2011):* Tudásforum. Kiválóság, fenntarthatóság, versenyképesség. *Magyar Tudomány* 11:1282-1296.
- Pálmai O. (2015):* Méltó múlt és kérdéses jövő. *Magyar Mezőgazdaság* 15: 26-28.
- Pálmai O. és Horváth J. (1998):* Talajaink tápanyag-ellátottságának megítélése (Egy működő szaktanácsadási rendszer tapasztalatai). *Agrofórum* 13:47-49.
- Pepó P. (1999):* Növénytermesztés és környezetvédelem összefüggései hazánk EU integrációja. *In: Ruzsányi L. és Pepó P. (szerk.), Növénytermesztés és környezetvédelem.* MTA Agrártudományok Osztálya, Budapest.
- Persányi M. (1988) (szerk.):* Közös jövőnk (*Our Common Future*). Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Polgár A. L. (szerk.) (1999):* A biológiai növényvédelem helyzete Magyarországon. MTA Növényvédelmi Kutató Intézet, Budapest.
- Pollack A. (2014):* Az USDA engedélyezi a módosított burgonyát. Most már a sültkrumpli-kedvelőkön a sor! *Zöld Biotechnológia* 10: 4-6.
- Pongrácz L. (2014a):* Szárguldva és cammogva. *MezőHír* 2:119.
- Pongrácz L. (2014b):* Kieső kapacitások, csökkenő villamosenergia-termelés. *MezőHír* 3:168-169.

- Popp J. (2008): A bioüzemanyag-gyártás nemzetközi összefüggései. *Gazdálkodás* 52:13-25.
- Popp J. (2013): A bioenergia szerepe az energiaellátásban. *Gazdálkodás* 5:417-504.
- Popp J. (2014): Szóbeli közlés.
- Popp J., Aliczki K., Garay R., Kozak A., Nyárs L., Radócné Kocsis T. és Potori N. (2011): A biomassza energetikai célú termelése Magyarországon. *Agrárgazdasági Könyvek, Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest.*
- Popp J., Pető K., Magda R. és Lakner Z. (2013): A GM-hisztéria gazdasági hatása az EU élelmiszerpiacára. *Zöld biotechnológia* 9: 4-7.
- Popp, J., Lakner, Z., Harangi-Rákos, M. and Fári, M. G. (2014): The effect of bioenergy expansion: Food, energy and environment. *Renewable and Sustainable Energy Rev.* 32:559-578.
- Popp J., Fári M., Harangi-Rákos M. és Dudits D. (2016a): Az EU takarmánypiaca a szójaimport szorításában I. *AgroNapló* 5:108-111.
- Popp J., Fári M., Harangi-Rákos M. és Dudits D. (2016b): Az EU takarmánypiaca a szójaimport szorításában II. *AgroNapló* 6:88-90.
- Popp J., Fári M., Harangi-Rákos M. és Dudits D. (2016c): A takarmánypiac dilemmái. VI.rész. GM-növények a takarmányozásban. *Zöld Biotechnológia* 3-4:9.
- Popp J., Oláh J., Harangi-Rákos M. és Fári M. (2016d): A szója alapú fehérjetakarmány helyettesítése alternatív fehérjeforrásokkal az EU-ban. *Gazdálkodás* 6: 473-497.
- Postel, S. (2013): Az édesvíz és a rá épülő életközösségek megőrzése. *In: 2013 A világ helyzete. Van még esély a fenntarthatóságra? Typoézis Kft., Budapest.*
- Pőr Cs. és Zsidi V. (2008): Magyar Királyi Gazdasági Akadémia 1906-1945. Pannon Egyetem, Keszthely.
- Pörnczi A. és Milics G. (2015a): Pilóta nélküli repülőgépek alkalmazása a precíziós mezőgazdaságban (1). *Agrofórum* 7: 104-105.
- Pörnczi A. és Milics G. (2015b): Pilóta nélküli repülőgépek alkalmazása a precíziós mezőgazdaságban (2). *Agrofórum* 8: 124-125.
- Prentice, E. P. (1939): *Hunger and History.* Harper Brothers, New York and London.
- Proksza P. és Békési P. (2014): Aktuális korpék a burgonyáról – nemesítés, szaporítás, ártermelés, forgalmazás, fogyasztás. *Agrofórum* 3: 30-47.
- Puskás J. (1982): *Kivándorló magyarok az Egyesült Államokban 1880-1940.* Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Pusztai Á. és Bardócz Zs. (2008): A biotermékek tápértéke bizonyítottan magasabb. *Biokultúra* 5:3.
- Radics L. (2010): *Fenntartható szemléletű szántóföldi növénytermesztés (1-3).* Agroinform Kiadó Kft., Budapest.
- Radics L. és Divéky-Ertsey A. (2010): *Gazdálkodási rendszerek a szántóföldi növénytermesztésben.* *In: Radics L. (szerk.), Fenntartható szemléletű szántóföldi növénytermesztés 1.,* Agroinform Kiadó, Budapest.
- Rakszegi M., Bede K., Mikó P., Megyeri M., Lángné Molnár M., Láng L. és Bedő Z. (2013): *Organikus és „low-input” nemesítés hatása a búza minőségére.* *Martonvásár* 1:10-12.
- Ravasz L. (1933): *Mátyás Király hagyatéka.* *Budapesti Szemle* 229: 230-238.

- Rácz M. (2013): Az európai integrációs folyamat 1987-ből és 2012-ből nézve. In: Szanyi M. (szerk.), Válság és megújulás. Múlt, jelen és jövő a világgazdaságban. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Reinhardt, C. and Rogoff, K. (2009): This Time is Different. Princeton University, USA.
- Reisinger P. (2015): Digitális növényvédelem. Növényvédelem 51: 45-47.
- Reiter, P. (2007): Human ecology and human behavior. Civil Society Rep. on Climate Change. Internat Policy Network.
- Reményi K. (2009): Az energiasztratégia sarokpontjai. Magyar Tudomány 3:323-333.
- Reményi K. (2014): Globális lehűlés, globális felmelegedés, szén-dioxid. Magyar Tudomány 9:1105-1116.
- Reményi K. (2016): Egyszerű módszerek a légköri szén-dioxid-koncentrációváltozás hatásának elemzésére. Magyar Tudomány 7: 842-850.
- Renner M. (2013): Klímaváltozás és elvándorlás. In: 2013 A világ helyzete. Van még esély a fenntarthatóságra? Typóézis Kft., Budapest.
- Repa I. (2007): A digitális képalkotó rendszerek alkalmazása az állattudományban. In: Kovács M. (szerk.), A modern állattudományért. Emlékkönyv Horn Péter akadémikus 65. születésnapja tiszteletére. Kaposvár Nyomda Kft., Kaposvár.
- Ridley, M. (2012): A józan optimista. A jólét evolúciója (The Rational Optimist. How Prosperity Evolves. Fourth Estate, London). Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Róka A. (2000): A fenntartható tudatlanságtól a fenntartható fejlődésig. Természet Világa 8:340-342.
- Rolston H. (2005): A környezeti etika időszerű kérdései. In: Lányi A. és Jávör B. (szerk.), Környezet és etika. L' Harmattan Kiadó, Budapest.
- Romsics I. (1999): Magyarország története a XX. században. Osiris Kiadó, Budapest.
- Romsics I. (2007): A 20. század rövid története. Rubicon-Könyvek, Budapest.
- Romsics I. (2015): A múlt arcai. Történelem, emlékezet, politika. Osiris Kiadó, Budapest.
- Romvári R. (2013a): A szélenergia múltja, jelene és jövője a vidéki Magyarországon. A falu 28:71-79.
- Romvári R. (2013b): A hazai szélenergia-ipar lehetőségei, figyelemmel a hazai szélpotenciálra és a Nemzeti Energiasztratégiában megfogalmazottakra. A falu 28:71-76.
- Ronald, P. C. and Adamchak, R. W. (2008): Tommorrow's Table. Organic Farming, Genetics and the Future Food. Oxford University Press, New York.
- Roska T. (2007): Kutató egyetemi fakultások a 21.század elején. A felsőfokú oktatás-kutatás – innováció jövőképe Magyarországon – 2007. In: Granasztói Gy. és Kodolányi Gy. (szerk.), Magyarország ma és holnap. Magyar Szellemi Könyvek, Budapest.
- Rosta I. (1999): Magyarország technikatörténete (a honfoglalás korától a III. évezred kezdetéig). Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Rosta I. (2007): A magyar tudománytörténet nagy eseményei. Szent György Kiadó, Budapest.
- Rosta I. (2008): A tudomány történetéből. Világproblémák, globalizáció. A Római Klub három jubileuma 2008-ban. Magyar Tudomány 12: 1516-1521.

- Roszik P. (2007): Transzgenikus növények és az ökológiai gazdálkodás. *In: Horváth J., Haltrich A. és Molnár J. (szerk.), 53. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest.*
- Roszik P. (2009a): A biogazdálkodás környezeti előnyei (cit. *In: Dudits D. és Györgyey J., Zöld GMO-k). Akadémiai Kiadó, Budapest.*
- Roszik P. (2009b): Az ökológiai gazdálkodás és a növényi géntechnológia viszonya. *In: Dudits D. és Györgyey J. (szerk.), Zöld GMO-k. Akadémiai Kiadó, Budapest.*
- Roszik P. (2015a): Bizakodásra ad okot a biogazdálkodás támogatása. Interjú ifj. Hubai Imrével a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara alelnökével. *Biokultúra 26(3): 12-14.*
- Roszik P. (2015b): Az ökológiai gazdálkodásról gazdáknak, közérthetően. *Biokontroll Hungária Nonprofit Kft. Budapest.*
- Ruzsbaczký Z. (2014): „Amit nem értünk pontosan, azt nem csináljuk”. Lovász László az MTA új elnöke: Harcolni kell az áltudományok, a kuruzslások elterjedése ellen. *Magyar Nemzet 2014. május 10.*
- Ruzsbaczký Z. (2016): Tovább nőtt a világ szupergazdagjainak vagyona. *Magyar Nemzet 2016. augusztus 11.*
- Ruzsbaczký Z. (2016a): London az európai szupergazdagok játszótere. *Magyar Nemzet 2016. október 27.*
- Rymer, C., Hartnell, G.F. and Givens, D.I. (2011): The effect of feeding modified soybean oil enriched with C18:4n-3 to broilers on the deposition of n-3 fatty acids in chicken meat. *British J.Nutrition 105: 866-878.*
- Salmon, S. C. and Hanson, A. A. (1964): *The Principles and Practice of Agricultural Research.* Leonard Hill, London. (Ford.: Aradszky Gézané, A mezőgazdasági kutatás elméleti és gyakorlati problémái. *Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 1970).*
- Sarkadi J. and Várallyay Gy. (1989): Advisory system for mineral fertilization based on large-scale land-site maps. *Agrokémia és Talajtan 38:775-789.*
- Sági K. (1972): *Georgikon 175.* Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Sárközy P. és Seléndy Sz. (1993): Az árutermelő biogazdálkodás alapjai. *Biogazda 1. Biokultúra Egyesület Budapest.*
- Sárközy P. és Seléndy Sz. (1994): A szántóföldi és kertészeti növénytermesztés. *Biogazda 2. Biokultúra Egyesület Budapest.*
- Schell, J., Koncz, C. (2000): The Ti plasmid and plant molecular biology. *In: Kung, S.-D. and Yang, S.-F. (eds), Discoveries in Plant Biology.* World Scientific, Singapore.
- Schumacher, E. F. (1991): A kicsi szép. *Tanulmányok egy emberközpontú közgazdaságtanról.* Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest.
- Selley F. (1996): A mezőgazdaság szolgálatában 1984-1994. *Winter Fair Kft., Szeged.*
- Serageldin, I. (2002): The rice genom. *World poverty and hunger. The challenge for science.* *Science 296: 54-58.*
- Seregi Gy. (2014): Értékkörzés és új utak a felsőoktatásban. *Magyar Nemzet 2014. január 13.*
- Shi, G., Chavas, J.P. and Stiegert, K. (2009): Pricing of herbicide-tolerant soybean seeds: a market-structure approach. *AgBioforum 12: 326-333.*
- Siflis A. (2015): Tapasztalatok és lehetőségek a precíziós nitrogénellátásban. *AgroNapló 2: 95-96.*

- Singern, A. (2013): A világ helyzete: egy év áttekintése. In: 2013 A világ helyzete. Van még esély a fenntarthatóságra? Typoézis Kft., Budapest.*
- Sisák I. (2015): A talajok színe: szép, de mire jó? 2015 – A fény és a talaj éve a mezőgazdaságban. Konferencia MTA-PAB, Pécs.*
- Smalley, R.E. (2003): Top Ten Problems of Humanity for Next 50 Years. Energy and Nano Technology Conf., Rice University, Texas, Houston, USA.*
- Smil, V. (2001): Genius Loci. The twentieth century was made in Hungary. Nature 409:21.*
- Sohns, A. és Crowder, L. (2013): Fenntartható halászierületek és tengerek: az ökológiai összeomlás megelőzése. In: 203 A világ helyzete. Van még esély a fenntarthatóságra? Typoézis Kft., Budapest.*
- Somai M. (2013): Élelmiszertermelés – élelmiszerbiztonság: Jut-e ennivaló mindenkinek? In: Szanyi M. (szerk.), Válság és megújulás. Múlt, jelen és jövő a világgazdaságban. Akadémiai Kiadó, Budapest.*
- Somlyódi L. (szerk.) (2011): Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok. Magyar Tudományos Akadémia. Budapest.*
- Spring, U. O. (2011): Genetically modified organisms: A threat for food security and risk for food sovereignty and survival. In: Brauch, H.G. et al. (eds.) Coping with Global Environmental Change, Disasters and Security. Springer Verlag. Berlin-Heidelberg. pp. 1019-1041.*
- Springmann, M., Mason-D'Croz, D., Robinson, S., Garnett, T., Godfray, H.C. and Gollin, D. (2016): Global and regional health effects of future food production under climate change: a modelling study. The Lancet 387(10031): 1937-1946.*
- Stanhill, G. (1990): The comparative productivity of organic agriculture. Agr. Ecosyst. and Environment 30:1-26.*
- Swift, J. (1726): Gulliver's Travels (Ford.: Karinthy Frigyes, Gulliver utazásai). Révai Kiadó, Budapest 1914.*
- Szabó A. (2015): Trónkövetelő hatalmak. Magyar Nemzet 2015. január 19.*
- Szabó G. (2007): Gondolatok a tudomány és a felsőoktatás kérdéseiről folyó vitához. Gazdálkodás 5:48-53.*
- Szabó G. és Katonáné Kovács J. (2008): A fenntarthatóság, környezetvédelem és hatékonyság. In: Szücs I. és Farkasné Fekete M. (szerk.), Hatékonyság a mezőgazdaságban. Agroinform Kiadó, Budapest.*
- Szabó M. és Kutasi S. (2015): BactoFil® B10 használata a napraforgó-termesztésben. Mezőhír 19: 58-60.*
- Szabó T. A. és Pozsik L. (1990): A magyar genetica születése: Festetics Imre elgondolásai a beltenyésztésről és a „természet genetikai törvényeiről” 1919-ben (Brünn-Brno). Természet Világa 121:50-56.*
- Szalai S., Gács I., Tar K. és Tóth P. (2010): A szélenergia helyzete Magyarországon. Magyar Tudomány 8:947-958.*
- Szalkai G. és Gyeraj A. (2015): Mit tehetünk a biztonságért? Agrárágazat 12:30-32.*
- Szanyi M. (2013): Válság és megújulás. Múlt, jelen és jövő a világgazdaságban. Akadémiai Kiadó, Budapest.*
- Szarka L. (2010): Szempontok az energetika és környezet kapcsolatához. Magyar Tudomány 8:979-989.*

- Szarka L. (2014): Globális változások: modell és valóság. Ismerjük meg egymást – és egymás tudományát (előadás). Magyar Tudományos Akadémia, 2014. december 9.
- Szász G., Székelyné Sipos K. és Jávora A. (2003): 135 éves a debreceni agrár-felsőoktatás. Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum. Debrecen.
- Szeitzné Szabó M. (szerk.) (2008): Élelmiszer-biztonsági helyzetelemzés és kockázatelemzés. Agroinform Kiadó, Budapest.
- Szeitzné Szabó M. (szerk.) (2010): A mikotoxinok ellenőrzésére vonatkozó jogi háttér, az EU élelmiszerekre és takarmányokra vonatkozó, gyors veszélyjelző (RASFF) rendszerbe érkező bejelentések értékelése. In: Kovács M. (szerk.), Aktualitások a mikotoxin kutatásban. Agroinform Kiadó, Budapest.
- Szekeres B. (2015): Miért beteg az agrár-felsőoktatás? Magyar Mezőgazdaság 37: 8-9.
- Szent-Györgyi A. (1937): A C-vitaminről. In: Szent-Györgyi A.: Egy biológus gondolatai. Gondolat Kiadó, Budapest.
- Szepessy I. (1977): Növénybetegségek. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Szeredi I., Alföldi L., Csom Gy. és Mészáros Cs. (2010): A vízenergia-hasznosítás szerepe, helyzete, hatásai. Magyar Tudomány 8:959-978.
- Széll E., Széll S. és Kálmán L. (2005): Új szegedi kukorica hibridek és azok specifikus termesztési ajánlása. In: Nagy J. (szerk.), Kukorica hibridek adaptációs képessége és termékbiztonsága. Center-Print Kft., Debrecen.
- Szépszó G. (2015): Éghajlati szélsőségek alakulása Magyarországon a következő évtizedekben. Agroforum 1: 22-24.
- Szépvolgyi J. (2010): Fenntartható fejlődés – Ipari ökológia – Kémia. Magyar Tudomány 3:260-269.
- Szigeti T. J., Suszter G. és László J. (2014): A glifozát maradványainak jelenléte környezetünkben, és analitikai meghatározásának lehetőségei. Élelmiszervizsg. Közl. 3: 234-256.
- Szirmai P. (2014): Minden termesztett növényünk génmanipulált. Zöld Biotechnológia 10: 8-10.
- Szlávik J. (2013): Fenntartható gazdálkodás. Wolters Kluwer Kft., CompLex Kiadó, Budapest.
- Szlávik J. (2014): Lépések a fenntartható gazdálkodás irányába. Magyar Tudomány 1:99-108.
- Szőcs G. és Tóth M. (2010): A nagyítólencsétől a bioszenzoros gázkromatográfiáig: A magyar feromonkutatás három évtizede. Növényvédelem 12:645-653.
- Szücs I. (2015): Miért beteg a magyar agrár-felsőoktatás? Magyar Mezőgazdaság (Melléklet) 34: 1-8.
- Taffertshofer, B. (2008): Mehr Flexibilität bei den Löhnen für Wissenschaftler. Süddeutsche Z. 21:18.
- Tamás I. (2016): Tapasztalatok az Algafix biostimulátor lombtrágyával napraforgóban. Agroforum 27.(5):116.
- Tamás T. és Oszwald M. (2011): GMO-k mint gyógyszeralapanyagok és funkcionális élelmiszerek. In: Balázs E., Dudits D. és Sági L. (szerk.), Genetikailag módosított élőlények (GMO-k) a tények tükrében. Magyar Fehér könyv. Tisza Press Nyomda, Szeged.

- Tanka E. (2014): A föld miért nem azé, aki megműveli? In: Tanka E. (szerk.), A magyar föld sorsa. Agroinform Kiadó, Budapest.
- Tanka E. (2016): Törvényes útra terelt birtokpolitika? Magyar Nemzet 2016. október 15.
- Tarczali G. (2014): Növényorvos nyílt nap a Parlament felsőházi termében. Növényvédelem 50:39-44.
- Tasiné Csúcs I. (2014): Szent-Györgyi Albert tudománymentő tevékenysége és annak gyökerei hazánkban, 1945 után. In: Ujszászi I. (szerk.), Szegedi Egyetemi Tudástár 1. Szent-Györgyi Albert szellemi öröksége. Szegedi Egyetemi Kiadó, Budapest.
- Taster, M. and Langridge, P. (2010): Breeding technologies to increase crop production in a changing world. Science 12: 327.
- Templeman, W. G. (1939): The effect of some plant growth substances on dry-matter production of plants. Empire J. Exp. Agr. 7:76-88.
- Templeman, W. G. and Marmoy, C. J. (1940): The effect upon growth of plants of watering solutions of plant growth substances and of seed dressings containing these materials. Ann. Appl. Biol. 27:453-471.
- Tikász I. E. és Molnár Zs. (2015): Szója – ismét rekordtermés várható a világon. Agroinform 1: 136-137.
- Tikász I. E. és Varga E. (2016): Alapozható-e GMO-mentes szójadarára a magyarországi takarmányozás? AgroNapló 4:63-66.
- Tóth L.L. (2016): GMO-val kísérletezne hazánk. Zöld Biotechnológia 5-6: 1-2.
- Tóth L.L. (2016a): Elhunyt Kishantos atyja. Magyar Nemzet 2016. szeptember 8.
- Tóth M. (2012): A feromonok fél évszázada szolgálják a mezőgazdaságot. Agrofórum 6:16-19.
- Tóth M. (2013a): Pheromones and attractants of click beetles: an overview. J. Pest. Sci. 86:3-17.
- Tóth M. (2013b): Pattanóbogarak feromonjai: Kutatás és alkalmazás. II. ATK Tudományos Nap. MTA ATK, Martonvásár.
- Tóth M., Landolt P., Szarukán I., Szölláth I., Vitányi I., Péntes B., Hári K. and Koczor S. (2012): Female-targeted attractants containing pear ester for *Synanthedon myopalfomis*. Ent. Exp. et Appl. 142:27-35.
- Tóth M., Voigt E. és Koczor S. (2014): Környezetkímélő védekezési módok kártevők ellen: feromoncsapdák. Biokultúra 2:17-20.
- Tóthová, M., Tóth, P., Basile, S., Radics L. és Vörös I. (szerk.) (2011): Zöld növényvédelem – mobil tanulás az ökológiai gazdálkodásban. Agroinform Kiadó és Nyomda Kft., Budapest.
- Török, A. (2013): Levelled or tilted field? Közgazd. Szemle 3: 342-351.
- Török K. (2009): A Föld ökológiai állapota és perspektívái (a *Millenium Ecosystem Assessment* alapján). Magyar Tudomány 1:48-53.
- Turóczy Gy. (1998): Biológiai védekezés növénypatogén mikroorganizmusokkal szemben. In: Érsek T. és Gáborjányi R. (szerk.), Növénykórokozó mikroorganizmusok. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
- Turóczy Gy. (1999): Biológiai védekezés növényi kórokozókval szemben In: Polgár A. L. (szerk.), A biológia növényvédelem helyzete Magyarországon. OMF, Budapest.

- Turóczy, Gy., Vajna, L. and Bratek, Z. (1994): More *Trichoderma* species from Hungary. Acta Phytopath. et Entomol. Hung. 29: 259-271.
- Újszászi I. (szerk.) (2014): A Szegedi Egyetemi Tudástár 1 és 2. Szegedi Egyetemi Kiadó, Szeged.
- Ujváry G. (2014): „Egy európai formátumú államférfi” Klebelsberg Kuno (1875-1932). Kronosz Kiadó, Budapest.
- Unglesbee, E. (2015): A tudósok „természetes” GM növényre bukkantak. Zöld Biotechnológia 5-6:14.
- Vaeck, M., Reynaerts, A., Höfte, H., Jensens, S., De Beuckeleer, M., Dean, C., Zabeau, M., Van Montagu, M. and Leemans, J. (1987): Transgenic plants protected from insect attack. Nature 328: 33-37.
- Vajda Gy. (2004): Energiaellátás ma és holnap. MTA Társadalomkutató Központ, Budapest.
- Vajda T. (2014): A C-vitamin felfedezésének hatása a paprikaiparra, a dél-alföldi gazdaságra. In: Újszászi I. (szerk.) Szegedi Egyetemi Tudástár 1. Szent-Györgyi Albert szellemi öröksége. Szegedi Egyetemi Kiadó, Budapest.
- Vajna L. (1987): A biológiai védekezés. In: Vajna L. (szerk.), Növénypatogén gombák. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Valkó B. (2014): Célkeresztben a GMO-k. Agrárium 1:24-25.
- Van Montagu, M. (2011): It is a long way to GM agriculture. Ann. Rev. Plant Biology 62:1-23.
- Váradai J. (szerk.) (2015): A víz hiánya és többlete mint potenciális veszélyforrás. Közszolgálati Személyzetfejlesztési Főigazgatóság, Budapest.
- Váradai L. és Szűcs I. (2015): A halastavak ökológiai szolgáltatásai. Magyar Mezőgazdaság 4: 30-32.
- Várallyay Gy. (2015): Szélsőséges vízháztartási helyzetek talajtani okai és következményei. In: Váradai J. (szerk.), A víz hiánya és többlete mint potenciális veszélyforrás. Közszolgálati Személyzetfejlesztési Főigazgatóság, Budapest.
- Várallyay Gy. és Németh T. (1999): A környezetkímélő növénytermesztés talajtani- agrókémiai alapjai. In: Ruzsányi L. és Pepó P. (szerk.), Növénytermesztés és környezetvédelem. MTA Agrártudományok Osztálya, Budapest.
- Várnagy L. (2002): Állategészség-védelem. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Várnagy L. és Budai P. (2003): Mezőgazdasági vegyi anyagok higiénája és toxikológiája. Veszprémi Egyetem Kiadó, Veszprém.
- Vázonyi O. (2009): Szakkollégium, tehetséggondozás, határon túli fiatalok. Magyar Tudomány 8:1010-1012.
- Veisz O. (szerk.) (2009): A martonvásári agrárkutatók hatodik évtizede 1999-2009. MTA Mezőgazdasági Kiadó Intézete, Martonvásár.
- Veisz, O., Harnos, N., Szunics, L. and Tischner, T. (1996): Overwintering of winter cereals in Hungary in the case of global warming. Euphytica 92:249-253.
- Veisz O. és Varga B. (2015): A növény szerepe a víztakarékos szántóföldi gazdálkodásban. Magyar Tudomány 5: 568-576.
- Velkei T. (2015): Ökológiai megtérés kellene. Magyar Nemzet 2015. június 24.

- Velkei T. (2016): Megdöböntő mennyiségű élelmiszert pocsékolunk el. Magyar Nemzet 2016. november 19.
- Venetianer P. (1998): A DNS szép új világa. Kulturtrade Kiadó, Budapest.
- Venetianer P. (1999): Géntechnológia-ellenség – tudományellenesség. Magyar Tudomány 10:1170-1176.
- Venetianer P. (2005): Féljünk-e a génmanipulált élelmiszerektől? Természet Világa 136:434-437.
- Venetianer P. (2009): Az újra meglátogatott szép új világ. Magyar Tudomány 3: 303-310.
- Venetianer P. (2015): Modern bacilusvadászok. Természet Világa 146:386-387.
- Venetianer P. (2016): „Alkotmányos” mezőgazdasági biotechnológia. Magyar Kémikusok Lapja. 5:155-156.
- Veress J. (2013): A gazdasági és pénzügyi világválság gazdaságpolitikai következményei. In: Veress J. (szerk.), Gazdaságpolitikák világválság idején. BME-Typotex Kiadó, Budapest.
- Vetőné Mózner Zs. (2014): Az élelmiszer-fogyasztás szerkezete és környezeti hatása Magyarországon. Marketing és Menedzsment 3: 57-70.
- Vida G. (2007): Fenntarthatóság és a tudósok felelőssége. Magyar Tudomány 12:1600-1606.
- Vida G. (2012): Honnan hová Homo? Az Antropocén korszak gondjai. Studia Physiologica. Semmelweis Kiadó, Budapest.
- Vida, Gy., Gál, M., Uhrin, A., Veisz, O., Syed, N. H., Flavell, A. J., Wang, Z. and Bedő, Z. (2009): Molecular markers for the identification of resistance genes and marker-assisted selection in breeding wheat for leaf rust resistance. Euphytica 170:67-76.
- Wackernagel, M., Schulz, N. B., Deumling, D., Linares, A.C., Jenkins, M., Kapos, V., Monfreda, C., Loh, J., Myers, N., Norgaard, R. and Randers, J. (2002): Tracking the ecological overshoot of the human economy. Proc. National Academy of Sci. (USA) 99: 9266-9271.
- Waltz, E. (2016): A „génszerkesztett” CRISPR gomba elkerüli az egyesült államokbeli szabályozást. Nature/News 532:293 (in: Zöld Biotechnológia 5-6: 7-8, 2016).
- Wiedemann T. (2016): Átrendeződik a cégvilág. Magyar Nemzet 2016. augusztus 11.
- Vinczai S. (2015): A biostimulátorok kora. Magyar Mezőgazdaság 14: 12-13.
- Vizi E. Sz. (2007): A tudomány korszaka. Magyar Tudomány 3:273-282.
- Vlek, C. (2000): Essential psychology for environmental policy making. Internat. J. Psychology 35: 153-167.
- Walford, C. (1879): The famines of the world, past and present. J. Roy. Statist. Soc. 41:433-526.
- Walleshausen Gy. (1993): A Magyaróvári Agrárfelsőoktatás 175 éve (1818-1993). Széchenyi Nyomda Kft., Győr.
- Walleshausen Gy. (1995): A gödöllői Agrártudományi Egyetem Jubileumi Emlékkönyve 1920-1995. I. és II. kötet. HUNGA-PRINT Nyomda, Gödöllő.
- Walter, N. (2014): Tödliche Ignoranz. Wissen und Multimedia. Sonntags Zeitung 16. Februar 2014.
- Watson, J. D. and Crick, F. H. (1953): A structure for deoxyribosenucleic acid. Nature (London) 171:737-738.

- Weber, M. (1982): A protestáns etika és a kapitalizmus szelleme. Gondolat Kiadó, Budapest.
- Weindling, R. (1932): *Trichoderma lignorum* as a parasite of other fungi. *Phytopathology* 22: 837-845.
- Wekerle Sz. (2015): Kimenni az agorára. *Magyar Nemzet* 2015. április 18.
- Willer, H. and Kilcher, L. (eds.) (2009): *The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2009*. IFOAM, Bonn and FiBL 1-24.
- Willer, H. and Kilcher, L. (eds.) (2011): *The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2011*. IFOAM, Bonn and FiBL. 1-31.
- Woodward, A. and Porter, J.R. (2016): Food, hunger, health, and climate change. *The Lancet* 387(10031):1886-1887.
- Xu Kenong, Xu Xia, Fukao, T., Canlas, P., Maghirang-Rodriguez, R., Heuer, S., Ismail, A. M., Bailey-Seres, J., Ronald, P. C. and Mackill, D. J. (2006): *Sub1A* is an ethylene-response-factor-like gene that confers submergence tolerance to rice. *Nature* 442:705-708.
- Zaenen, I., van Larebeke, N., Touchy, H., van Montagu, M. and Schell, J. (1974): Supercoiled circular DNA in crown-gall inducing *Agrobacterium* strains. *J. Mol. Sci.* 86: 109-127.
- Zalainé Kovács É., Baloghné Ormos I., Glits M., Sáray T., Gecséné Tar I. és Hámori Z. (2003): 150 év a Kertészettudományi, Élelmiszertudományi és Tájépítészeti oktatás szolgálatában (1853-2003). Jász Nyomda és Kiadó Kft., Budapest.

Névregiszer

A névregiszer a könyvben előforduló összes nevet tartalmazza tekintet nélkül arra, hogy azok bibliográfiai, vagy egyéb vonatkozású utalásokkal kapcsolatosak. Az álló számok a hivatkozás oldalára, a *dőlt* számok pedig a részletes bibliográfiai adatokra utalnak.

A, Á

Achenbach, J. 70, 285
Achten, W. M. J. 118, 285
Adamchak, R. W. 39, 40, 46, 310
Adam, D. 83, 101, 285
Adams, J. L. 308
Aerts, R. 285
Albert E. 183, 285
Alföldi L. 313
„Al” Gore, A. Jr. 21
Akerlof, G.A. 193
Aliczki K. 309
Alla, A. N. 292
Alshaal, T. 292
Ambrus A. 85
Anda A. 285
Anderle Á. 174, 285
Andorka R. 276, 285
Andrásfalvy B. 14, 175, 245, 285, 305
Anonymus 30, 54, 55, 56, 63, 67, 89, 132, 169,
178, 179, 180, 220, 234, 235, 274, 285, 286
Antal G. 249, 266, 274, 275, 276, 286, 292
Antal Z. L. 274, 276, 286
Apponyi A. 148
Arany S. 138
Arber, W. 29, 61, 75
Arrhenius, S. 268
Ashley Fetterman, K. 302
Ayaydin, F. 292
Ayrault, J.-M. 208
Ács T. 242
Ádám J. 123,
Áder J. 217, 218, 219, 240, 247
Árendás T. 301

B

Babok E. 125, 126, 286
Bacsa P. 138
Bacsó N. 138
Bacsó R. 138, 300
Bagi F. 305
Bagotai I. 138
Bailey-Seres, J. 317
Baj G. 85
Bajai J. 138
Bakonyi K. 138
Baktay B. 73
Balás G. 138
Balázs E. 27, 30, 35, 51, 57, 64, 65, 67, 70, 71,
73, 97, 101, 116, 117, 157, 160, 163, 170,
171, 232, 283, 286, 287, 293, 294, 313
Balázs F. 138
Balázs G. 158, 159
Balázs S. 138
Balázsi I. 177, 178, 287
Balla L. 138
Balla Cs. 87, 90, 94, 95, 287
Balogh J. 138, 151
Balogh M. 304
Balogh Z. 160, 171
Baloghné Ormos I. 317
Ban Ki-moon 209, 216
Barabás Z. 32, 138
Baranyi J. 85
Barabics E. 138
Baráth Z. 138
Barcsay L. 138
Barcsák Z. 138
Bardócz Zs. 40, 67, 73, 287, 309

Baretto, R. 289
 Barfoot, P. 96, 289
 Barna B. 138
 Barnabás B. 301
 Baross L. 30
 Barsy S. 138
 Barta E. 138
 Bartholy J. 254
 Bartók B. 151, 262
 Baskay-Tóth B. 138
 Bauer F. 138
 Basile, S. 314
 Baytay I. 138
 Bay Z. 262, 263, 287
 Bazsa Gy. 51, 165, 287
 Báldi A. 246
 Bálint A. 139, 287
 Bánáti D. 85
 Bánáti H. 290
 Bánffy D. 148
 Bánki L. 138
 Bánó I. 139
 Bárány, I. 120, 287
 Becquerel, A.H. 129
 Beczner J. 85
 Beczner L. 139
 Beke F. 31, 32, 139
 Benedek pápa (XVI) (= Ratzinger J.A.) 72
 Belák S. 139
 Benedek A. 139
 Berde Á. 153
 Berend I. 139
 Berg, P. 61
 Bernal, J. D. 229
 Bernthsen, A. 20
 Berzsenyi-Janosits L. 33, 139
 Besada, W.H. 139
 Beszédes J. 245
 Bethe, H. 176
 Beyer, P. 69, 72
 Bezzegh L. 139
 Bede K. 306, 309
 Bedő Z. 31, 33, 34, 52, 85, 138, 226, 287, 309, 316
 Békési P. 61, 309
 Békésy Gy. (= Georg von Békésy) 262
 Béky A. 139
 Béldi F. 139
 Belhaj, K. 30, 287
 Bencze Gy. 161, 287
 Bencze L. 139
 Bennett, D. J. 287
 Bercsényi M. 306
 Berend T.I. 139, 194, 287
 Berényi D. 61, 139, 153, 288
 Berényi J. 193
 Béres I. 298
 Berthiller, F. 94, 288
 Berzsenyi Z. 30, 33, 41, 80, 81, 139, 288
 Bhatotia, K. 299
 Bibó I. 176
 Birck O. 139
 Birkás M. 19, 231, 236, 288
 Biró F. 165, 288
 Biró T. 246
 Blum, A.L. 280
 Boch E. 139
 Bócsa I. 31, 139
 Bódis J. 134
 Bodnár J. 22
 Boda Zs. 259, 288
 Bódis L. 164, 247, 288, 295, 296
 Bognár S. 139
 Bolyki B. 56
 Bor Zs. 151
 Bordás S. 139
 Boros R. 13
 Bosch, C. 18
 Boucher, J. 39
 Bod P. Á. 78, 288
 Bognár J. 74, 76, 137, 139, 190, 288
 Bokán K. 40, 288, 290
 Bonny, S. 104, 288
 Borhidi A. 274, 288
 Borlaug, N. E. 32, 72, 288
 Borovics A. 83, 117, 288
 Borsiczky I. 54, 288
 Bosello, E. 291
 Botta-Dukát Z. 91, 288
 Bozai J. 139
 Bozó L. 246
 Bozsik A. 50, 289
 Bozsó M. 305
 Bödök Zs. 62, 289
 Böjtös Z. 139
 Bratek, Z. 315
 Brózik S. 139
 Brookes, G. 96, 289
 Brown, L. R. 11, 250, 289
 Bruckner Gy. 262
 Brundtland, G.H. 210, 251
 Bryce, R. 113
 Buckingham, S.D. 66, 289
 Budai Cs. 47, 90, 94, 289

Budai Gy. 73
Budai P. 94, 315
Buleca Cs. 302
Buruks K. 296, 300, 304
Buzás K. 242

C

Callendar, G.S. 268
Canlas, P. 317
Capaldo, J. 107
Carnegie, A. 271
Carson, R. 21, 22, 209, 289
Carwardie, M. 83, 285
Castleden, R. 268, 289
Cavallier, J. 262, 289
Chaetau, J. 291
Chaggar, S. 308
Chaparro-Garcia, A. 287
Charpentier, E. 299
Chavas, J.P. 311
Chefurka, 114
Chen, C. 302
Chikán A. 163
Chilton, M.-D. 57, 231, 289
Chonakov, A.N. 277
Chylinkski, K. 299
Clark, A. 45, 289
Clark, A.C. 229
Clement A. 242
Clinton, B. 21
Coghlan, A. 68, 289
Cohen, D. R. 302
Collier, P. 41, 289
Colwell, J.E. 53, 289
Cong, L. 30, 65, 289
Conlon, B.P. 302
Cornell, E. A. 182
Cox, D. 289
Crews, C. 288
Crispus, C.S. 71
Crick, F. H. 57, 62, 316
Crowder, L. 241, 242, 312
Crutzen, P.J. 117, 289
Curie, M. 129
Curie, P. 129
Curl, R. 114
Czelnai R. 218, 289
Czigány M. 157, 289
Czímber Gy. 137, 139, 289
Czímber K. 288
Cziráki J. 139
Cziráki Sz. 175, 289

Cs

Csaba L. 192, 195, 289
Csáki Cs. 85, 86, 226, 290
Csapody I. 139
Csapody V. 138
Csath M. 77, 108, 167, 181, 289
Csák Z. 13
Csányi V. 59
Cseh B. 198
Cseh E. 300
Cselőtei L. 139
Csepregi P. 139
Cseri, A. 292
Csermely P. 175, 290
Csete L. 226, 227, 228, 290
Csetneki A. 33, 139
Cserhádi S. 28
Csépe V. 308
Csiky L. 62, 290
Csitári G. 55, 290
Csizmazia-Darab J. 139
Csom Gy. 313
Csomós É. 235, 290
Csomós Gy. 290
Csorba Z. 139
Csókás A. 156, 171, 186, 290
Csősz L. 138, 139
Csuka Gy. 163

D

Dall'Asta, C. 288
Dallos-Biro V. 165
Daly, H. E. 250, 290
Daniel L. 139
Daoda Z. 235, 290
Darvas B. 20, 66, 67, 99, 100, 102, 106,
290
Dean, C. 315
Deák T. 85
Debreceni B. 139
DeBach, P. 47, 291
De Beuckeleer, M. 315
de Bruin, K. 291
Defires, R. S. 294
De Greve, H. 307
Deisenhofer, J. 166
Dellink, R. 255, 291
Demes Gy. 54, 291
Derera M. 139
Dezső Gy. 139
Dénes Z. 187, 291
Dér Z. 179

Desouzart, O. 256, 291
Deumling, D. 316
Diamond, J. 14, 259, 279, 291
Di Gléria J. 138
Dimény I. 190
Dinya L. 118, 291
Diófási L. 140
Divéky-Ertsey A. 40, 309
Dobi I. 120, 291
Dobos T. 140
Dobrev, P. 292
Dohnányi E. 151
Dohy J. 76, 140, 291
Dolinka B. 140
Domanovszky S. 152
Dombi M. 118, 119, 120, 291
Domokos (Dorscher) J. 140
Domokos-Szabolcsy É. 292
Dorogi I. 140
Doudna, J. A. 299
Dowswell, C. R. 32, 288
Dóri L. 140
Drake, R. 308
Drummond, M.H. 289
Dublec K. 89, 291
Dudás K. 40, 80, 291
Dudits D. 30, 34, 42, 57, 58, 59, 61, 62, 64, 65,
67, 68, 70, 96, 99, 100, 101, 102, 105, 107,
118, 283, 286, 287, 291, 292, 293, 294, 300,
305, 306, 309, 311, 313
Dux L. 261, 292

E, É

Ecker I. 140
Ehrlich, P. 14, 292
Egerszegi S. 140
Eifert J. 140
Einstein, A. 279
Eke I. 24, 292
Elekes A. 255, 292
Elhavat, N. 292
Elidae, M. 276, 292
El-Ramady, H. 292
Engelman, R. 249, 251, 259, 267, 292
Engels, I. 302
Entz F. 136
Enzsöl E. 288
Eötvös L. 153, 176
Eötvös J. 136
Eperjesi I. 140
Epstein, S. 302
Erasmus (D. Erasmus Roterodamus) 182

Erdei G. 56
Erdei P. 32, 140
Erdélyi K. 140
Ernster L. (= Lars Ernster) 263
Érces K. 140
Érsek T. 292, 314

F

Falusi J. 103, 292
Faragó L. 85
Faragó M. 140
Faragó S. 83, 137, 138, 219, 221, 226, 292
Faragó T. 220, 221, 226, 292
Farkas A. 54
Farkas B. 85, 94, 116, 119, 140, 177, 186, 195,
288, 291, 292, 306
Farkas G. 140
Farkas G. (= Riedel L) 140
Farkas I. 119, 292
Farkas J. 85, 94, 140, 292
Farkas M. 292
Farkas T. 140
Farkas V. 140, 306
Faust M. 140
Fári M. 28, 117, 118, 292, 309
Fáy Á. 114, 123, 293
Fehér A. 61, 102, 137, 277, 291, 293, 300
Fehér Gy. 293
Fehérvári A. 293
Fejérvári G. 148
Fejes A. 290
Fekete G. 290
Fekete Z. 140
Feldman Zs. 37, 52, 53, 293
Feleky B. 176, 177, 293
Felix, C. R. 302
Ferdinánd D. 140
Ferenc pápa (= Jorge Mario Bergoglio) 280
Ferenczy L. 140
Festetics I. 27
Festetics Gy. 27, 135, 154
Fico, R. 109
Filep Gy. 140
Fire, A. 61
Fischer, H. 166
Fischl G. 47, 293
Flavell, A. J. 316
Fleischmann R. 30, 33
Fluerbaey, M. 77, 293
Folke, C. 258, 293
Fonfara, I. 299
Forgács Cs. 85

Forgács T. 54, 56, 299
Fótos J. (Kádár K.) 140
Franken, Y. J. 285
Frech M. 156, 293
Frenyó V. 140
Friedler F. 165
Friedrich P. 140
Freund T. 293
Fromm E. 259, 277, 293
Führer E. 226, 288
Fulbright, J.W. 183
Fukao, T. 317
Füleki Gy. 19, 293
Fülöp S. 254

G, Gy

Gabriel, S. 109, 130
Gandhi, M. 279
Garay A. 140
Garayné Szilvay M. 140
Gazdag L. 77
Gayer J. 242
Gábor D. 262
Gábor T. 242
Gáborjányi R. 232, 293, 314
Gábrriel G. 24, 43, 293
Gács I. 312
Gál J. 140
Gál M. 316
Garay R. 309
Garnett, T. 312
Garwood, J. 23, 293
Gecséné Tar I. 317
Géczi J. 254, 255, 278, 293
Gelei J. 261
Gelencsér A. 81, 155, 228, 254, 255, 266, 269,
270, 271, 293
Gelencsér É. 85
Gergácz J. 140
Gergely J. 140
Gerse K. 123
Gesztelyi F. 140
G. Fekete É. 85
Gheyse, G. 301
Ghislain, M. 301
Gilbert, W. 61
Gimes J. 71, 293
Gimesi A. 23
Givens, D.I. 311
Glatz F. 51, 150, 151, 152, 168, 174, 187, 215,
223, 245, 274, 293, 294, 296, 300, 302
Glits M. 317

Glover, L.A. 61, 62
Godall, A. H. 173, 174, 294
Godfray, H.C. 312
Godw, I. 46, 294
Gonda M. 141
Gondola I. 140
Gollin, D. 312
Goodman, R. N. 19, 294
Gordon, M.P. 289
Göncz Á. 212
Graziano da Silva, J. 45
Grábner E. 28
Gráczol G. 140
Gránicz Gy. 140
Gruber F. 141
Gribbin, J. 129, 294
Gribek D. 54, 55, 294
G. Tóth M. 138
Gubicza J-né 141
Gulyás A. 138
Gulyás B. 167
Gundel J. 67, 97, 98, 103, 294
Güth, E. 42, 44, 294
Gyeraj A. 48, 312
Gyöngyösi B. 181, 294
Györfi J. 141
Györfy B. 23, 53, 141, 288, 294
Györgyey J. 42, 58, 59, 70, 96, 99, 100, 292, 311
Györgyi F. 292
Györi D. 141
Györi Z. 85
Gyulai I. 254
Gyulavári O. 133
Gyuricza Cs. 138, 292

H

Haber, F. 18
Habib, N. 289
Hadi G. 304
Hadlaczky Gy. 34, 141, 294
Hafez, Y.M. 300
Hails, C. 215, 294
Hajdú F. 141
Hajnal I. 152
Hajós A. 150
Hajtun Gy. 234, 294
Halas, N. 224
Halász T. 141
Halmi P. 255, 292
Hammer T. 308
Hamza G. 51, 156, 157, 168, 294
Hanauer, S. 44

- Hansen, M. C. 41, 294
 Hanson, A. A. 14, 17, 311
 Haracsi R. 138
 Harangi-Rákos M. 283, 309
 Hargitai L. 141
 Hargitai T. 141
 Hargittai B. 294
 Hargittai I. 62, 137, 149, 176, 261, 262, 263, 295
 Hargittai M. 137, 149, 262, 263
 Harkányi K. 226
 Harsányi G. 262
 Hári K. 314
 Harnos N. 301
 Harnos Zs. 141, 226, 307
 Harrach B. 92, 295
 Hartnell, G.F. 311
 Hauer, M. 299
 Hauser, J. 138
 Hausz M. 141
 Haworth, N. 261, 262
 Hay D. 304
 Hámori Z. 317
 Hárfás Zs. 128
 Hárs T. 44
 Heap, B. 295
 Heinberg, R. 118, 295
 Heisele P. 245, 295
 Helmeczi B. 141
 Helyes L. 138
 Hemingway G. 205, 295
 Herceg F. 151
 Herczeg M. 141
 Hernalsteens, J.P. 307
 Herneckzi I. 141
 Herpay I. 141
 Hersbach, D. 70
 Hershko, A. 62
 Hench, P.S. 262
 Heszky L. 34, 36, 41, 59, 67, 73, 96, 97, 99, 100, 104, 105, 292, 295, 296
 Hetesi Zs. 254
 Hevesy Gy. (= Georg de Hevesy) 262
 Heuer, S. 317
 Hidvégi L. 141
 Hiller I. 141
 Hincliffe, E. 308
 Hinfner K. 141
 Hoffmann I. 246
 Hoffmann S. 290
 Höfte, H. 315
 Holenda B. 135
 Hollande, F. 218
 Holley, R.W. 61
 Holmgreen, G. 261
 Holló J. 141
 Hollósi Sz. 141
 Holly L. 141, 296
 Hóman B. 151, 152, 153, 261
 Homer-Dixon, T. F. 259, 296
 Homonnay F. 141
 Hopkin, M. 101, 296
 Horn M. 138
 Horn P. 15, 41, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 85, 98, 116, 226, 244, 296, 310
 Hornok L. 138, 160, 296
 Hornyák M. 33, 296
 Horthy M. 151
 Hortobágyi T. 141
 Horváth A. 296
 Horváth E. 85
 Horváth J. 1, 3, 4, 11, 19, 28, 37, 51, 61, 85, 137, 141, 153, 154, 156, 179, 187, 212, 244, 247, 259, 263, 275, 289, 296, 297, 298, 299, 306, 307, 308, 311
 Horváth K. 289
 Horváth L.Cs. 141
 Horváth S. 141
 Horváthné Baracsi É. 300
 Horváthné Tóth I. 235, 298
 Howard, A. 39
 Howells, R. M. 308
 Hsu, P.D. 289
 Hubai K. E. 308
 Huber R. 166
 Hughes, D. E. 302
 Humboldt, A. von 260
 Humboldt, W. von 260
 Hunnus I. 261, 298
 Hunyadi K. 23, 141, 298
 Húsvéth F. 306
 Husz B. 138
 Huszthy B. 53, 82, 298
 Huszti J. 150, 298
 Hutter M. 169, 298
 Huzián L. 137, 141, 298

I

- Igmándy Z. 141
 Ijjas I. 123
 Illés G. 115, 141, 143, 267, 288, 298
 Illés J. 298
 Illés T. 141
 Ilonka M. 44, 298

Inczédy P. 44, 59, 298
Inotai A. 298
Ipolyi A. 152
Ismail, A. 317
I'so I.V. 141
Iván J. 141
Izsák L. 148, 298

J

Jablánczy S. 141
Jacob, F. 61
Jakatics Á. 179
Jakucs P. 142
Jankovich B. 148
Jarett, R. 301
János Pál II. (= Wojtila, K.J.) 72
Jánossy A. 33, 36, 142
Járainé Komlódi M. 142
Járányi Gy. 142
Jávora A. 313
Jávorka S. 138
Jeanplong J. 142
Jedlik Á. 132, 133, 135
Jenkins, M. 316
Jennings, R.C. 287
Jensens, S. 315
Jenser G. 142
Jermy T. 47, 50, 142, 298
Jeszenszky Á. 138
Jiang, W. 289
Jinek, M. 65, 299
Jobbágy P. 115, 116, 299
Johnson, L.B. 249
Jókai A. 150, 299
Jolánkai M. 53, 82, 138, 226, 275, 299
Jones, H. 278
Jones, M. 302
Jordán L. 50, 84, 299
Jóri J. I. 238, 299
Josepovits Gy. 22, 23, 142, 299
Jowit, J. 278
Józsa J. 246
Józsa L. 142
Juhász A. L. 48, 299
Juncker, C.-J. 109
Jung A. 299

K

Kadocsa Gy. 138
Kádár I. 18, 299
Kajdi F. 103, 138, 299
Kálmán L. 313

Kalmár S. 54, 237, 299
Kamarás I. 255, 278, 293
Kamoun, S. 287
Kapás S. 30, 31, 142, 299
Kapos, V. 316
Kaprinnyák T. 292
Kapronczai I. 85
Kaptás T. 142
Kapeller K. 172
Kardeván P. 53, 299
Karinthy F. 312
Karrer, P. 261, 262
Katona T. 127
Katonáné Kovács J. 250, 312
Kaszab Z. 142
Kazinczi G. 23, 91, 298, 299
Káldy J. 142
Kálmán T. 176
Kármán T. 262
Kárpáti I. 142
Kárpáti Z. 142
Kecskés M. 142
Kecskés S. 142
Keiner, M. 250, 299
Keller O. 138
Kemenessy E. 138
Kemény J. (= John G. Kemeny) 262
Kempis T. (= Hamerken, T.) 137
Kendall, E. C. 262
Kennedy, J.F. 21
Kennedy, M. J. 308
Kerekes S. 254, 302
Kerepesi K. 54, 56, 299
Keresztes B. 142
Keresztes K. S. 212
Keresztény B. 142
Ketterle, W. 62, 182
Keszler P. 77, 299
Keve A. 142
Kékes Szabó M. 149, 299
Khatodia, S. 65, 254, 299
Khuen-Héderváry K. 148
Khorona, H. G. 61
Khurana, S. M. P. 299
Kilcher, L. 42, 317
Király L. 142
Király, Z. 11, 19, 21, 23, 51, 232, 283, 293, 294,
300
Kisfalusi F. (Ahatova Tatjana) 142
Kismányoki T. 52, 300
Kis M.Zs. 247
Kiss Á. 142

- Kiss I. 142
 Kiss J. 85, 138, 287, 295, 299
 Kiss E. 142, 277, 287, 295
 Kiss K. 25, 300
 Kiszelly Z. 171, 300
 Klebelsberg K. 8, 148, 149, 150, 151, 152, 153,
 260, 261, 263, 293, 298, 299, 300, 301, 306,
 308, 315
 Klein Gy. (= G. Klein) 262, 263, 300
 Klement Z. 23, 142, 300
 Klimes-Szmik A. 142
 Klinghammer I. 51, 153, 156, 159, 171, 173,
 290, 300
 Klumper, W. 59, 300
 Koch Gy. 142
 Koch S. 158, 159, 300
 Kodály Z. 151, 262, 263
 Kocsis L. 255, 300
 Kocsis P. 138
 Kocsis Z. 151
 Kocsiné Molnár G. 300
 Koczor S. 314
 Kofi Atta Annan 242
 Kohout Z. 234, 235, 238, 300
 Kolbai K. 142
 Koleda I. 142
 Kollányi (Kollárovits) L. 142
 Koltay Á. 142
 Koltay Gy. 142
 Komlósi Cs.A. 142
 Komlóssy Gy. 142
 Komoróczy R. 142
 Koncsos L. 242
 Kondorosi Á. 142
 Koncz C. 311
 Koncz Cs. 61, 138, 300
 Konnikova M. 60, 300
 Koósné 174, 285
 Koósné Török E. 174, 285
 Kortén, D.C. 259, 300
 Kopeczki F. 143
 Koppányi T. 143
 Korányi S. 151
 Kornberg, R.D. 62
 Kosáry D. 143
 Kosztolányi A. 236
 Kosztyán Zs.T. 153
 Kovács A. 143
 Kovács E. 293
 Kovács F. 85, 128, 300, 301
 Kovács G. 143
 Kovács I. 33, 143
 Kovács J. 143, 300, 301, 312
 Kovács K. 143
 Kovács M. 82, 85, 93, 94, 143, 301, 305, 310,
 313
 Kovács N. 305
 Kovács-Szabó B. 42, 44, 294
 Kováts-Németh M. 228, 301
 Kováts Z. 143
 Kozák A. 98, 301
 Kozár F. 143
 Kozák J. 301
 Kozma E. 292
 Kozma P. 143
 Kőhalmi T. 143
 Költös G. 143
 Kökény M. 290
 Kőrösi I. 192, 301
 Kőszegi B. 31, 301
 Kőrös L. (Balog S.) 143
 Kőrösmezei G. 143
 Kralovánzsky U. P. 28, 292
 Krenze, J.F. 301
 Kreybig L. 138
 Kriston É. 305
 Krizbai L. 305
 Kroto, H.W. 114
 Kuhn, S. T. 276, 301
 Kujáni K. 43, 301
 Kun A. 45, 301
 Kurnik E. 143
 Künstler, A. 300
 Kuroli G. 50, 137, 143, 301
 Kurucz E. 292, 293
 Kurucz Gy. 293
 Kuslits Sz. 217, 301
 Kutasi S. 234, 312
 Kuthi Á. 280, 301
 Kuthy S. 143
 Kuzma J. 66, 301
 Kühn J. 22
 Kvassay J. 245
 Kyndt, T. 58, 301

L

- Laczay P. 90, 94, 301
 Ladányi A. 149, 301
 Lakatos A. 143
 Lakatos M. 82, 301
 Lakner Z. 309
 Landolt P. 314
 Langenbach J. 72, 301
 Lanzi, E. 291

Latkovics Gy. 143
Latour, B. 276, 301
Lazarides, L. 302
Laws, B. 30, 301
Láng G. 143
Láng I. 52, 115, 209, 212, 213, 215, 223, 228,
250, 254, 275, 290, 302
Láng L. 52, 287, 309
Lángné Molnár M. 309
Langridge, P. 101, 314
Lantos Zs. 244, 301
Lányi A. 51, 251, 254, 302, 310
László E. 15, 41, 76, 196, 198, 212, 213, 214,
229, 251, 252, 259, 279, 302, 313
László J. 313
Lázár D. 123, 302, 308
Lázár F. 302
Lázár S. (= Stefan Lazar) 129
Leach, M. 251, 260, 302
Ledo F. 48, 302
Lee, L. J. 100, 302
Lee, Y.T. 70
Leemans, J. 315
Leggett, J. 62, 114, 266, 302
Legler G. 290
Lehoczky J. 143
Lehoczky-Krsjak Sz. 305
Lelley J. 30, 31, 32, 143, 302
Lemaire, R. 39
Lemmens, M. 305
Lencse T. 138
Lengyel E. 308
Leopold A. 302
Lewis, K. 232, 302
Lewitt, T. 302
Liebig, J., von 11, 17, 18, 302
Ligetiné (Nechay E.) 226
Ligetvári F. 226, 242
Liker A. 255, 302
Linares, A.C. 316
Lindhal, T. 61
Ling, L.L. 232, 302
Lin, Q. 289, 301
Lin, S. 289
Loch J. 18, 303
Loh, J. 316
Lomborg, B. 216, 303
Lönhárd M. 28, 303
Lorenz, K. 166, 249, 303
Lovász L. 51, 66, 151, 156, 169, 181, 226, 245,
246, 303, 311
Lövei G. 67, 290

Lovelock, J. E. 274, 303
Löwer, Ch. 131, 303
Lugasi A. 88, 303
Lukács G.S. 115, 128, 303
Lukács L. 148
Lusser, M. 101, 118, 303
L'vovich, M. 239
Lwoff, A. 61
Lynas, M. 99, 303

M

Macardle, M. 17, 21, 27, 34, 304
MacDonald, M. 98, 304
Mackill, D. J. 317
Macrae, N. 17, 177
Madách I. 281
Mados (Kotzmann) L. 143
Maekawa, T. 232, 304
Magda R. 309
Magda S. 156, 304
Magassy L. 143
Maghirang-Rodriguez, R. 317
Magyar D. 308
Magyar J. 143
Mahunka S. 143
Majer A. 136, 143, 304
Major Gy. 226
Makai P. 278
Makai S. 299
Makay Gy. 116, 304
Makó A. 55, 304
Makó Sz. 143
Makovecz B. 21
Makovecz I. 151
Malatinszky Cs. 44
Maliga P. 143
Malthus, T.R. 13, 265
Manzo, A. 307
Manninger G.A. 143
Manninger I. 143
Maraffini, L.A. 289
Marczinka T. 247
Maróti M. 143
Markó L. 151, 304
Markovszky Gy. 51, 156, 304
Marmoy, C. J. 23, 314
Martin B. 144
Martin D. 61, 63, 304
Martinetti, G. 5, 269, 277, 304
Marton K. 33, 137, 304
Marton L. Cs. 304
Maruzsa Z. 51, 304

- Marx Gy. 137, 262, 263, 304
 Mason-D'Croz, D. 312
 Mastalirné Zádor M. 137, 304
 Mathijs, E. 285
 Matolcsy Gy. 22, 23, 144, 304
 Matura T. 163, 304
 Matuz J. 31, 34, 292, 305
 Mayer E. 293
 Mayer, J. 13
 Márai G. 90, 93, 305
 Márton A. 283
 Mátyás Cs. 226, 288
 Mátyás V. 144
 Mándy Gy. 144
 Mária Terézia 135
 Márk G. 144
 Márkus F. 144
 Márton A. 283
 Máthé I. 144
 Mázsár M. 94, 305
 McClintock, B. 34
 McNeill, J. R. 57, 113, 127, 129, 196, 203, 233,
 234, 240, 241, 266, 270, 271, 272, 273, 305
 Meadows, D.H. 211, 216, 249, 250, 259, 269,
 305
 Meadows, D.L. 201, 249
 Megyeri M. 306, 309
 Melchet, P. 305
 Melika G. 47, 305
 Melika, C. 61
 Mendel, J. (= Mendel, G. J.) 27
 Mendlik G. 144
 Merlo, D.J. 289
 Meskó A. 212, 213
 Mesterházi P. Á. 307
 Mesterházy Á. 33, 34, 92, 93, 138, 305
 Mezei B. 164
 Mészáros E. 51, 80, 156, 269, 270, 271, 274,
 281, 305, 306, 313
 Mészáros Cs. 123, 124
 Mészáros J. 85
 Mészáros K. 144
 Mészáros P. 44
 Mészáros S. 306
 Mészöly Gy. 144
 Mézes M. 94, 138, 306
 Michel, Á. 166
 Mihály B. 91, 288
 Mihályi F. 144
 Mika J. 82, 306
 Miklós P. 149, 150, 153, 306
 Mikó P. 46, 306, 309
 Milics G. 53, 55, 56, 306, 309
 Milinkó I. 144
 Millardet, P.N. 22
 Miller, H. I. 40, 306
 Millett, W. P. 302
 Minker E. 153, 306
 Mirkó L. 144
 Mitscherlich, E.A. 18
 Mitterpacher L. 135, 136
 Móczár J. 170, 306
 Modrich, P. 61
 Mohácsi M. 138
 Mohácsiné Farkas Cs. 292
 Mokra M. 54, 306
 Mokry S. 30
 Molnár Cs. 67, 103, 180, 306
 Molnár S. 144
 Molnár Zs. 314
 Molser, A.R. 289
 Monfreda, C. 316
 Montagu, M. van 57, 231, 232
 Monod, J. 61
 Montoya, A. L. 289
 Moór A. 144
 Moore, K.D. 277, 278, 306
 Mosonyi E. 122
 Moss, R. W. 261, 306
 Mörtl M. 290
 Mudich A. 144
 Mueller, A. 302
 Mullis, K. B. 61
 Müller Gy. (= G. Müller) 14
 Müller M. 28, 39, 144, 306
 Müller, P.H. 20
 Muys, B. 285
 Myers, N. 316
- N**
- Nathans, D. 29, 61, 95
 Nagyváthy J. 135
 Nagy B. 85, 92, 94, 123, 144, 306
 Nagy A. M. 306
 Nagy A. V. 292
 Nagy Gy. 144
 Nagy B. 306
 Nagy J. 306, 313
 Nagy M. 85
 Nagy S. 299
 Nagy Sz. T. 255, 306
 Nagy Zs. 144
 Naik, G. 59, 96, 231, 232, 306
 Nábrádi A. 156, 306

Nádasy B. 283
Nádasy M. 50, 144, 306
Náfrádi I. 144
Náray-Szabó G. 108
Nechay O. 144
Nehru (Dzsaváharlál) J. 38
Nekrasov, V. 287
Nelson, M.P. 277, 278, 306
Nemcová Y. 308
Nemky E. 144
Némedi D. 276, 307
Neményi M. 53, 138, 226, 306, 307
Nemere I. 135, 306
Nemes Cs. 292
Németh A. 137, 138, 307
Németh Gy. 75, 193, 307
Németh J. 33, 144
Németh M. 144
Németh T. 18, 19, 20, 50, 53, 85, 123, 226,
237, 307, 308, 315
Nester, E. W. 289
Neumann, J. von 17, 176, 262
Neumann Whitman, M. von 137, 176, 262,
307
Neuwirth, J. 144
Ngim, J. 100, 302
Nicolia, A. 97, 307
Nierenberg, D. 256, 257, 307
Nierenberg, M.W. 61
Nitti, A. G. 302
Nixon R.M. 176
Nobel, A. 62
Norgaard, R. 316
Nosticzius A. 18, 144, 303
Novák R. 91, 299, 302
Nováky B. 114, 125, 242, 244, 254, 269, 293,
307
Nováky E., 254, 307
Nutter, R. 289

Ny

Nyárai H. F. 292
Nyárs L. 309
Nyéki J. 144, 227, 290
Nyerges, K. 298
Nyujtó F. 144

O

Obermayer E. 138
Okályi I. 144
Oláh Gy. 175
Oláh Z. 159, 307

Olgyay M. 144
Ormos M. 156
Ostorics L. 287
Osváth Zs. 138
Oszvald M. 99, 313
Otten, L. 231, 307

P

Padisák J. 255, 308
Pagony H. 144
Paine, J. A. 70, 308
Pais I. 144
Pálincás J. 51, 62, 85, 151, 168, 179, 180, 181,
186, 223, 242, 263, 308
Palkovics L. 51, 138, 171, 172, 308
Pallay (Plauder) N. 144
Palló G. 148, 308
Pálmai O. 19, 238, 307, 308
Palmer, W. C. 308
Palugyai I. 61, 62, 181, 308
Pankotai (Iby) G. 144
Pap E. 33, 55, 233, 308
Papp E. 145
Parisi, C. 65, 303, 308
Parrado, R. 291
Passricha, N. 299
Patkós I. 51, 156, 308
Paul, K. 229, 261, 262, 292
Pál Gy. 145, 180
Pál L. 191, 306
Pál T. 308
Pálfy J. 261
Pántos Gy. 145
Pásztor K. 145
Páter K. 145
Peccei, A. 210, 211
Pecze Zs. 307
Peczник J. 145
Pekáry K. 145
Penyigey D. 145
Pénzes A. 138
Pénzes B. 314
Peoples, A. J. 302
Pepó P. 19, 138, 307, 308, 315
Persányi M. 210, 308
Pető K. 309
Petrasovics I. 145
Petro E. 145
Pintér J. 304
Pintér L. 145
Plan, D. 303
Pócsa T. 129

Pocsai E. 298
Podgorski I.I. 92, 295
Podhradszky J. 145
Pogácsás Gy. 145
Polányi J.C. (= Polanyi J.) 70
Polhammer E. 145
Polgár A. L. 47, 67, 308, 314
Polgár S. 145,
Pollack A. 97, 308
Pölöskei F. 298
Pólya V. 293
Pongrácz L. 115, 121, 308
Ponyi J. 145
Popp J. 4, 85, 98, 100, 101, 103, 114, 116, 117,
118, 183, 217, 283, 309
Porpáczy A. 145
Potrykus, I. 69, 70, 72
Pőr Cs. 137, 309
Pörneczy A. 55, 309
Porter, J.R. 81, 317
Postel, S. 240, 244, 247, 309
Potori N. 309
Pozsár B. 145
Pozsik L. 28, 312
Priszter Sz. 145
Prentice, E. P. 13, 309
Probocskai E. 145
Proksza P. 61, 309
Puskás J. 202, 309
Pusztai Á. 40, 67, 287, 309

Q

Qaim, M. 59, 300
Quispe, D. 301

R

Radics L. 40, 287, 292, 307, 309, 314
Radnóczy F. 145
Radócné Kocsis T. 309
Ragasits I. 145
Rainiss L. 23, 145
Rajki S. 31, 145
Rakszegi M. 45, 287, 306, 309
Randers, J. 216, 305, 316
Ran, F.A. 289
Ravasz L. 152, 309
Rác M. 310
Rády S. 145
Rechnitzer J. 85
Reich Gy. 242
Reichart G. 145
Reichstein, T. 261, 262

Reid, L.M. 305
Reinhath, C. 265, 310
Reisinger P. 82, 288, 299, 310
Reiter, P. 251, 310
Reményi K. 128, 228, 269, 310
Renner M. 203, 205, 310
Repa I. 82, 310
Reynaerts, A. 315
Rédei P.Gy. 145
Réthy B. 145
Révy D. 145
Ridley, M. 41, 45, 63, 113, 118, 121, 265, 266,
267, 279, 310
Roberts, R.J. 61
Robinson, S. 312
Rodriguez-Cerezo, E. 303, 308
Rogoff, K. 265, 310
Róka A. 251, 310
Roller K. 145
Rolston H. 310
Romer, P. 189
Romsics I. 148, 151, 189, 191, 298, 310
Romvári R. 120, 310
Ronald, P. C. 39, 40, 46, 310, 317
Roosevelt, Th. 249
Rosellini, D. 307
Roska T. 159, 310
Rosta I. 120, 211, 261, 310
Roszik P. 40, 42, 43, 44, 59, 67, 311
Ruzsányi L. 145
Ruzsbaczký Z. 66, 169, 195, 311
Rymer, C. 99, 311

S

Salánki J. 145
Sali E. 145
Sancar, A. 61
Sanger, F. 61
Salmon, S. C. 14, 17, 311
Sarkadi J. 19, 145, 311
Sass L. 292
Sass P. 145
Sági F. 145
Sági K. 57, 137, 145, 287, 293, 294, 311,
313
Sági L. 57, 287, 293, 294, 313
Sándor A. 283
Sáray T. 317
Sárdi J. 145
Sáringer Gy. 145
Sárközy P. 40, 311
Sárvári I. 145

- Schäberle, T. F. 302
 Schell, J. 57, 231, 307, 311, 317
 Schieder, O. 307
 Schmidt G. 145
 Schrödinger, E. 166
 Schulz, N. B. 316
 Schumacher, E. F. 249, 311
 Schwarz, H. 157
 Schweitzer, A. 279
 Sciaky, D. 289
 Scuse, M.T. 105
 Sedlmayer K. 145
 Seléndy Sz. 39, 40, 42, 43, 311
 Selley F. 34, 311
 Serageldin, I. 259, 311
 Seregi Gy. 159, 170, 311
 Sharp, Ph. A. 61
 Shi, G. 103, 311
 Shipton, C. A. 308
 Siflis A. 54, 311
 Silverstone, A. L. 308
 Singern, A. 257, 258, 312
 Singh, V. P. 285
 Simonffy Z. 242
 Simonné Kiss I. 146
 Simonyi K. 146
 Sipke B. 293
 Sipos G. 146
 Siró I. 87, 90, 94, 95, 287
 Siroki Z. 146
 Sisák I. 55, 312
 Sklodowska, M. (= Curie, M.) 129
 Smahó M. 85
 Smalley, R.E. 114, 312
 Smil, V. 176, 312
 Smith, H.O. 29, 61, 95
 Smith, K.A. 289
 Sohlberg, R. 294
 Sohns, A. 241, 242, 312
 Solymosy F. 146
 Solti L. 85
 Somai M. 76, 77, 85, 192, 312
 Somfai B. 72
 Somkuti E. 146
 Somogyi Á. 85
 Somos A. 146
 Soó R. 146, 151
 Sopp L. 146
 Sóttonyi L. 146
 Somlyódi L. 242, 244, 312
 Spence, A.M. 193
 Spitkó T. 33, 304
 Springmann, M. 81, 312
 Spring, U. O. 312
 Stanhill, G. 42, 312
 Steadman, V. A. 302
 Steynhouse, J. 20
 Stefanovits P. 146, 231
 Steiner, R. 39
 Steinmeier, F.-W. 109, 208
 Stenger-Kovács Cs. 308
 Stépán Zs. 307
 Stiegert, K. 311
 Stiglitz, J. 193
 Straub, F.B. 146, 262
 Straub, J. 307
 Suszter G. 313
 Sutka J. 146
 Surányi J. 138
 Sváb J. 146
 Swaminathan, M.S. 32, 223
 Sweitzer F. 226
 Swift, J. 13, 312
 Syed, N. H. 316
- Sz**
- Szabó A. 78, 312
 Szabó B. 305
 Szabó G. 51, 156, 250, 312
 Szabó M. 146
 Szabó N. 234
 Szabó-Hevér A. 305
 Szabó T. A. 28, 312
 Szabolcs A. 146
 Szabolcs I. 146
 Szabolcs J. 146
 Szalai S. 120, 146, 312
 Szalai I. 146
 Szalay B. 287
 Szalay Gy. 146
 Szalay-Marzsó L. 146
 Szalkai G. 48, 312
 Szalmási S. (Dongó I.) 146
 Szalma P. 146
 Szamák I. 146
 Szanyi M. 190, 193, 301, 310, 312
 Szappanos A. 146
 Szarka L. 114, 123, 222, 231, 274, 312, 313
 Szarukán I. 314
 Szatala Ö. 23, 146
 Szász G. 137, 226, 313
 Szászi E. 44
 Szederjei Á. 146

Szegi J. 146
 Szerdahelyi P. 85
 Szeitzné Szabó M. 85, 87, 90, 91, 93, 94, 95, 99,
 292, 313
 Széchenyi I. 153
 Székács A. 290
 Székács E. 30
 Székelyné Sipos K. 313
 Szekeres B. 313
 Szekfű Gy. 152
 Szelényi F. 146
 Szelényi G. 146
 Szelényi L. 36
 Széll E. 34, 146, 148, 313
 Széll K. 148
 Széll S. 313
 Szendrő P. 175, 289
 Szendrey I. 146
 Szent-Györgyi A. 138, 158, 184, 261, 262, 263,
 292, 298, 306, 313, 314, 315
 Szentgyörgyi L. 146
 Szepesi I. 287
 Szepesi L. 146
 Szepessy I. 24, 146, 313
 Szépszó G. 82, 313
 Szépvölgyi J. 228, 313
 Szeredi I. 122, 123, 313
 Szerencsés K. 298
 Szigeti I. 146
 Szigeti T. J. 99, 102, 313
 Sziklai O. 147
 Szilárd L. 176, 262
 Szilvai L. 30
 Szirmai J. 147
 Szirmai V. 226
 Szita K. 133
 Szirmai P. 96, 313
 Szlávik J. 51, 77, 212, 313
 Szmolka A. 92, 306
 Szodfridt I. 147
 Szolcsányi E. 283
 Szócs G. 50, 313
 Szólláth I. 314
 Szontagh P. 147
 Szökő Gy. 147
 Szöllősi-Nagy A. 240, 246
 Szörényiné Kukorelli I. 85
 Szundi T. 33
 Szunics, L. 315
 Szücs I. 51, 78, 85, 313, 315
 Szücs L. 147
 Szücs P. 246

T

Taffertshofer, B. 157, 313
 Takács A. 147
 Tamás 99, 236, 293
 Tamás I. 313
 Tamás J. 246
 Tamás R. 293
 Tamás T. 99, 313
 Tamássy I. 147
 Tanka E. 45, 76, 93, 236, 305, 314
 Tarczali G. 187, 314
 Tar K. 312
 Tasiné Csúcs I. 261, 314
 Taster, M. 314
 Tánczos B. 308
 Teichmann V. 138
 Teleki P. 151
 Teller E. 151, 176, 262
 Templeman, W. G. 23, 314
 Teplán I. 226
 Terényi S. 22, 138
 Terpó A. 147
 Tétényi P. 147
 Tihanyi Z. 147
 Tikász I. E. 103, 314
 Tillie, P. 308
 Tischner, T. 315
 Tisza I. 148
 Toldiné Tóth É. 305
 Tomcsányi A. 147
 Tompa K. 147
 Török A. 171, 174, 214, 285, 292, 314
 Török Á. 163
 Török K. 292, 314
 Tóth A. 114, 125, 126, 293
 Tóth B. 147, 305
 Tóth E. 147
 Tóth L.F. 269
 Tóth L.L. 45, 106, 314
 Tóth M. 47, 50, 147, 298, 313, 314
 Tóth Z. 147,
 Tóthné Lippai E. 24, 43, 293
 Tóthová, M. 314
 Tóth P. 312, 314
 Tóth T. 293
 Touchy, H. 317
 Townshed, J. R. G. 294
 Trájer A. J. 308
 Tremmel-Bede K. 306
 Trudeau, J. 110
 Tuba Z. 147
 Turóczi Gy. 47, 314, 315

Tusk, D. 109
Tuskó L. 147
Tuteja, N. 299
Tyndall, J. 268

U, Ü

Ubrizsy G. 23, 147
Udovecz G. 85
Uhrin, A. 316
Ujj Mészáros K. 147
Újszászi I. 261, 315
Ujvárosi M. 23, 147
Ujváry G. 148, 149, 150, 151, 315
Unglesbee, E. 58, 315
Urbán A. 298
Urbányi J. 147
Uzsonyi F. 138
Ürge-Vorsatz D. 217, 219

V

Vadász A. 247
Vadász G. 287
Vaeck, M. 100, 315
Vajda T. 262, 315
Vajda Gy. 118, 315
Vajna, L. 47, 315
Val Giddings, L. 46
Valkó B. 73, 103, 315
Vankova, R. 292
van Larebeke, N. 317
Van Montagu, M. 231, 307, 315
Váradí J. 78, 124, 307, 315
Várallyay Gy. 19, 50, 125, 138, 147, 226, 311,
315
Varga E. 103, 305, 314
Varga B. 255, 315
Varga Gy. 147
Varga J. 85, 147, 305
Varga M. 305
Varjas B. 302
Varjas L. 298
Várnagy L. 90, 94, 315
Vas K. 147
Vass I. 292
Vass M. 308
Vágó M. 147
Várhelyi I. 147
Váry A. 150
Vázonyi O. 177, 315
Vecsey T. 147
Veisz O. 34, 138, 226, 255, 287, 301, 315, 316
Velkei T. 198, 280, 315, 316

Venetianer P. 58, 60, 61, 65, 67, 71, 232, 316
Veress J. 191, 192, 193, 307, 308, 316
Vernon, G. 308
Veronesi, F. 307
Verő J. 147
Vershot, L. 285
Vetőné Mózner Zs. 79, 316
Vezekényi E. 147
Végh Gy. 147
Véha A. 185
Vida G. 114, 116, 119, 127, 212, 214, 226, 228,
254, 259, 270, 279, 316
Vida Gy. 34, 287
Villax Ö. 138
Vinczeffy I. 147
Viniczai S. 235, 316
Vitányi I. 314
Vizi E. Sz. 51, 151, 316
Vladár E. 138
Vlek, C. 316
V. Németh M. 147
Voigt E. 314
Vörös I. 314
Vörös E. 287, 314
Vörös J. 147

W

Wackernagel, M. 212, 316
Wagner, R. 287
Walford, C. 13, 316
Walleshausen Gy. 137, 147, 316
Walter, N. 70, 316
Waltz, E. 65, 316
Wang, Z. 316
Wassmann, R. 144
Watson, J. D. 57, 62, 316
Weber, M. 276, 316
Weindling, R. 233, 317
Wekerle S. 148
Wekerle Sz. 173, 317
Wellmann, I. 148
Westsik V. 138
Weber P. 247
White, G.F. 329
Wiedemann T. 196, 316
Wieman, C. 182
Wigner, J. 176, 262
Willer, H. 42, 317
Winiwarter, W. 289
Winkler, O. 148
Wintermanter, H. 182
Wood, K. R. 294

Woodwart, A. 81, 317
Wright, S. Y. 308
Wu, X. 289

X

Xu Kenong 69, 317
Xu Xia 317

Z, Zs

Zabeau, M. 315
Zaenen, I. 231, 317
Zalainé Kovács É. 301, 317

Zanathy G. 148
Zatykó F. 148
Zeidler, O. 20
Zichy J. 148
Ziegler, J. 116
Zhai, H. 301
Zhang, F. 289
Zólyomi B. 148
Zullo, A. M. 302
Zsidi V. 137, 293, 309
Zsoár K. 148
Zsoldos F. 148

