

//////////////////////////////////TUDOMÁNYOS CIKK//////////////////////////////////

A technológiai fejlődés hozzájárulása a fenntarthatósághoz az agrárgazdaságban

TAKÁCSNÉ GYÖRGY KATALIN

Kulcsszavak: technológiai fejlődés, digitalizáció, precíziós technológiák, környezeti fenntarthatóság

JEL-kód: Q01, Q2

ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Az élelmezésbiztonság és élelmiszer-biztonság számos kihívást támaszt a mezőgazdasági termeléssel szemben, amelyekre a technológiai fejlődés mellett szükséges az adaptációs képesség és készség. A humán tényező szerepe a technológiai tudáson messze túlmutat, a fogyasztói szokások, a társadalmi értékrend és változásuk, a társadalmi innovációk is a fenntarthatóságot kell, hogy szolgálják. A mezőgazdasági termelés során a technológiák adott rendszer ismeretén alapuló helyes alkalmazása, megfelelő termelői stratégia kialakítása elengedhetetlen feltétel az üzemi szintű (gazdasági) fenntartható működésnek, de a fejlődés napjainkban elképzelhetetlen az agrárdigitalizáció, a klímaorientált okos mezőgazdaság megoldásainak adaptálása nélkül. A lokális gazdaság képezi az alapját az élhető helyi közösségek (társadalmi fenntarthatóság) fejlődésének, aminek szorosan együtt kell járnia a tágabb értelemben vett környezeti fenntartható fejlődéssel.

A tanulmány a fenti elméleti összefüggésrendszert járja körül szakirodalom alapján, hangsúlyt fektetve az agrárdigitalizáció mentén a Mezőgazdaság 4.0, a klímaorientált okos mezőgazdaság (CSA) kérdésekre. A szakirodalom szintézise alapján a legfontosabb megállapítás, hogy paradigmaváltásra van szükség a korábbi növekedéscentrikus és fogyasztásösztönző gondolkodáshoz képest az élet minden területén. Az innováció iránya mind társadalmi, mind gazdasági szempontból a korlátozott erőforrások racionális felhasználása, továbbá az okszerűség irányába kell, hogy forduljon.¹

BEVEZETÉS

Bevezetesként néhány – a téma sajátos megközelítését alátámasztó – gondolattal járom körbe a fenntarthatóság hármasság pillérét, így a környezeti, a gazdasági és a tár-

sadalmi fenntarthatóság kérdését (WCED, 1987). Tág értelmezése erősen kapcsolódik egy új, közgazdasági paradigmához: a nemnövekedés elméletéhez, a gazdaság fenntartható jövőjének kérdéseivel, amelyekkel a tanulmány későbbi része foglalkozik

¹ Jelen tanulmány alapját a Gazdálkodás c. agrárökonómiai tudományos folyóirat szerkesztőbizottsága, a Gazdálkodás Baráti Köre és a Debreceni Egyetem Gazdaságtudományi Kara által 2022. május 13-án, Debrecenben, Az EU klíma- és környezetvédelmi céljaiból adódó kihívások és ezek hatásai a magyar agrárgazdaságra (Európai zöld megállapodás) címmel szervezett konferencián elhangzott, A technológiai fejlődés – különös tekintettel a digitalizációra és a precíziós technológiákra – szerepe az agrárium környezeti fenntarthatóságában előadás adja.

részletesen. A mezőgazdaság – mint az élet alapfeltételét megtermelő ágazat – a kapcsolódó további ágazatokkal együtt ugyan egyre kisebb mértékben járul hozzá nemzetgazdaságok értékelőállításához, azonban multifunkcionalitása, a környezeti fenntarthatóságban betöltött kulcsszerepe miatt különös jelentőséggel bír a fenntartható fejlődésben, a harmadik pillér, a társadalmi fenntarthatóság stabilizálásában. Még ha bármilyen oknál fogva, de nem képes megtermelni a népesség ellátásához szükséges élelmiszert, akkor válik világossá válós társadalmi szerepe.

A FENNTARTHATÓSÁG ÉS A TÁRSADALMI JÓLLÉT

Az elmúlt évtizedekben előtérbe került a fenntartható fejlődés tágabb értelmezése. Magában foglalja a jelenlegi és hosszú távú fenntartható gazdaságot, a környezetvédelmi kérdéseken túl tartalmazza a megfelelő életminőséggel kapcsolatos elvárásokat, valamint egyre többet foglalkozunk azokkal a gazdasági, társadalmi konfliktusokkal, amelyek már a jelenünket képezik (klímaváltozástól a háborúig, a migrációs kérdésekkel bezárólag) (WCED, 1987; Chilinsky et al., 1998; Turek, 2013).

A környezeti fenntarthatóság modernkori értelmezése a Brundtland-jelentésből (WCED, 1987) származik. Pearce és Atkinson (1995) felfogása szerint a természeti erőforrások és az ember által létrehozott tőke nemcsak kiegészítik egymást a termelési folyamatban, és ezzel a természeti erőforrások a termelés növelésének korlátozó tényezőit alkotják, hanem kiemelik, hogy törekedni kell a hatékony (racionális) felhasználásukra, ami a mezőgazdasági termelés során is a következőket kell, hogy jelentse szélesebb értelmezésben:

- a természeti erőforrások védelme,
- élelmiszer-termelés (a növekvő mennyiségi és változó minőségi igényekhez igazodva),
- életképes vidéki közösségek fenntartása,

- a humán- és állategészségügyi feltételek javítása,
- környezetvédelem (ahol a károsítás során érvényt kell szerezni a „szennyező fizet” elvnek),
- megfelelő támogatási rendszer(ek),
- a földhasználat sokfélesége (biodiverzitás megőrzése érdekében),
- kevésbé káros területhasználat,
- törekvés az erőforrások helyben történő felhasználására (amihez később hozzátársult a termékek helyi fogyasztásának ösztönzése: a lokalizáció).

GYENGE – ERŐS FENNTARTHATÓSÁG ÉS BENNE AZ AGRÁRGAZDASÁG SZEREPE

A fenntartható fejlődés kapcsán a viták alapját az nyújtja, milyen mértékben helyettesíthető a természeti tőke (1. ábra). A gyenge fenntarthatóság a három pillér közötti kapcsolatot mint halmazok metszéspontját tekinti, a természeti tőke helyettesíthető gazdasági tőkével, sokszor korlátlan és teljes helyettesíthetőséget feltételezve. Jellemzi a társadalmi aggregált jövedelem és a környezet minőségének nem csökkenő értéke, minimális fenntarthatósági elvárások kerülnek meghatározásra. Az erős fenntarthatóság elismeri, hogy a természeti jöszágok csak korlátozott mértékben helyettesíthetők tőkével, és mivel a környezet nem bővíthető, meg kell keresni azokat a megoldásokat, amelyekkel mérsékelhető a korlátozottság, növelhető az erőforrások felhasználásnak hatékonysága (Hediger, 1999; Dietz és Neumayer, 2007; Somogyi et al., 2012; Pelenc, 2015).

Napjainkban nagyobb hangsúlyt kap a fentiek mellett a hatékonyabb intézményi háttér szükségessége a többfunkciós terület-használat biztosítására, a területfejlesztési összefüggésekben („területi kohéziós politika”) (Szlávik és Kis, 2013; Tocco, 2014; Szlávik et al., 2014; Van Wijk et al., 2020).

A jóllét gyakran használt fogalom, melyben az életminőség különböző dimenziói testesülnek meg. A jóllét fogalmának leha-

tárolására számos kísérlet történt. Az eltérő értelmezések azonban jelzik, hogy nem egyszerű kijelölni a tartalmat, a komplexitást jelzi az egyéni jóllét nehezen definiálható tartalma. (A) személyes jóllét kifejezi, hogy az egyén élete mennyire alakul jól, amit vagy önértékeléssel (szubjektív) vagy meghatározott külső tényezők értékelésével – mint például az egészségi állapottal vagy jövedelemmel (objektív) – lehet mérni. Egy társadalom, társadalmi csoport jólléte már több tényezőt foglal magában, és jelzi az adott csoport által elérhető szolgáltatásokat, az azokkal való elégedettséget is. Elemei közé tartoznak a gazdasági helyzet, az élelmiszer-ellátás, a környezet állapota, továbbá a társadalmi elvárásokat tükröző eltérő értékek, az egyénileg megélt érzet (Pomázi, 2014; Szántó et al., 2016). Ennek lehetséges mérői a humán fejlettségi mutató (*Human Development Index*, HDI) és a boldogságindex (*Happy Planet Index*, HPI). Ezekben az indexekben jelentős szerepet kap az oktatás, a képzettség, ami egyben a vidéki térségek fejlődésével is együtt mozog

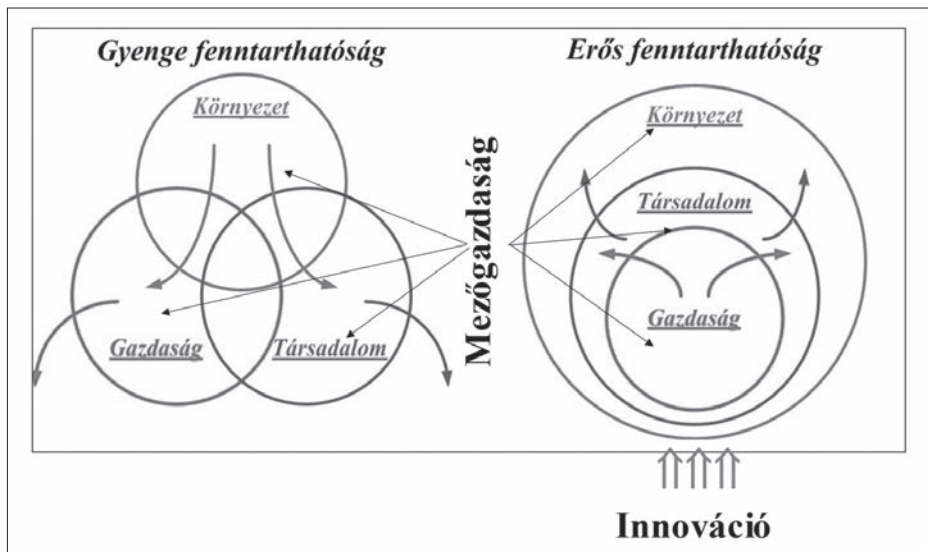
minden olyan esetben, amikor van gazdasági élet a térségben (McGranahan és Kassel, 1997; Choudhury és Abbas, 2017).

A fenntarthatóság három pillére nem tekinthető egyenrangúnak, a pillérek összetett rendszert képeznek, azonban a fenntarthatósághoz a mezőgazdaság és az ágazat minden szereplője hozzájárul, és hozzá is kell járulnia a folyamatos megújulás, fejlődés révén. A fejlődés célja pedig nem más, mint a társadalmi jóllét minél szélesebb körben történő biztosítása, aminek a környezet a feltétele, a gazdaság az eszköze, az ember pedig a kivitelezője.

A mezőgazdaság műszaki fejlesztése, az innovációs irányok kérdése a fenntartható fejlődéssel ezen a ponton kapcsolódik össze. Mind a gyenge, mind az erős fenntartható fejlődés alapja a népesség megfelelő mennyiségben és minőségben történő élelmezése, azonban az, hogy a természeti erőforrások (a termőföld, víz) milyen hatékonyan hasznosulnak, és ez hogyan szolgálja a szereplők gazdasági céljait, kihat a társadalmi folyamatokra is. Végső soron hatással

I. ábra

Gyenge vs. erős fenntarthatóság és a mezőgazdasági innováció
(*Weak vs. strong sustainability and agricultural innovation*)



bír a társadalmi jóllétre (1. ábra). A témával számos szerző foglalkozott (Goodland és Daly (1996; Hediger, 1999; Kerekes, 2006; Málóvics, 2011; Somogyi et al., 2012; Biró és Szalmáné Csete, 2021). A kérdés összetettségének részletes taglalása meghaladja ezen tanulmány keretét. Az innováció, a technológiai fejlődés termelői szinten, az adottságoknak megfelelően gazdálkodói stratégia az erős fenntarthatóság irányába mutat.

A fenntartható társadalom nem vesz el összességében többet a környezetéből, mint amennyi erőforrás képes folyamatosan megújulni, tiszteletben tartja a globális korlátokat, az erőforrások szétesztása, használata méltányos, és törekszik a szakadékok szűkítésére. Az élelmiszer-termelés és ellátáslánc minden szereplője tevélegesen hozzájárul a társadalmi fenntarthatósághoz, amelynyiben a fejlődési és innovációs irányok hangsúlyosan ebbe az irányba mutatnak, továbbá megtalálja és alkalmazza az adottságainak megfelelő, legjobb gyakorlatot. Végső gazdálkodói szinten ez az irány biztosíthatja az egyéni fejlődést. Mindez csak értékrendváltással valósulhat meg (erről a tanulmány későbbi fejezete értekezik).

MEZŐGAZDASÁG MŰSZAKI FEJLESZTÉSE ÉS AZ EMBER SZEREPE

Az agrárinnováció – sajátosságai okán – nem minden szempontból értelmezhető a gazdaságban megnyilvánuló innovációként. A mezőgazdasági rendszerek sajátosságai közül a komplexitást kell kiemelni. A biológiai szervezetek mint a termelés eszközei a nemesítéssel kapcsolatos kérdéseket vetnek fel, az alkalmazott technológiák térbeli, időbeli hatásai, a környezeti kitérttség (éghajlat, kórokozó szervezetek és azok fejlődési dinamikája, amire természetesen a környezet mint biológiai és ökológiai rendszer folyamatos kölcsönhatásban hat) egyidejűleg tárgyát jelentik az innovációnak, másrészt a keretét is megadják. Mindez megköveteli

a folyamatos, tudatos innovációt, fejlesztést olyan irányba, amivel csökkenthető a mezőgazdasági termelés kitérttsége, érzékenysége a hatékonyságnövelés mellett (Ewald, 1955; Proceedings of The Implications of Technical Change in Agriculture, 1956 in Husty, 2003; Pardey et al., 2010).

Ismert, hogy a legtöbb innovációs és kutatási folyamat alkalmazott kutatásként a beszállítói oldalról érkezik, az irányát tekintve ez nyomásos innováció (*technology push*), amikor a kiindulópont a gépgyártók, műtrágyák, vetőmagok és növényvédő szerek beszállítói, vagy az inkább K+F tevékenységet folytató kutatóhelyektől származik (*technology pull*), mint pl. fajtanemesítés, és az eredményeiket juttatják el a gazdálkodókhoz. Ez utóbbinak színtere a fajtabemutatóktól a speciális ágazati szakmai napokig a szaktanácsadás különböző formáin keresztül széles skálán mozog.

A mezőgazdaság műszaki fejlesztése a magyar szakirodalomban az 1955-ben Helsinki-ben, az európai agrárközgazdászok által megfogalmazottakon alapul, amely szerint alapvetően négy pilléren nyugszik: a biológiai, a kémiai, a technikai és az emberi tényezőknél (Husty, 2003). A négy alappillért átértelmezve a XXI. századi megoldásokra ki kell emelni az emberi tényező jelentőségének a megváltozását, és a szervezési, menedzsment ismeretek, készségek előtérbe kerülését. A több mint hatvan évvel ezelőtt megfogalmazottak mai értelmezése szerint:

- biológiai tényezők: fajtanemesítés, biológiai alapok fejlesztése (rezisztencia-, szárazságtűrési-nemesítés, biotechnológia, GMO stb.), melyek egy része és az eredmények alkalmazása gyakran társadalmi feszültségeket indukál;
- kémiai tényezők: az új hatóanyagok (alacsonyabb dózissal, de drasztikus hatású, tartós hatásmechanizmus stb.), mesterséges kemikáliák fejlesztése, melyek egy része a megfelelő kijuttatási technológia mellett a környezetterhelés csökkenését eredményez, de ha nem megfelelő-

en alkalmazzák, magas környezeti és humánegészségügyi kockázatot jelent, szintén társadalmi feszültségeket generál;

- technikai innováció: a gépek, az eszközrendszer, a digitalizáció (offline-online precíziós növénytermelés [GPS]) által lehetővé tett precíziós technológia térnyerése egyrésztől megváltoztatta a munkaerő-szükségletet (mennyiség, képzettség és készség szinteken), másrészt felveti annak kérdését, hogy helyesen alkalmazzák-e a magas értéket képviselő eszközöket, technológiát.
- emberi tényezők: a technológiai tudás, szervezés, a menedzsment képességek, a készségek stb. mellett megjelenik az együttműködési hajlandóság is. Az oktatás szerepe, a kompetencia, a tudás megszerzésére való képessége, az új, digitális platformok és az innovatív megoldások átvétele/alkalmazása is egyre fontosabb tényezője a fejlődésnek.

Azonban már a Nemzetközi Agrárközgazdászok IX. konferenciáján, 1955-ben megjelentek a következő – ma is érvényes – gondolatok, amit Medici (1956) foglalt össze:

- A legfontosabb talán a vidéki lakosság felkészítése a technikai fejlődésre. Fontos a szakképzési és a tanácsadási szolgáltatások fejlesztése. Nem lehetséges a fejlődés, ha a gazda nem ismeri az új technológiákat, nincs felkészülve arra, hogy észszerű módon alkalmazza azokat.
- További szükséges fejlődési irány az elaprózott birtokszerkezet átalakítása, koncentrációja, mivel a nagyobb táblaméret a feltétele a nagy teljesítményű eszközök használatának. (1955-ben Európában is sok országban domináns volt a kisbirtok. Mint az agrártörténet mutatja, lezajlott egy részleges földreform egészséges birtokrend kialakításával, az örökösödési szabályok változtatásával megindult a birtokméret növekedése, illetve létrejöttek életképes együttműködési formák

[gépkörök] lerakva a virtuális üzem alapjait.)

A mezőgazdaság műszaki fejlődése hajtóerejének volt tekinthető „tegnap” az egyre nagyobb hozamra való törekvés, az erőforrás-hatékonyság növelése mellett a csökkenő élők munkkerő kiváltásának igénye. Ez utóbbi természetszerűleg következett a társadalmi fejlődéssel együtt járó egyéni elvárások megváltozásával. A vidéki népesség egy része is másként akart élni, kevesebb kötöttséggel, másfajta életvitellel, erőssé vált a városi lét vonzása, továbbá jelentős hatással bírt az ipar/építőipar megnövekedett élők munkkerő igénye, ami a vidéki munkaerő elszívásában játszott szerepet.

A XXI. századra a hajtóerő megváltozott és a hozambizonytalanság csökkentése került előtérbe természetesen tekintettel a globális kihívásokra, így az élelmezésbiztonsági és az élelmeszer-biztonsági kihívásokra. A kérdés az, hogy a fejlődés lényegét jelentő újdonságok bevezetése, elterjedése milyen világszinten és a társadalmi fenntarthatóság szempontjából, hogyan is működik a folyamat (nyílt innováció, imitáció, információ-áramlás és -biztonság, tudásmenedzsment, fejlett és fejlődő világ közötti „mozgás”, támogatás, tanácsadás stb.). A társadalmi, politikai, gazdasági környezet elemei közül kiemelt hatást gyakorol a mezőgazdaságban végbemenő innovációs folyamatokra a gazdasági fejlettség, a növekedés, a hitelpiacok, a hazai és a nemzetközi versenykörnyezet, annak torzultsága, az agrártámogatási rendszerek. (Itt csak említés szintjén álljon, hogy nem közömbös a téma szempontjából sem, hogy mely zöldítési elemek és mikor kerültek be a KAP zöldítési komponensei közé.)

Mivel a mezőgazdasági innovációs folyamat kiindulópontja a fent vázolt műszaki fejlesztés rendszerre, a mezőgazdasági termelést megelőző biológiai, kémiai és technikai innovációk eredményeként létrejövő termékek, eljárások köztermesztésbe való bevezetése és elterjedése összetett folyamat. Az innovatív megoldások akkor terjedhetnek el, ha az új

terméket/technológiát/eszközt az ökológiai feltételeknek megfelelően alakítják ki (a szárazságtűrő fajták nemesítésétől a precíziós tápanyag-utánpótláson és növényvédelmen keresztül számítógép-vezérléssel támogatott sorkövető eszközökig). Meg kell teremteni a biológiai és a műszaki innováció szerves egységét. Azonban az innovációs folyamat sikerességének feltétele, hogy a humán tényező képes legyen és akarja is az újdonság alkalmazását, a menedzsmentnek is a megfelelő szakismerettel, vezetői képességgel és tudással kell rendelkeznie.

Elfogadva a fenntartható fejlődés lényegéeként is a meghatározó újdonságokra való nyitottságot, a hajlandóságot, kulcsként kell tekinteni az emberre, aki egyben

- a termelés humánerőforrása (képes-e alkalmazni az új technológiát?),
- az értéklánc végén megjelenik fogyasztóként (szüksége van rá, meg tudja-e engedni a vásárlást [gazdasági fejlettség], meg is akarja vásárolni [hajlandóság?], továbbá
- a társadalom tagjaként normákat, értékeket képvisel.

A digitalizáció előretörésével a humán tényező felértékelődését tovább erősíti, hogy mint munkavégzők az egyének egyre magasabb értékű eszközökkel, technológiákkal termelnek, ami növeli minden rossz, pontatlan alkalmazás gazdasági következményeit, és ha nem tudja, nem képes és nem akarja a precíz munkavégzést, magas kockázatot jelent. A tanulmánynak nem célja a tudás, az oktatás és képzés, továbbá a gazdálkodói családban megszerezhető tacit tudás szerepének taglalása. A téma önálló tanulmányt kíván.

GREEN DEAL ÉS A PRECÍZIÓS MEZŐGAZDASÁG (PA) HELYE

Az Európai zöld megállapodás (*European Green Deal*) említése minden olyan tanulmányban szükséges, ahol a mezőgazdaság fenntartható fejlődésben betöltött szerepe taglalásra kerül. Stratégiai cél egy modern,

hatékony és versenyképes gazdaság elérése, amely a következő ismérvekkel jellemezhető:

- az üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátásának mértéke 2050-re nettó nullára csökken;
- a gazdaság növekedése független az erőforrás-felhasználástól;
- mindenkinek esélye van az érvényesülésre, és nincsenek elmaradott térségek (Európai Bizottság, 2021).

A teljesülésben leginkább érintett agrárszereplők számára kiemelt feladat a

- a termelőtől a fogyasztóig (*Farm to Fork*) stratégia keretében a fenntartható élelmiszerlánc kiépítése, különös fókusszal az élelmiszer-biztonságra;
- a biodiverzitás, a növények és állatok sokféleségének megőrzése az ökoszisztéma védelmével;
- a zöld megállapodás éghajlat-politikai céljainak megvalósulásához való hozzájárulás;
- az egészséges erdők fenntartása és az erdőszültség növelése;
- a természeti erőforrások, például a víz, a levegő és a talaj megóvása révén a zéró szennyezést célzó cselekvési tervhez való hozzájárulás (Európai Bizottság, 2022).

A 2030-ig tartó időszakra vonatkozó Fenntartható fejlődési keretrendszer (*Sustainable Development Goals*) 2015-ben az ENSZ valamennyi tagállama elfogadta. Ebben megfogalmazásra kerültek a Fenntartható célok és alcélok, a 17 cél részletes ismertetésére jelen tanulmány nem tér ki, azonban szükséges annak kiemelése, hogy ez a közös tervezet adja a keretét – amennyiben megvalósítjuk – az emberek és a bolygó békéjének és jólétének most és a jövőben. A természeti erőforrások korlátozottságán túl fontos, hogy a szegénység és más nélkülözések felszámolásának együtt kell járnia olyan stratégiákkal, amelyek javítják az egészséget és az oktatást, csökkentik az egyenlőtlenségeket és ösztönzik a gazdasági növekedést – mindezt úgy, hogy közben kezelhető az éghajlatváltozás és megóvhatóak

az óceánok és az erdők (The 2030 Agenda for Sustainable Development, 2015).

A precíziós mezőgazdaság alkalmazása több ponton kapcsolódik a zöld megállapodáshoz kötődő *Farm to Fork* stratégiájához. Leggyakrabban említett a pozitív környezeti hatások sora: a „felesleges vegyszer” kijuttatásának mérséklése/csökkentése, az optimalizált vetés, öntözés, a talaj megővése (Auernhammer, 2001; Takács-György és Takács, 2011; EIP-AGRI, 2015; Takácsné György, 2020). Számos vizsgálat igazolta, hogy a termelés hatékonyságnöveleési eszköz és ezáltal önköltségsökkenést eredményez(het), ami a versenyképesség alapja (Stull et al., 2004; Turek, 2013). Hozzájárul az eltervezett hozam betakarításához, ami nemcsak alapja a tervezettségnek, hanem eleme az élelmezésbiztonságnak (*Food Safety*) is, továbbá a nyomonkövethetőség miatt elősegíti a biztonságos élelmiszer-termelést (*Safe Food*) (Chilinsky et al., 1998; Popp et al., 2013). És ez az a pont, ahol megjelenik a fenntarthatóság mindhárom pillérének való megfelelés:

- társadalmi fenntarthatóság,
- környezeti fenntarthatóság,
- gazdasági fenntarthatóság.

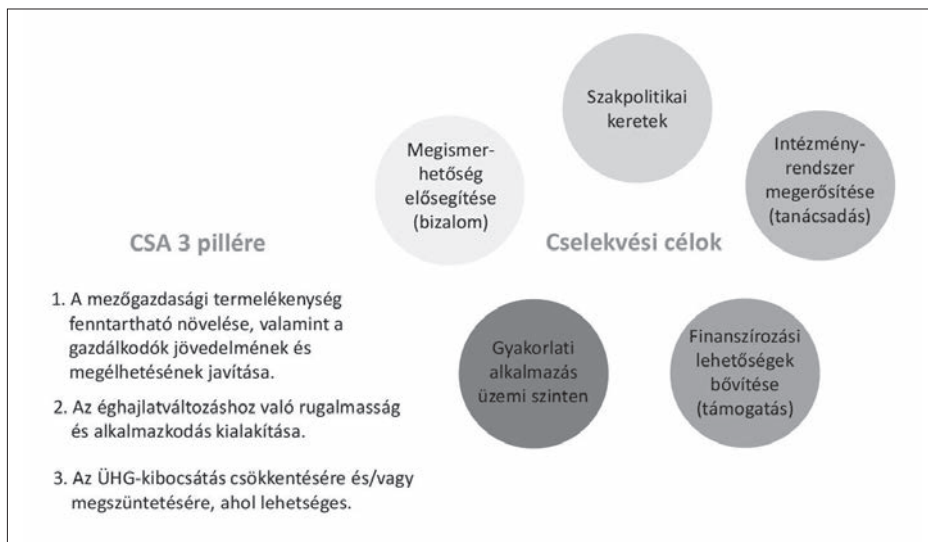
MIT JELENT A KLÍMAORIENTÁLT OKOS MEZŐGAZDASÁG, A MEZŐGAZDASÁG 4.0 ÉS MI A SZEREPE?

A klímaorientált okos mezőgazdaság (*Climate Smart Agriculture*, CSA) lényege a különböző technológiai újítások vagy a már meglévő technológiák újszerű felhasználása a gyakorlatban. Három pillére a mezőgazdasági termelékenység fenntartható növelése, a gazdálkodói jövedelem és megélhetés javítása, az éghajlatváltozáshoz való rugalmasság és alkalmazkodóképesség kialakítása, továbbá az üvegházhatású gázkibocsátás csökkentése és/vagy megszüntetése (2. ábra).

A klímaorientált okos mezőgazdaság célját mint globális fejlesztési célt, az ENSZ Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezete (FAO, 2013) vezette be azzal a szándékkal, hogy a mezőgazdasági fejlesztés és átalakítás a fenntarthatóság irányába mutasson

2. ábra

Klímaorientált okos mezőgazdaság (*Climate Smart Agriculture*)



(FAO 2013; Aisenberg, 2017; Maciejczak, 2012; Maciejczak és Faltmann, 2018). Mivel a mezőgazdaság éghajlatváltozással szembeni sérülékenységet a környezeti mellett társadalmi-gazdasági tényezők befolyásolják, a klímaorientált okos mezőgazdaság egyidejűleg mutat az élelmezésbiztonság és élelmiszer-biztonság irányába mind rövid távon (alkalmazkodás), mind hosszú távon (innováció). Az átállás sikere sok tényezőtől függ, úgymint a pénz- és tudáshiány, sok esetben a termelői bizalmatlanság is akadályozza egyes technológiai megoldások szélesebb körű, gyors elterjedését (Carayannis et al., 2012; Sudiana et al., 2020; Dobos és Benedek, 2021). (Több tanulmány foglalkozott például a precíziós technológiára való átállás folyamatával, annak lassúságával többek között a Gazdálkodás c. folyóiratban is [Takács-György et al., 2013; Kalmár et al., 2004; Lencsés et al., 2014; Takácsné György, 2015; Kemény et al., 2017; Takácsné György, 2020]). Egy 2021-es tanulmány szerzői kiemelik, hogy a klímaorientált okos megközelítés a mezőgazdasági üzemek tervezési stratégiáiba történő adaptálása elősegíti a termelés hatékonyságának növelését úgy, hogy a digitális átállása fenntartható módon fejleszthető, egyben a klímakockázatok, az üvegházhatású gázok kibocsátása és az ágazat éghajlatváltozással szembeni sérülékenysége is csökkenthető (Biró és Szalmáné Csete, 2021). A zöld gazdaságfejlesztési célokkal összhangban a vidék népességmegtartó képessége, gazdasági ereje erősödhet ezzel szolgálva a társadalmi fejlődést.

Ezek az új eszközök, technológiák alapoznak a hagyományosan bevált mezőgazdasági gyakorlatokra (integrált növénytermesztés, előrejelzések, valós idejű adatfelvételezésre épülő tanácsadások, okos telefonos applikációk, drónok stb.), így azokra építkezve jönnek létre az innovatív gazdaságok a következő ismérvekkel jellemezhetők:

– naprakész információ és ismeretek a gazdálkodó adottságairól (talaj- és időjárás-

si paraméterek, műszaki hatékonyság, potenciális kórokozó szervezetek és fejlődési dinamikájuk, piaci árak, azok változása stb.),

- a gazdaság és környezet adottságai között sikeresen alkalmazható technológiák (széles választékkal az ökológiai termeléstől a helyspecifikus termelésig vagy egyedi takarmányozásig),
 - csökkentett vízfelhasználással történő öntözés (csepegtető és precíziós öntözés),
 - energia- és víztakarékos rendszerek, megújuló energiafelhasználás,
 - a vegyszerhasználat optimalizálása (precíziós gazdálkodás, szükség esetén helyspecifikus használat a terepi adottságok és a fejlődési, elterjedési dinamikák előrejelzése alapján stb.),
 - a környezettel harmonizáló termelés (vadállatvédelem, menedékhelyek, biodiverzitás megőrzése stb.)
 - a minőségi termelés előtérbe helyezése (beleértve a biztonságos élelmiszerek kérdését is) a piaci igények kielégítésére,
 - megfelel a biztonságos élelmiszer-termelési lánc követelményeinek,
 - a humántőke és a humán készségek fontossága (beleértve az IT-használatot is).
- A fentiek tükrében – a teljesség igénye nélkül – álljon itt néhány példa a mezőgazdaság jövőjét meghatározó technológiák közül, a legjelentősebbek a következők (IBERDROLA, é.n.):
- A drónok leegyszerűsítik a gazdaságok felüyleti feladatait azáltal, hogy egy repüléssel több hektárt képesek lefedni, az infravörös technológiának, a multispektrális képeknek és a sokféle információnak köszönhetően a föld állapotáról, öntözési szükségleteiről, a terméshozamokról, a növények fejlettségi és egészségi állapotáról, a kártevő szervezetekről gyűjtönek meandzszentzónánként adatokat. Az állattenyésztésben a szabadtartás, legeltetési technológia esetén követhető az állatok száma, tömege, mozgása és

felfedhető az olyan lehetséges rendelkezés, mint a sántaság vagy a szokatlan mozgások.

- Az *Internet of Things* (IoT) lehetővé teszi a gazdaságok monitorozásának optimalizálását elsősorban intelligens szenzorokon keresztül, amelyek a napsugárzástól a levélnedvességig és a szárátmérőig vagy állatállomány esetén az egyes állatok hőmérsékletén át mindent mérni képesek, megkönnyítve a vezetői döntések meghozatalát.
- A *Big Data*, a hatalmas adatmennyiség elemzése során a gazdálkodók, amennyiben megfelelő ismerettel, készséggel rendelkeznek, elemzőszoftverekkel értékelhetik a fenti eszközökkel begyűjtött adatokat, és a múltbéli adataikkal összevetve hozhatják meg döntéseiket optimalizálva működésüket. (Ez valójában nem más, mint a fejlődés által nyújtott eszközök beintegrálása korábbi, döntéstámogató rendszerekbe, vagy ha nagyon visszamegyünk az időben, eljuthatunk a táblatorzskönyvhöz, régebbre kitekintve az uradalmi birtokon vezetett számadásokig, vagy az ókori Mezopotámia területén fellelt agyagtáblákon rögzített gazdálkodási és értékesítési adatokig (Takácsné György, 2022).
- A blokklánc-technológia (*Blockchain*) alapvetően a különféle hálózatokban, rendszerekben megosztott információ biztonságos kezelését támogatja. A mezőgazdasági üzemekben lehetővé teszi a termények és az állatok nyomon követhetőségét a teljes értéklánc mentén – *Farm to Fork* – biztosítva az ellátási lánc nyomon követhetőségét is. Jelentősége az élelmiszer-biztonság vonatkozásában kimagasló. Ezzel a technológiával, ha egy importzöldség megmérgezi a fogyasztókat, könnyen nyomon követhető a forrás, és csak az érintett termékeket vonják ki a forgalomból ahelyett, hogy a teljes származási országból tiltanák a zöldségimportot.

– A mezőgazdaságban a mesterséges intelligenciát és a robotizációt elsősorban a szántóföldről készült, digitalizált képek értelmezésére, a tápanyagellátás és a növényvédő szerek precíziós, sebészeti pontosságú kijuttatására használják. Míg az állattartó telepeken mikrofonok segítségével azonosíthatóak például a visító kismalacok, akiket az anyakoca esetleg elnyom, majd a pontos azonosítás után vibrációt gerjesztő szenzorok segítségével lehet felkelésre készíteni az állatot (IBERDROLA, é. n.).

Ugyanakkor szükség van rendszerszemléletű projektekre, amelyek egy-egy adott régió sajátosságait figyelembevéve kerülnek kidolgozásra, megvalósításra. Ilyen projekteket mutat be egy 2021-ben készült FAO-tanulmány az akcióprogramok mentén. Kidolgoztak többek között egy olyan programot, amely távérzékelésre épülve támogatja a hatékony (öntöző)víz használatának nyomon követését (Afrika és a Közel-Kelet országaiban); egy, az európai innovációs partnerség operatív csoportjaiban érdekelt felekkel való együttműködés klímaorientált okos mezőgazdasági innovációk létrehozására Emilia-Romagnában (Olaszország); egy, az ez irányú képzési rendszer fejlesztési modellje a kakaótermesztésben (Ghána); egy gazdálkodói kifizetés rendszer, a klíma-ökos tejtermelés támogatására (Svájc); egy termékpályát átfogó, az éghajlatváltozással szembeni ellenálló képesség fokozását segítő, éghajlati szempontból intelligens értékláncok kidolgozására (Grúzia). Továbbá számos projekt szolgálja a helyi, termelői alkalmazkodóképesség megerősítését (FAO, 2021).

Napjainkban egyre több szó esik a Mezőgazdaság 4.0-ról, ami nem más, mint egy olyan technológiai és vezetés-irányítási rendszer, amely a digitális agrárgazdaság, az információs és kommunikációs technológiák, a nagytömegű adatok gyűjtésére és feldolgozására alapuló döntéstámogatást tesz lehetővé. Önmagában nem új annak szükségessége, hogy a megfelelő döntések meghozza-

talához – az adott fejlettségi szinten – a lehető legjobban informált legyen a döntéshozó, hiszen az évszázadok alatt ez volt a termelés hatékonyságnövelésének egyik mozgatója. Az újdonságot a XXI. századi eszközrendszer által nyújtott lehetőségek széles tárháza adja. A Mezőgazdaság 4.0 a precíziós mezőgazdaságban alkalmazott technológiák és szenzorok által előállított nagytömegű adatokra épül. A Mezőgazdaság 4.0 adatai alapján az erőforrások, a piac és a környezeti terheléssel kapcsolatos elvárások figyelembevételével optimalizálható a termelési folyamat, az üzemi eredmények maximalizálhatók (a fő kérdés, melynek társadalmi kihatásai vannak, hogy mi lesz a sorsa a képződött eredménynek). A döntést nemcsak a vezetői információs rendszerek, a szakértői rendszerek, hanem a mesterséges intelligenciára alapozott döntéstámogató rendszerek segíthetik. A szélesebb értelemben vett fenntartható fejlődés az adatalapú mezőgazdaság térnyerésével kapcsolódik az Európai zöld megállapodás céljainak eléréséhez.

Visszatérve a klímaorientált okos mezőgazdaság céljaira, miszerint hozzájárul a mezőgazdasági termelés fenntartható növeléséhez, az éghajlatváltozással szembeni ellenálló képesség fokozásához, az ÜHG és egyéb szennyező anyagok kibocsátások csökkentéséhez, a biztonságos élelmiszertermelés és az élelmiszer-biztonság biztosításához, a következő három pillér (FAO, 2013 alapján) értelmezhető a társadalmi fenntarthatóság kontextusában:

- a mezőgazdaság termelékenységének és bevételeinek fenntartható növelése hozzájárul az élelmiszerbiztonsághoz és a gazdasági fenntartáshoz;
- az embereknek, a mezőgazdaságnak és az élelmiszeriparnak alkalmazkodnia kell a klímaváltozáshoz, szükséges az ellenálló képesség növelése, ami nemcsak a technológiai oldalról jelenti a szükséges innovációt, új megoldások keresését, hanem új szervezési, ellátásláncbeli, együttműködési, társadalmi megújulást is feltételez;

- az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése és/vagy megszüntetése az élőhely környezet oldaláról szolgálja közvetve magát a társadalmi fenntarthatóságot.

HOGYAN LESZ EBBŐL TÁRSADALMI FENNTARTHATÓSÁG?

A társadalmi fenntarthatóság tágabb értelmezését a mezőgazdaság szempontjából úgy kell tekinteni, hogy mint gazdasági szereplő részt vesz a helyi értékelőállításban (mezőgazdasági termelés – feldolgozás – kereskedelem – további szolgáltatás). Munkahelyet teremt, vásárlóerőt generál, az élőhely környezet révén vidékmegtartó erő, további kapcsolt tevékenységek, szolgáltatások révén a térség multiplifikátora is lehet. A digitalizáció, az új technológiák számos mezőgazdasági munkafolyamat elvégzését könnyítik meg, több esetben a fiatalok egy része kihívásként éli meg ezen eszközökkel a gazdálkodást, ami segítheti a helyben maradásukat. (De kérdés, hogy ez igaz lehet a fiatalok többségére is, mind képzettek, nyitottak? A válasz nem egyértelmű, sokszor azzal szembesülnek az üzemek, hogy nincs elégséges, megfelelő tudással, munkavégző képességgel, lojalitással bíró, dolgozni akaró humán-erőforrás.)

Az innováció, a megújulás szükséges előfeltétele a társadalmi fenntarthatóságnak túl a korábban részletesebben érintett környezeti, gazdasági fenntarthatóságon. A valós megújuláshoz szükség van a digitalizáció által nyújtott megoldások használata mellett az emberi és politikai hozzáállás megváltoztatására is. Ha megvizsgáljuk a lehetséges területeket, nem lehet az innovációt a szűken értelmezett, technokrata felfogással magyarázni. Vissza kell térni a schumpeteri innovációértelmezéshez, miszerint termék-, technológiai, szervezési és piaci innováció megnyilvánulási területeket különböztetünk meg (Schumpeter, 1939).

Tágabb értelemben innovációnak kell tekinteni minden, a gyakorlatban bizonyított (alkalmazott), újszerű és a korábbinál hatékonyabb megoldást egy tevékenység elvégzésére. Függetlenül attól, hogy az adott tevékenység technikai (műszaki), gazdasági, szervezési jellegű, vagy éppen a társadalom működése (működtetése) terén merül fel (Luksha, 2016a). Továbbá fontos kitétel, hogy nem elég az újszerűség, hatékonyabbnak is kell lennie a megoldásnak. Nem utolsó sorban pedig mindezt a gyakorlati alkalmazásnak kell igazolnia. Ha elfogadjuk ezt a definíciót, a társadalmi működés bármely területe potenciális célpontja lehet a társadalmi innovációnak (Luksha, 2016b). A fenntarthatóság és az innováció együtt mozognak (Van der Have és Rubalcaba, 2016).

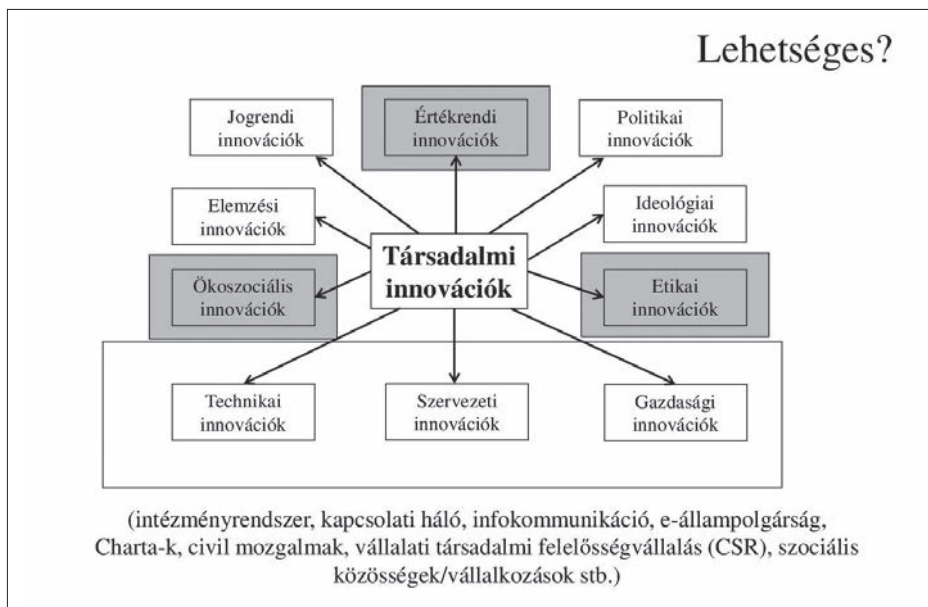
A technikai, szervezeti/szervezési és gazdasági innovációk alapját képezik a hosszú távú fenntartható fejlődésnek. A mezőgazdaságban, az élelmiszer-gazdaságban szá-

mos pozitív példa látható, a széles körben történő gyakorlati alkalmazáshoz sokszor nem a tőke, nem az információ hiányzik (mi maga az innovatív megoldás, mi szükséges a hatékony alkalmazáshoz, milyen szervezési, menedzsment lépéseket kell tenni, mi a [gazdasági] előny stb.), hanem az a hozzáállás, amit az ember maga képvisel. Itt jelentősége van a tudásra való nyitottságnak, a tudás megszerzésének lehetőségeinek, a bizalommal kapcsolatos kérdéseknek is. Terjedelmi korlátok okán itt csak említésre kerül például a Magyarország Digitális Agrár Stratégiája (DAS) és a keretében létrehozott Digitális agrárakadémia, mint példa a jó gyakorlatra (Digitális Jólét Program, 2019; Digitális Agrárakadémia, é. n.).

A fontosabb lehetséges társadalmi innovációs irányok közül az ökoszociális, az értékrendi, az etikai innovációk megjelenése nyomon követhető napjainkban. Megindult a harmadik pillér, a társadalmi fenntarthatóság felértékelődése (erősödnek

3. ábra

Lehetséges társadalmi innovációs irányok
(Possible directions of social innovation)



Forrás: Dinya L (2020) alapján saját szerkesztés

a társadalmi, szociális környezeti hatások és elvárások, a globális zöld mozgalmak, a közvélemény elvárásai megváltoznak, nő a tudás szerepe) (3. ábra). A társadalmak átalakulási folyamataiban egyre fontosabb szerepet kap a transzparencia megléte vagy hiánya, az információrobbanás nem mindig kontrollálható, a bizalom, illetve annak hiánya az egyének, a társadalmi kapcsolódások újfajta megközelítését igényli. Nem lehet globális biztonság fenntarthatóság nélkül és fenntarthatóság sem globális biztonság nélkül. A fogyasztói társadalom értékrendje is változik, ami a mezőgazdaságot, élelmiszeripart is érinti. Előtérbe kerülnek azok a technológiai megoldások, melyek hatékonyabb erőforrás-felhasználással, a káros kibocsátás (szennyezés) csökkentésével járnak, ugyanakkor sokszor nem versenyképesek, szükséges a még hiányzó, a versenyképességüket segítő szabályozás kidolgozása és bevezetése (Dinya, 2020).

A lehetséges társadalmi innovációs irányok szerteágazóak, és a kitekintés nemcsak a mezőgazdasági folyamatokra, kapcsolatokra, a digitalizációra, a Mezőgazdaság 4.0-ra kell, hogy vonatkozzon, hanem mindazon társadalmi kapcsolódási pontra is, ami mögött megjelennek az emberi tényezők, az információáramlási hálózatok, az edukáció és természetesen a (szak)politikai, szabályozási környezet is. A tanulmánynak nem célja ezen kérdések részletesebb tárgyalása.

HOGYAN TOVÁBB? MINEK KELL VÁLTOZNI? NÉHÁNY GONDOLAT A NEMNÖVEKEDÉS ELMÉLETÉRŐL

A XXI. században az élet számos területén új kihívásokkal nézünk szembe mind az életterünket jelentő környezetben, mind a gazdaságban, a társadalomban. Új irányzatok jelennek meg kifejezve a társadalmi elvárásokat, a növekedés helyett a fejlődést előtérbe helyezve. A fenntartható növekedés, a fenntarthatóság hármas pillére korábban taglalásra került.

A *degrowth* fő jelentése nem ismeretlen a társadalom számára, ez egy mozgalom a fenntartható jövő felé, ötvözi az ökológiai közgazdaságtant, a fogyasztóellenes és valamilyen módon antikapitalista gondolatokat. A mozgalom gyökerei a Római Klub 1971-es jelentéséig – A növekedés határai címmel – nyúlnak vissza. Becslések szerint 2050-ben a lakosság száma meghaladja a 9,2 milliárd főt, és ez az előrejelzések szerint 50-70 százalékkal növeli az élelmiszerek iránti keresletet napjainkhoz képest, miközben a fogyasztás belső szerkezete a magasabb állati fehérjetartalom, a jó minőségű élelmiszerek felé fejlődik. A Föld népességnövekedése nemcsak a korlátozott természeti és mesterséges erőforrások, elsősorban a termőföld, élelmiszer, energia, ivóvíz, hanem az élhető területek iránt is egyre növekvő keresletet generál. Ehhez hozzá kell tenni a klímaváltozás miatti migráció kérdését. Ezekkel a kérdésekkel számos fórum, szerző foglalkozott az elmúlt időszakban, kiemelve a termőföld korlátozottságát és a hatékony földhasználat szükségességét. A mezőgazdaság számára nemcsak az élelmiszerbiztonság, hanem a biztonságos élelmiszerek és az életképes vidéki térségek biztosítása a fő feladat. A fenti célok megvalósításában a gazdaságnak, a mezőgazdaságnak és a környezetgazdálkodásnak egyaránt jelentős szerepe van (WCED, 1987; Ryden, 2008; Mészáros, 2011; Popp et al., 2013; Takács-György és Takács, 2016).

A társadalmi fenntarthatóság szempontjából a nemnövekedés gondolatát és a mezőgazdaság, a vidék kapcsolódási pontjait röviden ismertetem Serge Latouche alapján. A nemnövekedés gondolata nem ismeretlen, hiszen az írott és íratlan történelmi emlékek között is számos példa található arra, hogy az egyének, a közösségek a létszükségletük feletti termelést megtagadták, vagy a többletet szétosztották, karitatív célokra fordították.

A cél egy olyan társadalmat létrehozni, amelyben igazságosabb az erőforrások elosztása mind a fejlett és fejlődő világ,

mind a jelen és a jövő generációi között, az egyének és a társadalom is jobban él, kevesebbet fogyaszt és a fejlődés alapját az erőforrás-hatékonyság mellett az új megoldások keresése jelenti (Latouche, 2011; Mészáros, 2011). Az új (köz)gazdasági irányzatok közül a körforgásos gazdaság – mely valójában nem újkeletű – szemlélete több elemében kapcsolódik a nemnövekedés gondolataihoz, hangsúlyosan megjelenítve az erőforrásokra vonatkozó rendszereken belüli újrahasznosítási és -felhasználási kritériumokat (D’Amato et al., 2017; Oláh és Popp, 2021). Jelen tanulmánynak nem célja a körkörös gazdaság részletes taglalása, ezért csak a nemnövekedés és a társadalmi fenntarthatóság közötti kapcsolatra tér ki a mezőgazdaság szemszögéből.

Évtizedekkel a morális közgazdászok (újra)megjelenése előtt egy etológus, Konrad Lorenz (1973) írta a *Die acht Todsünden der zivilisierten Menschheit* (magyarul: *A civilizált emberiség nyolc halálos bűne*, 2002) című gondolatébresztő művét. A szerző által bemutatott környezeti, ökológiai és társadalmi folyamatok gazdasági következményekkel járnak az üzleti életben: a biodiverzitás degradációja, a mezőgazdasági és vidéki területek, illetve a lakosságuk csökkenése óriási hatással van az egyes vállalkozásokra, a termelési szerkezetre, a technológiára, az innováció irányára stb. A gazdasági fenntarthatóság megköveteli az üzleti élet egyéni szereplőinek „fenntartható fejlődését”, az üzleti élet sikeres résztvevőinek megfelelő válaszokat kell adniuk igyekezve elérni az optimális magatartást. A fogyasztás növekedése ugyan a gazdaságfejlesztés egyik húzóereje lehet, de a kérdés az: miért növeljük a korlátozott erőforrások felhasználását, mi a jelenlegi felhasználás határa? A korlátozás megnöveli a termelési költségeket, így sok vállalkozás kilép a piacról, ha nem teljesíti a fogyasztók elfogadását. A felvetett gondolatok önmagukon túlmutatva szorosan kapcsolódnak a fejlődéshez, az innovációhoz, a megújulás

képességéhez. (A téma aktualitását, előtérbe kerülését a közéletben jelzi, hogy a Helikon Kiadó 2022-ben ismét kiadta a művet.)

A nemnövekedés autonóm társadalmának felépítéséhez Latouche (2011) szerint a következők szükségesek, a kérdéskört részletesen taglalta Mészáros (2011) tanulmányában:

- értékcsera (*Révaluer*),
- koncepcióváltás (*Reconceptualiser*),
- újrastrukturálás (*Restructurer*),
- újraelosztás (*Redistribuer*),
- visszatérés a lokálishoz (*Relocaliser*),
- fogyasztáscsökkentés (*Réduire*),
- újrafelhasználás (*Réutiliser*),
- újrahasznosítás (*Recycler*).

Ahhoz, hogy a mindennapi életünkben, a gazdálkodói gyakorlatban a fenti elvek mentén tudjunk működni, szemléletváltásra van szükség. Más, vezető közgazdászok (Fukuyama, 1995; Sedláček, 2011) például a gazdasági együttműködés új elvei megismerésének és alkalmazásának fontosságát emelik ki. Az együttműködés alapja a morális gazdaság a haszongazdaság helyett (Georgescu-Roegen, 1972; Daly, 1991). A jelenlegi mezőgazdaság és gazdálkodás fontos eleme az együttműködés szerepe, az erőforrások megosztása, a piaci pozíció erősítése koncentrált termékekkel (Wilson, 2000; Andersson et al., 2005; Szabó, 2010; Takács, 2012; Baranyai et al., 2014).

HOL, MILYEN PONTOKON TALÁLKOZIK AZ INNOVÁCIÓ (PA, CSA) A NEMNÖVEKEDÉS SZELLEMISSÉGÉVEL?

A precíziós technológia a természet, a környezet, az élő szervezetek ismeretén alapul, a kemikáliehasználat során a célzott kijuttatás révén egyrészt elkerülhető a környezet károsítása, a szennyezés maga vagy mértékének csökkentése, másrészt az alkalmazás során a természet és a környezet tisztelete mentén történik a gazdasági értelemben vett fenntartható termelés, amiért a termelő felelősséget vállal, megjelenik a

kapcsolódás az értékcserehez (*Réévaluer*), a koncepcióváltáshoz (*Reconceptualiser*).

Ha elfogadjuk, hogy egy üzem precíziós technológiára való átállása nem függ kizárólagosan az üzem méretétől, tőkeerejétől, korábbi eszközrendszerétől, hanem sokkal inkább annak felismerésétől, hogy ez a gazdálkodói stratégia egyidejűleg szolgálja a környezeti fenntarthatóságot, de lehet üzemi szinten eredményes is. Ismert közgazdasági evidencia, hogy a hatékonyság növelésének egyik lehetséges módja az üzemméret növelése, ami sokszor előfeltétele a nagy teljesítményű, precíziós technológia eszközrendszerének alkalmazásához. Természetesen itt fontos, hogy mennyiben léteznek a gyakorlatban olyan gazdálkodói formák, szolgáltatások, amelyek piaci alapon igénybe vehetők és az üzem vezetője hajlandó-e is ezeket igénybe venni. Itt részben a nagy kereskedelmi forgalmazó vállalatokra, integrátorokra, termelési rendszerekre, bérvállalkozókra és gépi együttműködési formációkra kell gondolni. Az együttműködés virtuális üzemmérettel értelemzhető. Virtuális (kvázi) üzem alatt pedig azok az alanyi (természetes) üzemekből álló gazdálkodói együttműködések értendők, amelyet a tulajdonosok megegyezéses alapon azért hoztak létre, hogy a saját vagy közösen megszerzett, illetve bérelt tőkejóságokat úgy működtessék, hogy azok hatékonysága – a kihasználás növelésével – növekedjen, ezáltal a kapacitásegység költsége csökkenjen. Virtuális üzem például a gépi bérvállalkozó által kiszolgált terület vagy a gépkörtagok gazdaságainak együttes területe (Takács, 2000; Takács és Baranyai, 2013). A precíziós gazdálkodás kiterjesztésekor a termelők együttműködése az egyéni hasznosság mentén történik, és egyben a társadalmi fenntarthatóságot – is – szolgálja (precíziós eszközök közös géphasználatra alapuló rendszerei). El is jutottunk a termelési eszközök, a társadalmi kapcsolatok új értékrendhez igazításához, az újrastrukturáláshoz (*Restructurer*).

Amennyiben sikeres a technológia és a megalapozó innováció széles körű elterjesztése a fejlődő világban – itt nagy jelentősége lehet a nyílt innovációnak (*Open Innovation*), imitációnak (*Imitation*), a szaktanácsadási bázis kiépítésének, a „kék gazdaság” (Pauli, 2010) koncepciója mentén kialakított üzleti modellek sorának.

Az újraelosztás (*Redistribuer*), melynek célja a természeti erőforrások újraelosztása, a hozzáférés lehetőségének kiszélesítése globális, társadalmi, generációk közötti egyéni szinten hozzájárul a fejlett és fejlődő világ elmentésének részbeni csökkentéséhez, azonban meg kell jegyezni, hogy ahhoz önmagában nem elégséges, szükséges ösztársadalmi szinten is az értékrend megváltozása.

A zöld gazdaság erősebben kötődik a társadalmi, illetve környezeti fenntarthatósági kérdésekhez, és az üzleti modelljei révén a helyi gazdaság erősítését helyezi középpontba. Ez találkozik a lokális (*Relocaliser*) termelés, lokális fogyasztás céljával.

Ahhoz, hogy a gyakorlatban még többen alkalmazzák – a mezőgazdasági műszaki fejlesztése révén – kidolgozott új megoldásokat, amelyek megfelelő feltételek mellett bizonyítottan jövedelmező gazdálkodást tesznek lehetővé, szükséges az ágazati legjobb gyakorlat figyelése, adaptálása és/vagy adaptálása (imitáció). A környezetbarát technológiák, inputok, helyettesítők fejlesztése és a precíziós technológiák alkalmazása az ágazat minden szereplője számára szükséges a jövőben. Ez önmagában és elsősorban nemcsak a versenyképességet szolgálja, hanem a szereplők életképességének is a záloga. A fenntartható (mező)gazdaság további feltétele a szereplők aktív részvétele az innováció diffúziójában együttműködés (innovációs hálózatok, klaszterek) mentén, részvétel a stratégiai szövetségekben.

KÖVETKEZTETÉSEK

A fenntartható fejlődés témája egyidejűleg kommunikációs termék és társadalmi igény. Áthatja a mindennapokat, a kihívá-

sok, amivel az emberiség szembenéz, egyre nagyobb ismertséget kapnak a mindennapokban is, az észlelés, a válaszok, a reagálás tőlünk, a társadalomtól, a gazdasági szereplőktől függ. Ebben az összetett kérdéskörben a mezőgazdasággal szembeni elvárások közül az élelmezésbiztonság és élelmiszerbiztonság, a környezeti kérdések az elmúlt évtizedekben kellő hangsúlyt kaptak (World Economic Forum, 2019), ugyanakkor kevésbé kapott figyelmet a társadalmi aspektus.

Felmerül a kérdés, hogyan lehet megfelelni a mezőgazdasággal szemben támasztott többszörös igényeknek? A konkrét megoldásokkal, a válasszal adós marad jelen tanulmány. Azonban a felvetett gondolatok a mezőgazdaság műszaki fejlesztése mellett olyan innovációs irányokat is felvillant a nemnövekedés filozófiája mentén, amelyek hozzájárulnak a mezőgazdaság és a vidék társadalmi, gazdasági fejlődéséhez. Ilyen a tevékenységek relokalizációja, visszatérés a helyi (kisüzemi) gazdálkodáshoz – ahol lehetséges –, a szolgáltatási javak (quartier szektor) előállításának, társadalmi funkciók ellátásának felülvizsgálata (jövő munkaerő-szükségletével összefüggésben), az energiahasználat és -pazarlás csökkentése a várható hatások tudományos megalapozottsággal történő értékelése a technológiai innovációk bevezetés előtt stb. A közös gondolkodás túlmutat a mezőgazdaságon, társadalmi szintű változtatások sorát is szükségessé teszi (a teljesség igénye nélkül: szállítási költségek internalizálása, az ökológiai lábnyom 1960-as évek szintjére csökkentése [lehetséges-e és kinek a szintjére, fejlett vs. fejlődő világ], reklámozási, hirdetési kiadások erőteljesebb megadóztatás stb.). A nemnövekedés gondolata felújítja az ökológusok régi formuláját: gondolkodj globálisan, cselekedj lokálisan.

Az agrárdigitalizáció, a precíziós gazdálkodás, a klímaorientált okos mezőgazdaság olyan megoldásokat jelent, amelyek a környezeti fenntarthatóság (kevesebb, optimalizált ráfordítások miatt csökkentik a környezeti terhelést, szolgálja a

biodiverzitás megőrzését) szolgálata mellett a növel(het)i a gazdálkodók jövedelmét, továbbá a termelési kockázatok csökkentése révén kiszámíthatóvá, tervezhetővé teszi a gazdálkodást, ami szükséges feltétele a gazdasági fenntarthatóságnak. Ez nemcsak üzemi szinten, hanem a globális élelmezési szinten is érvényes. A szükséges munkaerő megváltozása olyan kihívás, amikor is a részben csökkenő igényhez társul a magasabb tudás, precízebb hozzáállás igénye, az oktatás és képzés fontossága. (Kérdés, hogy milyen lesz az ágazat szerepe a vidéki népesség helyben történő foglalkoztatásában, milyen termékpálya menti fejlődés/innovatív megoldás szolgál(hat)ja a lokalizációval kapcsolatban a vidékfejlesztést.) A digitalizáció, a termelés dokumentálásának újszerű módját adja, ami a nyomkövetés révén az élelmiszer-biztonság termékpálya menti elvárásait (*Farm to Fork*) biztosítja, mindazok a szervezési megoldások, amelyek a közös eszközhasználat irányába mutatnak (gépkörök, gépszövetkezetek, beszerzési és értékesítési társulások) részben a hatékonyságnövelés révén mérséklék az erőforrás-korlátozottságot, csökkent(het)ik a termelési költségeket és javít(hat)ják az egyéni és ágazati versenyképességet. Azonban szükséges szemléletváltás a szereplők részéről előtérbe helyezve a bizalmat, az együttműködési hajlandóságot. Mindez a társadalmi fenntarthatóság irányába mutat.

Fenntartható fejlődés nem létezik a fenntarthatóság irányába mutató fejlődés nélkül. Szükséges a fenntartható fejlődés környezeti, gazdasági kihívásai mellett nagyobb hangsúlyt fektetni a társadalmi kérdésekre. A fejlődést kell középpontba állítani, ami paradigmaváltást jelent, a korábbi növekedéscentrikus gondolkodáshoz képest. Érdemes megfontolni Ryden (2008), Pauli (2010), Latouche (2011), Sedlaček, 2011; Sedlaček, 2012) gondolatait.

„Jó kis bolygó a Föld. Ha nem vagyunk ilyen gyarlók és lusták, akár meg is menthettük volna.” (Vonnegut, 2015)

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

- Aisenberg, I. (2017). Precision Farming Enable Climate-Smart Agribusiness. In *How technology creates markets. Trends and Examples for Private Investors in Emerging Markets. International Finance Corporation* (pp. 75–79.). IFC. https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/6616fd9f-854a-45bd-8588-6c3d57bec589/IFC-EMCompass-TechMarketsReport_FIN+2018-ForWeb.pdf?MOD=AJPERES&CVID=mdwBXRb
- D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lähtinen, K., Korhonen, J., Leskinen, P., Matthies, B. D. & Toppinen, A. (2017). Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*, 168, 716–734. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053>.
- Andersson, H., Larsen, K., Lagerkvist, C. J., Andersson, C., Blad, F., Samuelsson, J. & Skargren, P. (2005). Farm Cooperation to Improve Sustainability. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 34(4), 383–387. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-34.4.383>
- Auernhammer, H. (2001). Precision farming – the environmental challenge. *Computer and Electronics in agriculture*, 30(1–3), 31–43. [https://doi.org/10.1016/S0168-1699\(00\)00153-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1699(00)00153-8)
- Baranyai, Zs., Szabó, G. G. & Vásáry, M. (2014). Analysis of machine use in Hungarian agriculture – Is there any future for machinery sharing arrangements? *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists*, 16(3), 24–30.
- Biró, K. és Szalmáné Csete, M. (2021). A klímainnovációs törekvések vizsgálata a dunántúli tervezési-statisztikai régiókban. *Gazdálkodás*, 65(5), 375–396.
- Chilinsky, G., Heal, G. & Vercelli, A. (1998). *Sustainability: Dynamics and Uncertainty*. Kluwer Academic Publishers.
- Carayannis, E. G., Barth, T. D. & Campbell, D. F. (2012). The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. *J Innov Entrep*, 1(2), <https://doi.org/10.1186/2192-5372-1-2>
- Choudhury, M.A. & Abbas, A. (2017). Agriculture as Social Wellbeing System in Food Security: An Epistemological Study. *Theoretical Economics Letters*, 7(3)
- Daly, H. E. (1991). *Steady-State Economics*. Island Press.
- Dietz, S. & Neumayer, E. (2007). Weak and strong sustainability in the SEEA: Concepts and measurement. *Ecological Economics*, 61, 617–626.
- Digitális Jólét Program. Magyarország Digitális Agrár Stratégiája 2019–2022. (2019). <https://digitalisjoletprogram.hu/files/24/2e/242e263bd2b441f6f30cf400e06e1e4a.pdf>
- Digitális Agrárakadémia. (é. n.). Nemzeti Agrárgazdasági Kamara. <https://www.digitalisagrarakademia.hu/e-tananyagok/>
- Dinya, L. (2020). Fenntartható társadalom – késésben a társadalmi innovációk. In Bujdosó, Z., Dinya, L. és Csernák, J., *Tanulmányok* (pp. 255–263.) XVII. Nemzetközi Tudományos Napok. Online konferencia. 2020. június 5., Gyöngyös.
- Dobos, J. és Benedek, A. (2021). Innovációs folyamatok sikerességének vizsgálata a fenntarthatóság érdekében. *Controller Info*, IX(4), 59–66. <https://doi.org/10.24387/CI.2021.4.11>
- EIP-AGRI (2015). *Precision Farming. Final Report*. https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/eip-agri_focus_group_on_precision_farming_final_report_2015.pdf
- Európai Bizottság (2021). *Európai zöld megállapodás*. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_hu
- Európai Bizottság (2022). *Az európai zöld megállapodás megvalósítása. Gazdaságunk és társadalmaink átalakítása*. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_hu
- Ewald, U. (1955). Technical change in Agriculture. A Report on the Ninth International Conference of Agricultural Economists, Helsinki, 1955. *Review of Marketing and Agricultural Economics*, 24(3), 154–165.
- FAO (2013). *Climate Smart Agriculture. Sourcebook*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.cac.int/sites/default/files/FAO.%202013.%20CSA%20Sourcebook.pdf>
- FAO (2021). *Climate Smart Agriculture case studies 2021. Projects from around the World*. Rome. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb5359en/>

- Fukuyama, F. (1995). *Trust: The Social Virtues and the Creation of Prosperity*. Free Press.
- Georgescu-Roegen, N. (1972). Energy and Economic Myth. In N. Georgescu-Roegen (ed., 1976). *Energy and Economic Myths: Institutional and Analytical Economic Essays* (pp. 3–36.). New York Pergamon Press, eBook.
- Goodland, R. & Daly, H. (1996). Environmental Sustainability: Universal and Non-negotiable. *Ecological Applications*, 6(4), 1002–1017. <https://doi.org/10.2307/2269583>
- Van der Have, R. P. és Rubalcaba, L. (2016). Social innovation research: An emerging area of innovation studies? *Research Policy*, 45(9), 1923–1935. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.06.010>
- Hediger, W. (1999). Reconciling “weak” and “strong” sustainability. *International Journal of Social Economics*, 26(7/8/9), 1120–1144. <https://doi.org/10.1108/03068299910245859>
- Husti, I. (2003). Az agrár-műszaki fejlesztés elméleti alapjai. In Fenyvesi et al., *Fejezetek a mezőgazdaság műszaki fejlesztéséből. Dimény Imre akadémikus 80. születésnapjára* (pp. 12–15). FVMMI.
- IBERDROLA (é. n.). *Smart farming, precision agriculture to achieve a more sustainable world*. <https://www.iberdrola.com/innovation/smart-farming-precision-agriculture>
- Kalmár, S., Salamon, L., Reisinger, P. és Nagy, S. (2004). Possibilities to apply precision weed control in Hungary. *Gazdálkodás*, 48(8), 88–94.
- Kemény, G., Takácsné György, K., Gaál, M. és Keményné Horváth, Zs. (2017). A precíziós szántóföldi növénytermesztési technológiára való áttérés becsült makrogazdasági hatásai, különös tekintettel a beruházási költségekre és megtérülésre. *Gazdálkodás*, 61(3), 223–234.
- Kerekes, S. (2006). A fenntarthatóság közgazdasági értelmezése. In Bulla, M. és Tamás, P. (szerk.), *Fenntartható fejlődés Magyarországon: jövőképek és forgatókönyvek* (pp. 196–211.). Új Mandátum Könyvkiadó.
- Latouche, S. (2011). *A nemnövekedés diszkrét bája*. Savaria University Press.
- Lencsés, E., Takács, I. & Takács-György, K. (2014). Farmers’ Perception of Precision Farming Technology among Hungarian Farmers. *Sustainability*, 6(12), 8452–8465.
- Lorenz, K. (2002). *A civilizált emberiség nyolc halálos bűne*. Cartaphilus Kiadó.
- Luksha, P. (2016a). *Coping with Global (Evolutionary) Crisis in 21st century through Social Innovation & Education*. 8th Worldwide Meeting on Human Values. Monterrey, Mexico, 21 October 2016. <https://www.slideshare.net/PavelLuksha/coping-with-global-evolutionary-crisis-in-21st-century-through-social-innovation-education>
- Luksha, P. (2016b). *Skills of the future and transformation of global educational ecosystem*. OECD-Laureate Seminar, 8 December 2016, https://globaledufutures.org/images/people/Skill_of_future-ilovedf-compressed.pdf
- Maciejczak, M. (2012). The concept of SMART specialization in the development of agribusiness sector on the example of clusters of innovations in agribusiness in Mazovia Province. *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists*, XIV (6), 169–176.
- Maciejczak, M. & Faltmann, J. (2018). Assessing readiness levels of production technologies for sustainable intensification of agriculture. *APSTRACT: Applied Studies in Agribusiness and Commerce*, 12(1–2), 47–52. <https://doi.org/10.19041/APSTRACT/2018/1-2/7>
- Málovics, Gy. (2011). A vállalati fenntarthatóság értelmezéséről. JATEPress. <https://eco.u-szeged.hu/download.php?docID=39479>
- McGranahan, D. A. & Kassel, K. (1997). Education and Regional Employment in the 1980s: Comparisons among OECD Member Countries. In R. D. Bollman & J. M. Bryden (eds.), *Rural Employment: An International Perspective*. CAB International.
- Medici, G. (1956). In *Proceedings of the Ninth International Conference of Agricultural Economists held at Teekkarikyta, Otaniemi, Finland 19-26 AUGUST 1955. The Implications of Technical Change in Agriculture* (pp. 71–72.). Oxford University Press.
- Mészáros, S. (2011). Nemnövekedés: egy új gazdasági paradigma európai fejleményei. *Gazdálkodás*, 55(3), 259–265.
- Oláh, J. és Popp, J. (2021). *A fenntartható fejlődés záloga a körforgásos bioökonómia*. Szaktudás Kiadó Ház.

- Pardey, P. G., Alston, J. M. & Ruttan, V. W. (2010). Chapter 22 - The Economics of Innovation and Technical Change in Agriculture. In B. H. Hall & N. Rosenberg (eds.), *Handbook of the Economics of Innovation* (pp. 939–984.). Vol. 2. North-Holland. [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(10\)02006-X](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(10)02006-X)
- Pauli, G. (2010). *The Blue Economy*. Paradigm Publications. <http://zeri.org> and at <http://www.blueeconomy.de>
- Pearce, D. & Atkinson, G. (1995). Measuring of sustainable development. In Bromly, D. (ed.), *The Handbook of Environmental Economics* (pp. 166–181.). 1st edition. Wiley-Blackwell.
- Pelenc, J. (2015). *Weak versus Strong Sustainability*. Technical Report. Brief for GSDR. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3265.2009>
- Pomázi, I. (2014). Új irányok a társadalmi haladás és jóllét mérésében. *Statistikai Szemle*, 92(2), 180–195.
- Popp, J., Pető, K. & Nagy, J. (2013). Pesticide productivity and food security. *Agronomy for Sustainable Development*, 33(1), 243–255. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0105-x>
- Ryden, L. (2008). *Education for global responsibility V Sustainable Development*. http://www.bup.fi/BUPfilm/Lars_film_site/texts/sustainable_text.pdf
- Somogyi, V., Dániel, Z. & Rédey, Á. (2012). *Fenntartható gazdaság*. Pannon Egyetem. <https://tudastar.mk.uni-pannon.hu/ff/03-fgazdasag/FGazdasag.xhtml>
- Schumpeter, J. A. (1939). *Business Cycles. A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. McGraw-Hill. http://classiques.uqac.ca/classiques/Schumpeter_joseph/business_cycles/schumpeter_business_cycles.pdf
- Sedláček, T. (2011). *Economics of God and Evil: The Quest for Economic Meaning from Gilgamesh to Wall Street*. Oxford University Press.
- Sedláček, T. (2012). *A jó és a rossz közgazdaságtana - A Gilgames-eposztól a Wall Streetig - A Gilgames-eposztól a Wall Streetig*. HVG Kiadó.
- Stull, J., Dillon, C., Shearer, S. & Isaacs, S. (2004). Using precision agriculture technology for economically optimal strategic decisions: The case of CRP filter strip enrolment. *Journal of Sustainable Agriculture*, 24(4), 79–96. https://doi.org/10.1300/J064v24n04_07
- Sudiana, K., Sule, T. E., Imas, S. & Yunizar, Y. (2020). The Development and Validation of the Penta Helix Construct. *Verslas Teorija ir Praktika*, 21(1), 136–145. <https://doi.org/10.3846/btp.2020.11231>
- Szabó, G. G. (2010). The importance and role of trust in agricultural marketing co-operatives. *Studies in Agricultural Economics*, 112(1), 5–22. <https://ageconsearch.umn.edu/record/93119/?ln=en>
- Szántó, Zs., Susányszky, É., Berényi, Z., Sipos F. & Murányi I. (2016). A jól-lét fogalmának értelmezése az európai szakirodalomban (2009–2014). *Metszetek*, 5(1), 16–47. https://metszetek.unideb.hu/files/metszetek%202016_1%20szanto%2016-47.pdf
- Szlávik, J. & Kis, E. (szerk.) (2013). *Fenntartható gazdálkodás*. Complex Kiadó.
- Szlávik, J., Csáfor, H. & Sebestyénné Szép, T. (2014). A fenntarthatóság szempontjainak megjelenése a területfejlesztésben – két Észak-magyarországi megye területfejlesztési koncepciójának példáján. *Közgazdász Fórum*, 17(4–5), 182–210.
- Takács, I. (2000). Gépkör – jó alternatíva? *Gazdálkodás*, 44(4), 44–55.
- Takács, I. (2012). Games of farmers – to cooperate or not? *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists*, 14(6), 260–266.
- Takács, I. & Baranyai, Zs. (2013). A géphasználati együttműködések, avagy a „virtuális üzemek” elmélete és gyakorlata a magyar mezőgazdaságban. *Gazdálkodás*, 57(3), 270–281.
- Takács-György, K., Lencsés, E. & Takács, I. (2013). Economic benefits of precision weed control and why its uptake is so slow. *Studies in Agricultural Economics*, 115(1), 40–46.
- Takács-György, K. & Takács, I. (2011). Risk Assessment and Examination of Economic Aspects of Precision Weed Management. *Sustainability*, 3(8), 1114–1135. <https://doi.org/10.3390/su3081114>
- Takács-György, K. & Takács, I. (2016). Some ideas about site specific crop production and theory of degrowth. *Növénytermelés*, 65(2016 Supplement), 67–70.
- Takácsné György, K. (2015). Agrárinnováció a gyakorlatban – avagy miért ilyen lassú a helyspecifikus növénytermelés terjedése? *Gazdálkodás*, 59(6), 517–526.

- Takácsné György, K. (2020). A fenntartható gazdálkodás és a méretgazdaságosság kölcsönhatásai. *Gazdálkodás*, 64(5), 365–386.
- Takácsné György, K. (2022). *Történeti kitekintés – a (mezőgazdasági) üzem fogalmának kialakulása* [konferencia-előadás]. XVIII. Nemzetközi Tudományos Napok. The 'Green Deal' – Challenges and Opportunities, Gyöngyös, 2022. május 5.
- Tocco, B., Davidova, S. & Bailey, A. (2014). Labour adjustments in agriculture: evidence from Romania. *Studies in Agricultural Economics*, 116(2), 67–73. <https://doi.org/10.7896/j.1406>
- Turek, R. A. (2013). Sustainable agriculture - between sustainable development and economic competitiveness. In R. A. Turek (ed.), *Sustainable Technologies, Policies and Constraints in the Green Economy* (pp. 219–235.). IGI Global Publishing. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-4098-6.ch012>
- UNESCO (2021). World Conference on Education for Sustainable Development, 2021. <https://en.unesco.org/events/ESDfor2030>
- Vonnegut, K. (2015). *Mi szép, ha nem ez?* Helikon.
- Van Wijk, M. T., Merbold, L., Hammond, J. & Butterbach-Bahl, K. (2020). Improving Assessments of the Three Pillars of Climate Smart Agriculture: Current Achievements and Ideas for the Future. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 558483. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.558483>
- Wilson, P. N. (2000). Social capital, trust, and the agribusiness economics. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 25(1), 1–13. <http://www.jstor.org/stable/40987045>
- WCED (1987). *Our Common Future*. World Commission on Environment and Development. Oxford University Press.
- World Economic Forum (WEC) (2019). The Global Risks Report. 14th ed. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2019.pdf

CONTRIBUTION OF THE TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT TO THE SUSTAINABILITY IN AGRICULTURE

By: Takácsné György, Katalin

Keywords: technological development, digitalization, precision technologies, environmental sustainability

JEL: Q01, Q2

The basis of this study was presented at a conference organized by the Editorial Board of the scientific journal *Gazdálkodás*, the Circle of Friends of *Gazdálkodás* and the Faculty of Economics of the University of Debrecen on May 13, 2022, in Debrecen under the title *Challenges arising from the EU's Climate and Environmental Protection Goals and their Effects on the Hungarian Agricultural Economy (European Green Deal)*.

Food security and food safety pose several challenges to agricultural production, which, in addition to technological progress, require the ability and readiness to adapt. The role of the human factor goes far beyond technological knowledge, and consumer habits, social values and their changes, social innovations must also serve sustainability. In the course of agricultural production, the correct application of technologies based on the knowledge of a given system and the development of an appropriate producer strategy are indispensable conditions for sustainable operation at the farm level, but development is inconceivable nowadays without agricultural digitization and adaptation of the solutions of climate-oriented smart agriculture. The local economy is the basis for the development of liveable local communities (social sustainability), which must go hand in hand with sustainable development in the wider environment.

The study explores the above theoretical context based on literature, with an emphasis on Agriculture 4.0, climate-oriented smart agriculture (CSA) issues along the lines of agricultural digitization. Based on the synthesis of the literature, the most important finding is that a paradigm shift is needed compared to the previous growth-oriented and consumption-promoting thinking in all areas of life. The direction of innovation, both socially and economically, must be in the direction of rational use of limited resources and logicity.