

AZ AGROÖKOLÓGIA KUTATÁSI PROGRAM (AGROÖKOSZISZTÉMÁK KÖRNYEZETI ÖSSZEFÜGGÉSEI ÉS SZABÁLYOZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI)

VÁRALLYAY GYÖRGY

ÖSSZEFOGLALÁS

Az agroökoszisztémák funkciói az utóbbi évtizedekben egyre sokoldalúbbá váltak. A naturálgazdálkodás időszakában hosszú ideig csak a biomasszatermelés volt a cél, élelmiszer és takarmány (állattenyésztésen keresztül másodlagos élelmiszer), ipari nyersanyag (élelmiszeripar, textilipar stb.) és energiaforrás (tűzifa, biofuel) előállítása céljából. Csak jóval később értékelték fel az agroökoszisztémák környezeti, közjóléti funkciói: szerepük az esztétikus táj kialakításában, a CO₂-körforgalom szabályozásában, a vízháztartási szélsőségek mérséklésében, vagy éppen az értelmes munkahelyteremtésben.

Az Agroökológia Kutatási Program mindezek alapján megfogalmazott korszerű szintézis, amelynek célja az agroökoszisztémák zavartalan, és káros környezeti (mellék)hatások nélküli működésének tudományos megalapozása:

- tényezőinek, elemeinek értékelő felmérése;
- környezeti összefüggéseinek részletes elemzése;
- anyag- és energiaforgalmi folyamatainak jellemzése, kvantifikálása, mechanizmusának tisztázása;
- befolyásolási (szabályozási) lehetőségeinek feltárása;
- alternatívák és ajánlások megfogalmazása a zavartalan működés biztosítása érdekében.

Az Agroökológia Kutatási Program egy olyan kétdimenziós mátrixba rendezhető, amelynek egyik sorát az ökoszisztéma elemeinek diszciplináris csoportosítása jelenti, másik sorát pedig a diszciplinakon belül megoldandó, szükségszerűen logikusan egymásra épülő feladatok.

Az értelmező szótárak megfogalmazása szerint az *ökológia*: „az élővilág és a környezet viszonyának kutatásával és feltárásával foglalkozó tudományág”. Feladata e kapcsolat (rendszer) elemeinek pontos megismerése; összefüggéseinek feltárása, a bennük és köztük végbemenő anyag- és energiaforgalom feltételeinek megállapítása, mechanizmusának egzakt és kvantitatív tisztázása. A bonyolult kölcsönhatások alapos és részletes megismerése lehetőséget nyújt azok térbeli változatosságának és időbeni dinamikájának, különböző hatásokkal szembeni érzékenységének és változékonyságá-

nak sokoldalú elemzésére. Mindez nélkülözhetetlen előfeltétel a legkülönbözőbb emberi tevékenységek bekövetkezett, vagy várhatóan bekövetkező ökológiai (környezeti) hatásainak regisztrálásához és előrejelzéséhez, a fennálló kölcsönhatások befolyásolási lehetőségeinek megállapításához, eredményes és hatékony szabályozásához, amelyre az ember létének és megfelelő, de legalább elfogadható életminőségének biztosításához egyre inkább szükség van, és ami egyúttal össztársadalmi igény is. Minden területen és minden vonatkozásban.

Az ökológia fenti, legszélesebb értelem-

ben vett, eredeti értelmezése az utóbbi években gyakran szűkült a természetes ökoszisztémákra, sőt azok bizonyos típusaira. Jóllehet ugyanezen időszak alatt a Földön, kivétel nélkül minden kontinensen, különösen pedig Európában egyre több, sokfélebb és erősebb antropogén hatás érte és éri a természetes ökoszisztémákat (terresztris, vízi, sőt atmoszferikus ökoszisztémákat egyaránt), s okozott azokban különböző mértékű és irányú változásokat, amelyek az ember, illetve a társadalom szempontjából egyaránt lehetnek kedvezőek vagy kedvezőtlenek, kívánatosak vagy károsak, sőt katasztrofálisak.

Hazánkban különösen így van ez, hiszen az ország nem beépített 85%-nyi területének túlnyomó hányadát nem természetes vagy természetes-közei, hanem tulajdonképpen „mesterséges”, különböző mértékben szabályozott *agroökoszisztémák* (telepített erdő és gyepek, szántóföldi és kertészeti kultúrák, mesterséges vizes élőhelyek stb.) borítják. Ennek ellenére ezen *agroökoszisztémák* sokoldalú ökológiai felmérésére, értékelésére eddig viszonylag kevés figyelem irányult, komplex elemzésére pedig csupán a Magyar Tudományos Akadémia – *Láng István* által kezdeményezett – „*Magyarország agroökológiai potenciáljának felmérése*” című országos program (1978–1982) tett kísérletet. Ez a széles körű szakembergárda bevonásával rövid idő alatt megvalósult program sem találkozott egyértelmű helyesléssel és támogatással, s elsősorban az elméleti ökológusok vitatták annak „*agroökológia*” címét és tartalmát. Létjogosultságát és társadalmi szükségességét azonban szinte mindenki elismerte.

A világ szakmai közvéleménye igen nagy érdeklődéssel kísérte a Programot, s komoly nemzetközi elismeréssel nyugtázta annak korszerű koncepcióját és racionális megvalósítását. Bizonyítja ezt, hogy azóta a Föld számos területén indultak az *agroökológiai* potenciál felmérésére, jellemzésére és fenntartható hasznosítására vonatkozó, teljesen hasonló alapelvekkel és metodológiával felépített globális, regionális vagy nemzeti

programok a FAO, UNESCO, UNEP, IIASA és más nemzetközi szervezetek irányításával, koordinálásával; legutóbb például a FAO „*Global Agro-Ecological Assessment for Agriculture in the 21st Century*” programja.

Magyarországon azonban változatlanul nehéz elfogadtatni két – aligha vitatható – alaptételt:

– az *agroökológia* is *ökológia*; az *agroökoszisztémák* is *ökoszisztémák*; a termesztett növények és azok környezete is élőlény-együttes (tehát tanulmányozásuk az ökológia része), csak azok szabályozottságának mértéke és módja különbözik;

– az *agroökológia* egy alapeleme, a *talajban tározott nedvesség* is *víz*, amelynek a vízgazdálkodás egészére, felszíni és felszín alatti vízkészleteink mennyiségére és minőségére, térbeli eloszlására és időbeni dinamizmusára jelentős, gyakran meghatározó hatása van.

Emiatt az *agroökológia* az országos K+F programokban többnyire nem kapott társadalmi jelentőségének megfelelő prioritást.

Az agroökológia az agroökoszisztémák és a környezet viszonyának megismerésével foglalkozó tudományág. Agroökoszisztéma pedig minden olyan „élőhely-élőlény” együttes, amelyet különböző mértékben, időben és módon, tudatosan befolyásol (szabályoz) az ember, bizonyos céljai megvalósítása érdekében.

Hazánk területének több mint 80%-a különböző teresztis ökoszisztémákkal borított (1. ábra). Vitatható és vitatott, hogy a 19%-nyi erdő- és a 11%-nyi gyepterület milyen hányada tekinthető természetes vagy közel természetes ökoszisztémának. Kétségtelen azonban, hogy csak kisebb része. S amennyiben funkciójuk és hasznosítási céljuk biomasszatermelés (fa, kaszáló, legelő), úgy még ezek is *agroökoszisztémáknak* tekinthetők, ami alól csak a védett, ill. természetvédelmi és rekreációs célokat szolgáló területek jelentenek kivételt. A 48%-nyi szántó és

a 3%-nyi kert- és szőlőterület pedig egyértelműen agroökoszisztéma (1. ábra). Az *agroökológia* jelentősége tehát Magyarországon megkülönböztetett jelentőségű, s kutatása is kiemelt figyelmet érdemel.

A különböző célú felhasználásra kerülő biomassza előállításához megfelelő mennyiségű és minőségű, az adott helyen és adott időben rendelkezésre álló *vízre* van szükség. Hogy ez milyen forrásokból, milyen feltételek mellett és hogyan biztosítható, az a potenciális vízkészleteken túl elsősorban az agroökoszisztémák vízháztartásától függ. Így kapcsolódik az Agroökológia Program a különböző vízkészlet-gazdálkodási programokhoz, vagy a „tisztá víz” akcióprogramhoz.

Az agroökoszisztémák területi elhelyezkedése, szerkezete fontos, Magyarországon gyakran meghatározó eleme az *esztétikus tájnak és a kellemes környezetnek*. Különösen akkor, ha számításba vesszük az agroökoszisztémák különböző mértékű szabályozásának, az ennek érdekében végrehajtott intézkedéseknek és beavatkozásoknak környezetalakító hatásait. Így kapcsolódik az Agroökológia Kutatási Program a különböző környezet- ill. természetvédelmi, valamint a legszélesebb értelemben vett „biodiverzitás” programokhoz.

Az agroökoszisztémák funkciói az utóbbi évtizedekben egyre sokoldalúbbá váltak. A naturálgazdálkodás időszakában hosszú ideig csak a biomasszatermelés volt a cél, élelmiszer és takarmány (állattenyésztésen keresztül másodlagos élelmiszer), ipari nyersanyag (élelmiszeripar, textilipar stb.) és energiaforrás (tűzifa, biofuel) előállítása céljából. Csak jóval később értékelődtek fel az agroökoszisztémák környezeti, közjóléti funkciói: szerepük az esztétikus táj kialakításában, a CO₂-körforgalom szabályozásában, a vízháztartási szélsőségek mérséklésében, vagy éppen az értelmes munkahelyteremtésben.

Az Agroökológia Kutatási Program mindezek alapján megfogalmazott korszerű szintézis, amelynek célja az agroökoszisz-

témák zavartalan, és káros környezeti (mellék)hatások nélküli működésének tudományos megalapozása:

- tényezőinek, elemeinek értékelő felmérése;
- környezeti összefüggéseinek részletes elemzése;
- anyag- és energiaforgalmi folyamatainak jellemzése, kvantifikálása, mechanizmusának tisztázása;
- befolyásolási (szabályozási) lehetőségeinek feltárása;
- változatok és ajánlások megfogalmazása a zavartalan működés biztosítása érdekében.

Az agroökoszisztémák a litoszféra (geológiai képződmények, talajképző kőzet), atmoszféra, hidroszféra (felszíni és felszín alatti vízkészletek), bioszféra és a pedoszféra (talaj) kölcsönhatásának zónájában alakultak ki, mégpedig az emberi tevékenység különböző, de egyre jelentősebb befolyásának eredményeképpen (2. ábra).

Az agroökoszisztémák zavartalan funkcióképességét elsősorban az azok környezetét jelentő „*termőhelyi adottságok*” határozzák meg és az ún. „*agroökológiai potenciál*” fejezi ki. Ennek legfontosabb elemei a következők:

- felszín közeli légkör éghajlata és időjárása;
- geológiai felépítés és domborzat;
- talajviszonyok;
- felszíni és felszín alatti vízkészletek.

E tényezők határozzák meg egy adott ökoszisztéma kialakulását, fejlődését és változásait; anyag- és energiaforgalmát; biogeo-kémiai ciklusait, abiotikus/biotikus transport- és transzformációs folyamatait; valamint funkcióit és funkcióképességét; hasznosítási lehetőségeit és védelmének, megőrzésének, állag-megóvásának feladatait.

Az Agroökológia Kutatási Program egy olyan kétdimenziós mátrixba rendezhető,

amelynek egyik sorát az ökoszisztéma elemeinek diszciplináris csoportosítása jelenti (1–6), másik sorát pedig a diszciplinákon belül megoldandó, szükségszerűen logikusan egymásra épülő feladatok (A–F):

Az ökoszisztéma elemei:

1. Felszín közeli légkör (éghajlat, időjárás, állományklíma).

2. Talaj (beleértve a felszín közeli alapkőzetet és domborzatot; anyagok biogeo-kémiai körforgalma).

3. Talajnedvesség (felszíni és felszín alatti vízkészletek; a talaj vízgazdálkodása és nedvességforgalma).

4. Növény (szántóföldi kultúrák főbb típusai, gyepterületek, különböző jellegű erdők; beleértve a gyomtársulásokat és a növényvédelem speciális ez irányú aspektusait).

5. Állatvilág (talajban és a talajjal kapcsolatban lévő fauna; ill. bizonyos ökoszisztémáknak szintén részét képező haszonállatok).

6. Biodiverzitás.

Feladatok:

A/ Jelenlegi helyzet állapotfelmérése.

B/ Egyes ökológiai tényezőkön belül végbemenő folyamatok jellemzése, kvantifikálása, oknyomozó elemzése, hatásmechanizmusának tisztázása.

C/ Az egyes agroökológiai tényezők közötti anyag- és energiaforgalmi folyamatok, sokoldalú kölcsönhatások feltárása, oknyomozó elemzése.

D/ Az agroökoszisztémák és az egyéb környezeti tényezők kölcsönhatásainak sokoldalú elemzése, mindkét vonatkozásban

– a környezet elemeinek hatása az agroökoszisztémákra (jelent Projekt);

– az agroökoszisztémák hatása a környezetre többi elemére (további Pályázat).

E/ A „B”, „C”, „D” folyamatok és kölcsönhatások elemzése, tisztázása

– különböző szabályozottságú (természetes → fitotron);

– különböző szintű (globális → tábla);

– különböző funkcionális célú (biomasszatermelés, környezetvédelem, közjóllét stb.)

körülmények között.

F/ Ajánlások, változatok megfogalmazása az agroökoszisztémák zavartalan működtetésére és környezeti hatásainak lehetőség szerinti optimalizálására.

Fentieknek megfelelően az Agroökológia Kutatási Program tervezett fő kutatási területei a következők (3. ábra):

(1) Talajtani kutatások.

(2) Vízgazdálkodási kutatások.

(3) Meteorológiai kutatások.

(4) Növényállomány kutatások.

(5) Növényvédelmi kutatások.

(6) Regionalitás, biodiverzitás, kutatások.

A kutatások megvalósítására az alábbi összetételű konzorcium vállalkozott:

1. MTA Talajtani és Agro-kémiai Kutató Intézet – a konzorciumot vezető intézmény

2. SZIE-MKK Földműveléstani Tanszék

3. Corvinus Egyetem Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszék

4. NYME-MÉK Matematika–Fizika Tanszék

5. MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete

6. MTA Növényvédelmi Kutatóintézete

7. MTA TAKI – „Agro-21” Kutatási Programiroda

8. SZIE MKK Növénytermesztéstani Tanszék

9. SZIE MKK Növényteni és Növényélettani Tanszék

10. NYME MÉK Agrártudományi Centrum

Az Agroökológia Kutatási Program természetesen nem valósítható meg reálisan meg előzmények nélkül. Ilyen előzményt jelentenek a felsorolt hat szakterületen eddig végzett agroökológiai jellegű kutatások eredményei, adatai, vagy adatbázisai; meg-

lévő és hozzáférhető adatokat szolgáltató információs és/vagy monitoring rendszerei; valamint kutatási tapasztalatai, beleértve természetesen a naprakész hazai és nemzetközi szakirodalmi tájékozottságot is. A Program elsősorban ezen meglévő adatok új-szempon্তু feldolgozására, széles körű és sokoldalú elemzésére alapoz, amelynek a konzorcium-intézmények és a munkában résztvevő szakértők eddigi munkája ad realitást.

Az előzmények közül külön is ki kell emelni a *Magyar Tudományos Akadémia „Magyarország agroökológiai potenciáljának felmérése”* című országos programját 1978–1982 között. Hasonlóan értékes információ-forrást jelentenek a *Vízgazdálkodási Kerettervek, Magyarország Nemzeti Atlasza*, valamint az agroökológia részeket (is) tartalmazó kézikönyvek, monográfiák, értekezések, kísérleti adatok. A nemzetközi trendekhez és új tudományos elvárásokhoz történő igazodást számos agroökológiai tárgyú könyv, ill. különböző nemzetközi szervezetek különböző célú, tartalmú és részletességű agroökológiai potenciál felméréseinek és agroökológiai zonációs munkáinak értékelő áttekintése szavatolja.

A részletes eredmény-mozaikok bevezetésekkppen az alábbiakban rövid áttekintést nyújtunk a Program logikai koncepcióját kifejező irányvonalról. Ezek az alábbi négy – egymásra épülő – csoportban foglalhatók össze:

1. Állapot-értékelés.
2. Agroökológiai következmények.
3. Beavatkozások.
4. Regionalitás, biodiverzitás.

1. ÁLLAPOT-ÉRTÉKELÉS

A kutatási program kiindulása egy korszerű és részletes *állapot-értékelés*. Ezt a környezeti tényezők ökológiai szempontból legfontosabb három elemére (légkör, víz, talaj) terjesztettük ki:

1.1. *Az éghajlatot*, mint az agroökoszisztémák működésének feltételrendszerét, erőforrását, s mint fontos kockázati tényezőt elemeztük. Vizsgáltuk a klímaelemek hatását az agroökoszisztémák anyag-körforgalmára, illetve a növényállományok hatását a felszín közeli atmoszférára. Megállapítottuk, hogy az éves csapadékösszegek igen nagy térbeli variabilitást és időbeni ingadozást mutatnak, amelyben egy csökkenő évi átlagos csapadékmennyiség trend így is megfigyelhető (4. ábra).

1.2. A térben és időben egyaránt nagy és szeszélyes variabilitást mutató csapadék egy változatos domborzatú felszínt borító heterogén, gyakran mozaikosan tarka *talajtakaróra* hull (5. ábra). A talajviszonyok változottsága nemcsak a talajok típusában és altípusában mutatkozik meg, hanem a talajok vízgazdálkodásában is. Kidolgoztuk a magyarországi *talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak és vízháztartási típusainak kategória-rendszerét*, valamint megszerkesztettük e kategóriák 1:100 000 méretarányú térképeit (6. ábra). A gazdag talajtani és természetföldrajzi adatbázis alapján – korszerű térinformatikai módszerekkel – mód volt további tematikus térképek elkészítésére. Elkészült a *„Belvíz-veszélyeztetettség talajtani okai”* térkép, s dolgozunk egy *„Aszályérzékenység térkép”* megszerkesztésén.

A jövőben várhatóan növekvő gyakoriságú, tartamú és mértékű *szélsőséges vízháztartási helyzetek* (árvíz, belvíz, túlnedvesedés – aszály) megelőzésének, kiküszöbölésének, mérséklésének Magyarországon – elsősorban a Magyar Alföldön – megkülönböztetett jelentősége van. Ilyen szempontból döntő fontosságú az a tény, hogy *Magyarország legnagyobb természetes víztározója a talaj*. Igaz, hogy hasznos tározó tere a felszíni vagy felszín közeli gyenge vízbefogadó- és vízáteresztő képességű rétegek előfordulása miatt sajnos nem mindig tud feltöltődni („ledugaszolt üveg effektus”): a talaj mélyebb rétegei számos esetben alig nedvesednek még időszakos vízborítás alatt álló

belvizes területeken sem is. A talaj vízraktározó képességét pedig a homok(os) talajok kis víztartó képessége korlátozza „lyukas üveg effektus” (6. ábra).

1.3. A talaj vízraktározó képessége az agroökoszisztémák zavartalan működése, megfelelő vízellátása szempontjából döntő jelentőségű, hiszen a növények (pl. az őszi kultúrák) tavaszi transzspirációs „vízhiányát” az őszi-téli csapadékkal feltöltött és a talajban tárolt vízkészletekből lehet csak zavartalanul kielégíteni (7. ábra).

2. A KÖRNYEZETI TÉNYEZŐK AGROÖKOLÓGIAI KÖVETKEZMÉNYEI

A környezeti tényezők agroökológiai következményeit több vonatkozásban is részletesen elemeztük.

2.3. Fitotronos modellkísérletekben vizsgáltuk a hő-vízviszonyok (hőmérséklet, hőszint) hatását a kalászosok (őszi búza, rozs, tavaszi búza) fejlődésének megindulására. A vizsgált 12 faj és fajta viselkedésében jelentős különbségek adódtak, amely fontos információt jelent mind a növénynevelők, mind a növénytermesztők számára (8. ábra).

2.2. Még nagyobb különbségek voltak kimutathatóak a vizsgált 12 fajta biomassza tömegének alakulásában a vízellátás (szabadföldi vízkapacitás 30–40–50–60–70%-a) függvényében. A 9. ábráról szemléletesen kitűnik, hogy a csökkenő vízellátás minden fajta esetében csökkentette a biomasszahozamot. Ezt a fajta genetikai potenciálja nem volt képes ellensúlyozni, sőt a nem megfelelő vízellátás a nagy genetikai potenciálú fajták biomasszahozamában okozott legnagyobb mértékű csökkenést.

2.3. A Nagygombosi Gazdaságban végzett igen nagy számú kísérletben egyértelmű összefüggés volt megállapítható a csapadék mennyisége és a búza termése között (1. táblázat). Ez alól csak a betakarítás időszakában rendkívül csapadékos 1999-es esztendő „vízi aratása” jelentett kivételt.

2.4. A csapadékviszonyok nemcsak a termés mennyiségét, hanem annak minőségét is meghatározzák, amint ezt az 1996–2002 időszak búzatermésének minőségi jellemzői (fehérje %, farinográfus érték, nedves siker %, Hagberg esés szám) jól mutatják (1. táblázat). A termés mennyisége és minőségi jellemzői között nem lehetett egyértelmű összefüggést megállapítani. Bár száraz évszázadokban gyakran volt megfigyelhető a „minőség” kedvező alakulása a mennyiség rovására.

2.5. A mezőgazdasági táblán nemcsak kultúrnövény van, hanem sajnos előfordulnak gyomok is. Pedig a biodiverzitás szintere nem a természet kultúrnövény állománya. Gyomcönológiai vizsgálataink közül a nagygombosi búza bikultúrában és kukorica monokultúrában az átlagos csapadékú 1996. és a nagyon aszályos nyarú 2003. évek összehasonlító adatait közöljük a 2. táblázatban. Az aszályos évben jól megfigyelhető a mélyen gyökerező, agresszív vízfelvételű, szárazságtűrő gyomfajok előretörése a szárazságra érzékenyen reagáló fajokkal szemben, mint ezt a táblázat piros, ill. zöld nyilai szemléltetik. Ezeknek a vizsgálatoknak azért van különös jelentősége, hogy a várható klímaváltozásra, ill. a prognosztizált időjárási szélsőségek esetére időben lehessen racionális gyomszabályozási technológiákkal felkészülni.

2.6. Magyarország gyepterületeinek jelentős hányada az emberi tevékenység által többé vagy kevésbé befolyásolt agroökoszisztéma. Vizsgálataink egy mezőgazdaságilag értékes *Salvia-Festucetum rupicolae* löszpusztagyep társuláson folytak a Gödöllői Kísérletes Növényökológiai Kutatóállomáson. Itt különböző CO_2 -kezelések (CO_2 , $\text{CO}_2 \times \text{N}$ -ellátottság, $\text{CO}_2 \times \text{vízellátottság}$) hatását vizsgáltuk a gyepek biomassza hozamára, fajösszetételére és C-mérlegére. A CO_2 -kezelés növelte a szárazanyag-termelést és az összborítást; a fajösszetételt pedig a nem pillangós kétszikűek javára tolta el az egyszikűek és a pillangósok rovására (10. ábra).

Az éves C-mérleg jelentős szezondinamikát mutatott. A vegetációs periódusban – áprilistól kezdve – egy erőteljes CO₂-felhasználás figyelhető meg az asszimiláció, ill. a biomassa-képzés eredményeképpen. Az októberrel kezdődő téli időszakban viszont a CO₂-forgalom nagyon lelassul, enyhe emisszióval. C-mérleg vizsgálatainkat a program további részében különböző állatok által legelt területekre is kiterjesztjük. A C elnyelés–emisszió aránynak jelentős szerepe van a légköri hőmérséklet alakulásában. A nemzetközi egyezményekben előírt CO₂-koncentráció csökkentésre két lehetőség van: CO₂-emisszió csökkentése; CO₂-elnyelés növelése. Ilyen szempontból megkülönböztetett fontosságú és aktualitású a különböző ökoszisztémák C-forgalmának, ill. nettó C-elnyelésének ismerete, hisz legújabban a CO₂-csökkentés „kereskedelmének” terve is felmerült.

2.7. Magyarország erdősültsége 1950 óta egyenletesen nő (11. ábra), de a közép-európai 26%-os átlagot csak 2035 táján fogja megközelíteni – ha a tervezett folyamatos évi növekedés realizálódik. A fafajösszetételben csökkent az őshonos tölgy, cser, bükk és gyertyán aránya; az akác arányának stagnálása mellett nőtt viszont a gyorsan növő fenyőfélék és a nyár részese (12. ábra). A különböző mértékben szabályozott erdő ökoszisztémáknak a fatömeg-termelés, a talajvédelmi és közjóléti funkciókon túlmenően szintén nagy szerepe van a C-körforgalom szabályozásában.

2.8. Az agroökoszisztéma-vizsgálatokból nem maradhatnak ki a növényvédelmi kutatások sem. Ilyenek voltak az ökotoxikológiai biotesztek fejlesztése terén végzett kutatásaink. Ezek keretében vízi toxicitás teszteket (nagy vízibolha, *Daphnia magna*) és rovar bioassay rendszereket [gyapoptoploska (*Dysdercus cingulatus*), káposzta bagolylepke (*Mamestra brassicae*), chilei óriáscsótány (*Blaberus craniifer*)] fejlesztettünk ki különböző szennyező anyagok detektálására. Jelentősek voltak az invázió rovarfajok monitorozására vonatkozó vizsgálataink is

[gyapottok bagolylepke (*Helicoverpa armigera*)].

Fénycsapda és feromoncsapda alkalmazásával végzett rovar-populáció-dinamika vizsgálataink eredményei közül a 13. ábrán mutatjuk be az eperfa pajzstetű (*Pseudaulacaspis pentagona*) terjedési dinamikáját Magyarországon a múlt század 20-as éveitől kezdve.

A másik kutatási irányt növényvédelmi kutatásainkban

– a levéltetvek migrációjának, rajzásának és áttelelésének, valamint

– a drótférgek göcszerű és szezonális előfordulásának

térinformatikai módszerek felhasználásával történő elemzése jelentette.

Előbbiben különböző fajtájú burgonyaállományok mikroklimájának (hőmérséklet, csapadék, páratartalom), a különböző burgonyafajták beltartalmának (nyers fehérje, nyers zsír, szénhidrát), valamint a növény tápanyag- és vízellátásának hatásait elemeztük a levéltetvek elterjedtségére. Utóbbiban pedig a drótférgek táblaszintű variabilitását és dinamikáját kísértük figyelemmel és ábrázoltuk szemléletes terepmodelleken (14. ábra).

A növényvédelmi kutatások a megbízhatóbb előrejelzésekhez, a preventív védekezési módszerek kidolgozásához, valamint a termőhely-specifikus precíziós növénytermesztés megvalósításához szolgáltatnak nélkülözhetetlen információkat.

3. BEAVATKOZÁSOK AZ AGROÖKOSZISZTÉMÁK ANYAGFORGALMÁBA

Az agroökoszisztémákba történő beavatkozások közül a talajművelés, a vízellátás és a tápanyag-ellátás módszereit vizsgáltuk részletesebben. A kiindulási alapot ehhez a táblaszintű termesztéstechnológia „agroökológiai mérlegének” elemzése jelentette, felmérve a „túlzott” és az „elégtelen” beavatkozások előnyeit és hátrányait.

3.1. Józsefmajori szabadföldi tartamkísérletekben *6 talajművelési eljárás* (szántás, sávos művelés, tárcsázás, direkt vetés, kultivátoros művelés, tárcsázás + lazítás) hatását vizsgáltuk a növényállomány és a talaj jellemzőire:

– *A talaj tömörödésére.* Ilyen szempontból természetesen a szántás bizonyult legkedvezőbbnek, szemben a direkt vetéssel, amely ilyen lazító hatást nem biztosított (15. ábra).

– *A hatás azonban nem volt ilyen egyértelmű a különböző talajrétegek 10 cm-enként mért nedvességtartalmában.* A feltalaj 0–10 cm-es rétegét a szántás kifejezetten szárította; legjobbnak ilyen szempontból a tárcsázás + lazítás kezelés mutatkozott; míg a direkt vetés egyértelmű nedvességmegőrző hatása nem volt kimutatható (16. ábra).

Az altalajban a kép némileg megváltozott: a szántás hátránya eltűnt (hisz a laza szántott réteg a mélyebb szinteket megvédte a kiszáradástól); a szezon dinamika tompult. A direkt vetés itt is „lemaradt” (17. ábra). Megalapozott következtetés levonásához azonban további mérések szükségesek, amelyek elvégzésére az előkészületek megtörténtek.

– Megvizsgáltuk a 6 talajművelési kezelés hatását a talaj *potenciális* – a szabadföldi vízkapacitás és a holtvíztartalom különbségeként számított – *hasznosítható vízkészletére*, valamint *tényleges* (aktuális nedvességtartalom és holtvíztartalom különbsége) hasznosítható vízkészletére is. Előbbire a kezeléseknél gyakorlatilag nem volt kimutatható hatása. Utóbbi viszont szemléletesen tükrözte, hogy a talaj hasznosítható vízraktározó tere – különösen a feltalajban – messze nem feltöltött és jelentős mennyiségű további víz befogadására (lenne) alkalmas.

3.2. A Nagygombosi Gazdaságban végzett szabadföldi kísérletek (1998–2002) egyértelműen igazolták, hogy a búza terméshozama elsősorban a lehullott csapadékmennyiség függvénye és ez az „*évjárat-hatás*” (1998: átlagos csapadéku év; 2002: száraz év) *műtrágyázással nem helyettesíthe-*

tő (19. ábra). Tény azonban az is, hogy a racionális műtrágyázás még száraz esztendőben is növeli a termést, és így mérsékelheti a szárazság okozta termés kiesést. Jelentős mértékű terméscsökkenést mértünk az 1999-es esztendőben, amikor a betakarítás időszakában igen nagy mennyiségű csapadék hullott intenzív záporok és zivatarok formájában, olyan szélsőséges nedvességszorongat eredményezve, hogy az aratást helyenként vízben (vízből) lehetett csak elvégezni.

4. REGIONALITÁS, BIODIVERZITÁS

A regionalitás kutatásai Magyarország hét nagytájára készültek:

- Dunai Alföld;
- Tiszai Alföld;
- Kisalföld;
- Nyugat-magyarországi peremvidék;
- Dunántúli-dombság;
- Dunántúli-középhegység;
- Észak-magyarországi középhegység

Ezekre tematikus *talajtérkép-sorozatokat* készítettünk 1:100 000 méretarányban, amelyeken az agroökológiai szempontból legfontosabb 5 talajtényezőt (talajok genetikai típusa és altípusa; talajok kémhatása és mészállapota; talajok fizikai félesége; talajok vízgazdálkodási kategóriái; talajok szervesanyag-készlete), valamint a talajok anyagforgalmának alapvető típusait és a nagytáj talajdegradációs régióit ábrázoltuk (20. ábra).

Felújítottuk az *agroökoszisztémák biomassza-termelési potenciáljára* vonatkozó vizsgálatainkat is (21. ábra). Megállapítottuk, hogy az ilyen és hasonló elemzésekhez a nagytáj-szintű „*lebontás*” nem elégséges, hisz a nagytájon *belüli* nagy heterogenitás gyakran torzítja (elfedi, tompítja) a nagytáj *közi* különbségeket, mint ez a 21. ábrán bemutatott térképről – a Dunai Alföldre vonatkozóan – egyértelműen kitűnik. A

nagytáj 5 középtája ugyanis nagymértékben különböző agroökológiai potenciálú. Sőt, a még részletesebb vizsgálataink a középtájakon belül is jelentős különbségeket mutatnak. Természetes továbbá hogy pl. a Dunamenti-síkság öntésterületei, homokterületei és szikes területei jelentősen különböznek.

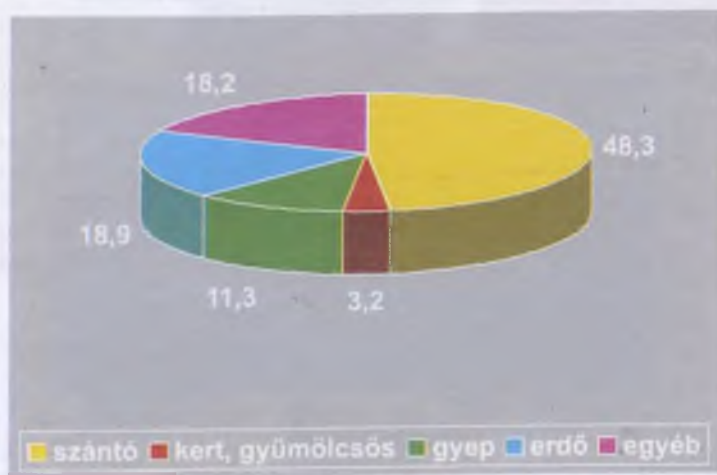
A kutatási programban elért eddigi eredmények jól alapozhatnak meg további programokat, nemzetközi, országos és regionális szinten egyaránt. Pl. agrár-környezetvédelmi program; természetvédelmi program; vízgazdálkodási program; élelmiszer-ellátás biztonsági program; környezet-egészségügyi program. A legutóbb pl. eddigi eredményeink eredményesen kerültek felhasználásra a

klímaváltozás hatásainak kutatási programjában (VAHAVA).

Munkánkat az „Agroökoszisztémák hatása a környezetre” témájú program keretében reméljük folytatni. Az agroökoszisztémák környezeti hatásainak elemzésére ugyanis nagyon kevés tapasztalat és vizsgálati eredmény áll rendelkezésre, pedig ilyenekre a racionális erőforrás-hasznosítás, természet- és környezetvédelem, multifunkcionális mezőgazdaság, területhasznosítás és tájfejlesztés, környezet-egészségügy szempontjából egyaránt nagy szükség lenne.

Jelen kötet tanulmányaiban a Program keretében elért legjelentősebb kutatási eredményeinkből adunk közre egy válogatást.

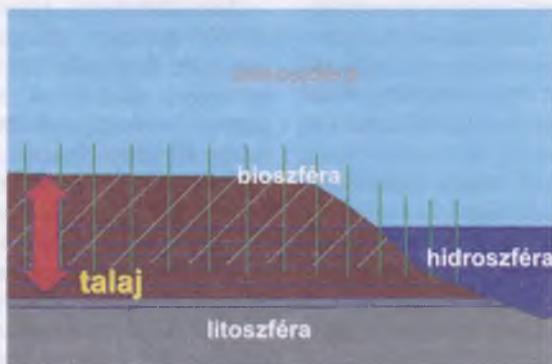
1. ábra



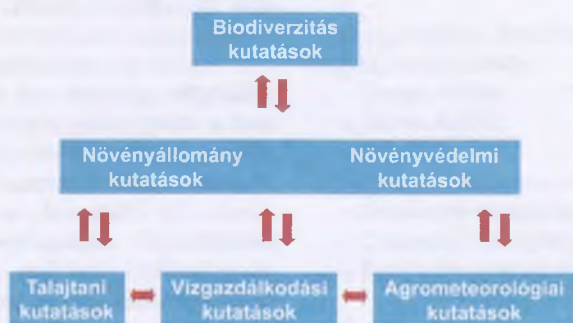
Magyarország területének több mint 80%-a teresztrisz ökoszisztémákkal borított, amelyek nagyrészt agroökoszisztémák

2. ábra

Szférák kölcsönhatása

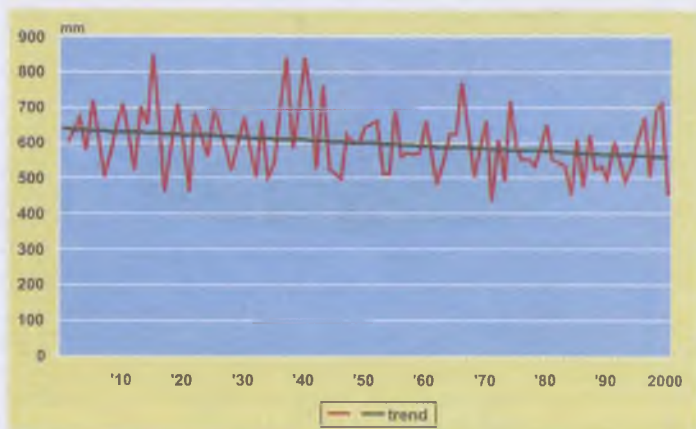


3. ábra



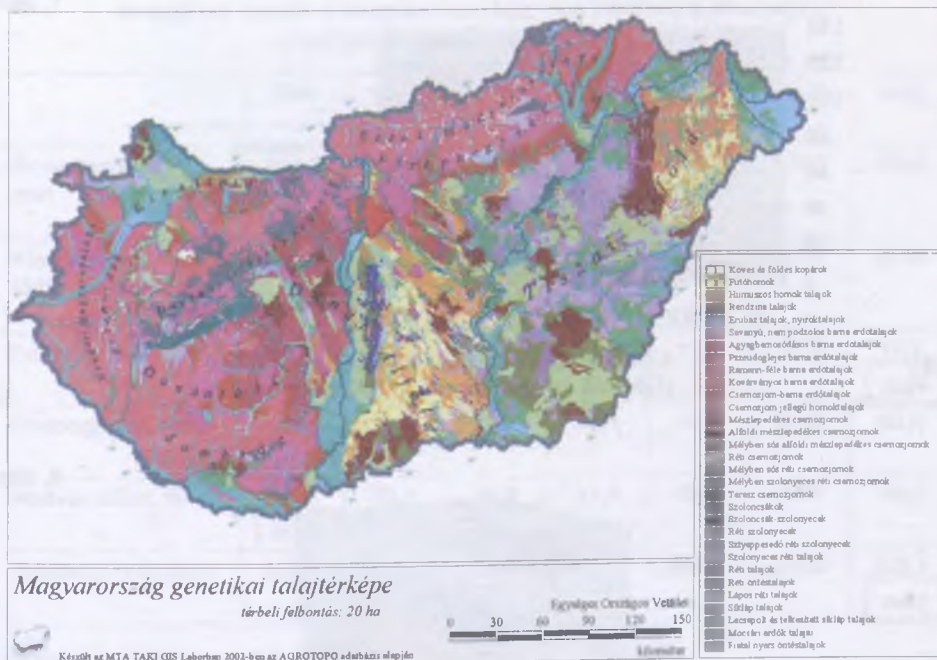
Az Agroökológia Kutatási Program fő kutatási területei

4. ábra

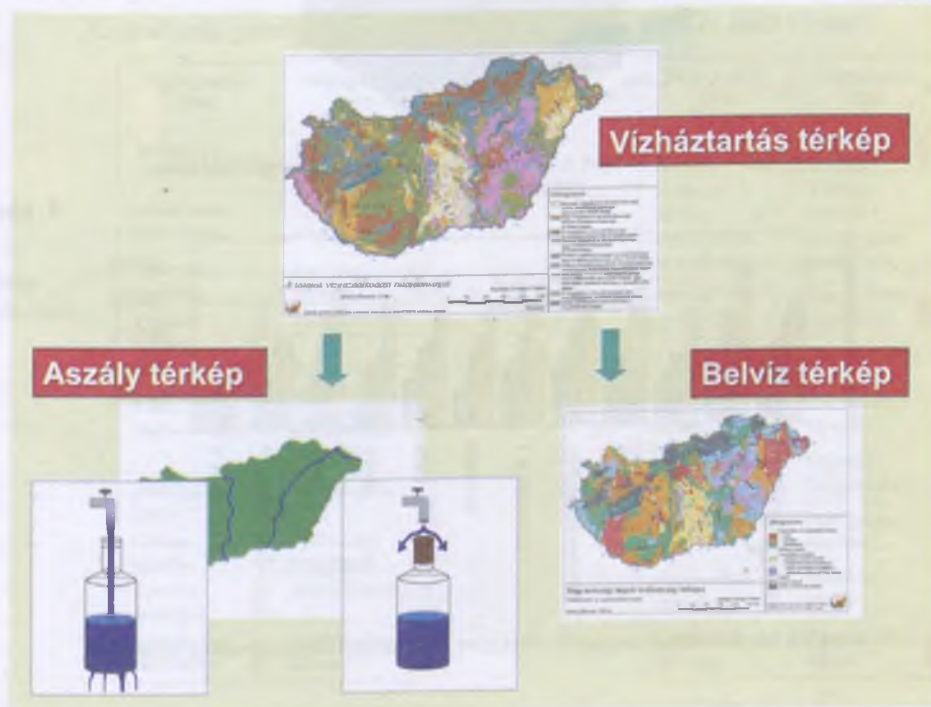


Az éves csapadékösszegek változása
 Forrás: Varga-Haszonits, 2003

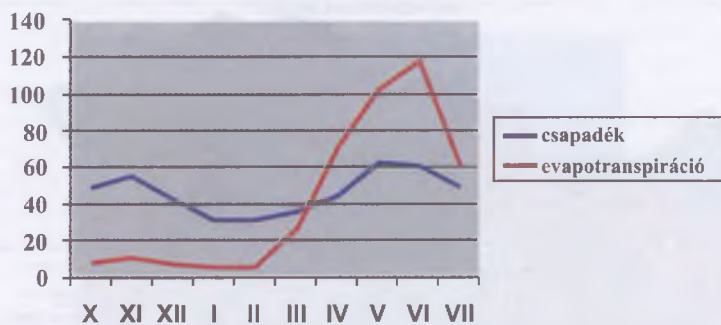
5. ábra



6. ábra

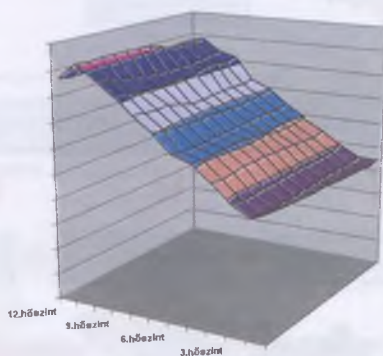


7. ábra



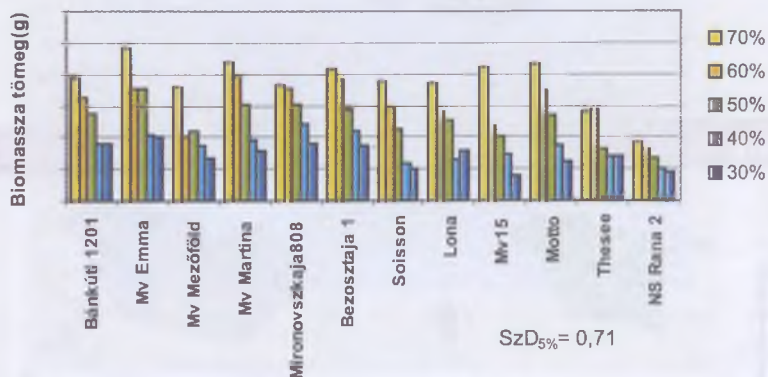
A búza evapotranspirációs vízmérlege
(Gödöllő, 50 éves csapadékatlag, mm)

8. ábra



A hőmérséklet hatása a kalászosok fejlődésének megindulására
(Martonvásár, 2003)

9. ábra



A fajták biomassa-tömegének változása különböző talajnedvesség-szinteken

1. táblázat

Az évjárat hatása a termésmennyiség és a minőség alakulására*
(Gödöllő–Nagyombos, 1996–2002)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Éves csapadék, mm	544,3	407,6	725,5	837,0 max	344,0	706,0	426,8
Kísérletek főátlag, t/ha	4,08	2,88	6,21 max	2,87	3,32	5,28	4,34
Fehérje, %	15,8	13,2	11,5	14,3	11,6	12,0	17,2 max
Farinográfus érték	89,7 max	50,4	70,7	47,4	44,4	51,6	62,4
Nedves siker, %	37,8 max	30,5	27,4	32,2	28,3	27,5	38,4
Hagberg esésszám	339,1	213,2	278,2	-	188,6	295,2	362,1 max

Megjegyzés: 1999-ben a csapadék 40%-a június–július hónapban hullott.

* a vizsgált búzafajták átlagában

2. táblázat

Az uralkodó gombfajok és a borítottság változása 1996 és 2003 között

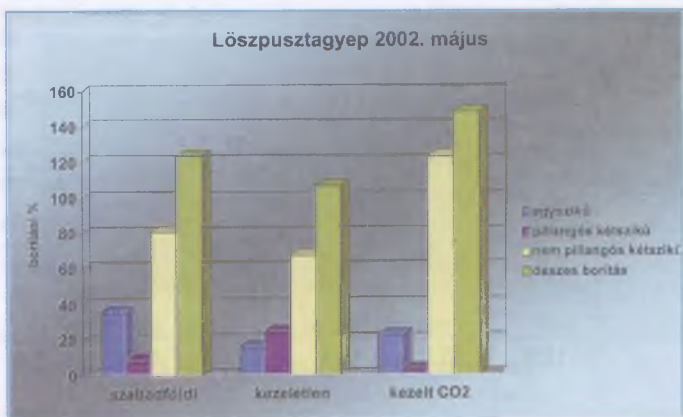
Búza
bikultúra

Nagyombos 1996	Nagyombos 2003
Veronica hederifolia	Bylderdikia convolvulus
Bylderdikia convolvulus	Thlaspi arvense
Matricaria inodora	Cirsium arvense ¹
Papaver rhoeas	Viola arvensis
Stellaria media	Amaranthus retroflexus
Viola arvensis	Convolvulus arvensis
Ambrosia elatior ³	Sinapis alba
Galium aparine	Matricaria inodora
Cirsium arvense ¹	Stellaria media
Amaranthus retroflexus	Chenopodium album ²

Kukorica
monokultúra

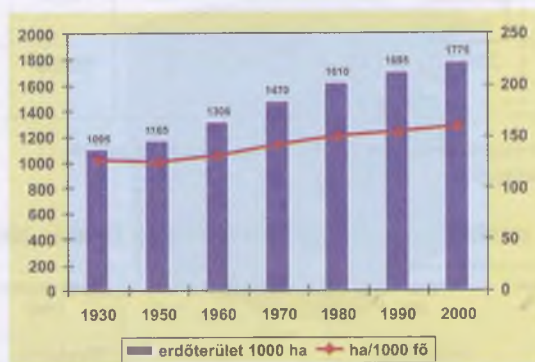
Nagyombos 1996	Nagyombos 2003
Matricaria inodora	Cirsium arvense ¹
Stellaria media	Thlaspi arvense
Bylderdikia convolvulus	Bylderdikia convolvulus
Thlaspi arvense	Amaranthus retroflexus
Cirsium arvense ¹	Viola arvensis
Ambrosia elatior ³	Convolvulus arvensis
Viola arvensis	Capsella bursa pastoris
Echinochloa crus-galli	Matricaria inodora
Amaranthus retroflexus	Stellaria media
Convolvulus arvensis	Chenopodium album ²

10. ábra



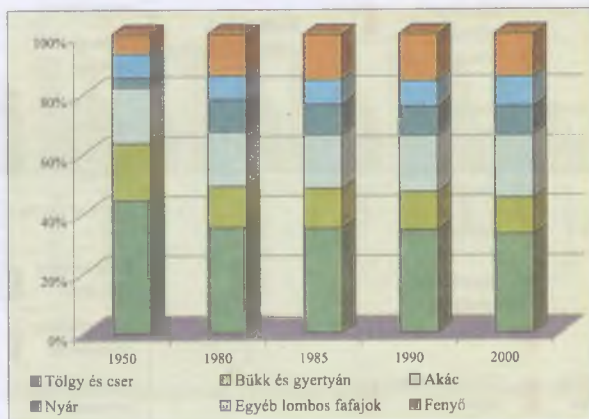
Borítási % funkcionális csoportok szerint (Gödöllő, 2002)

11. ábra



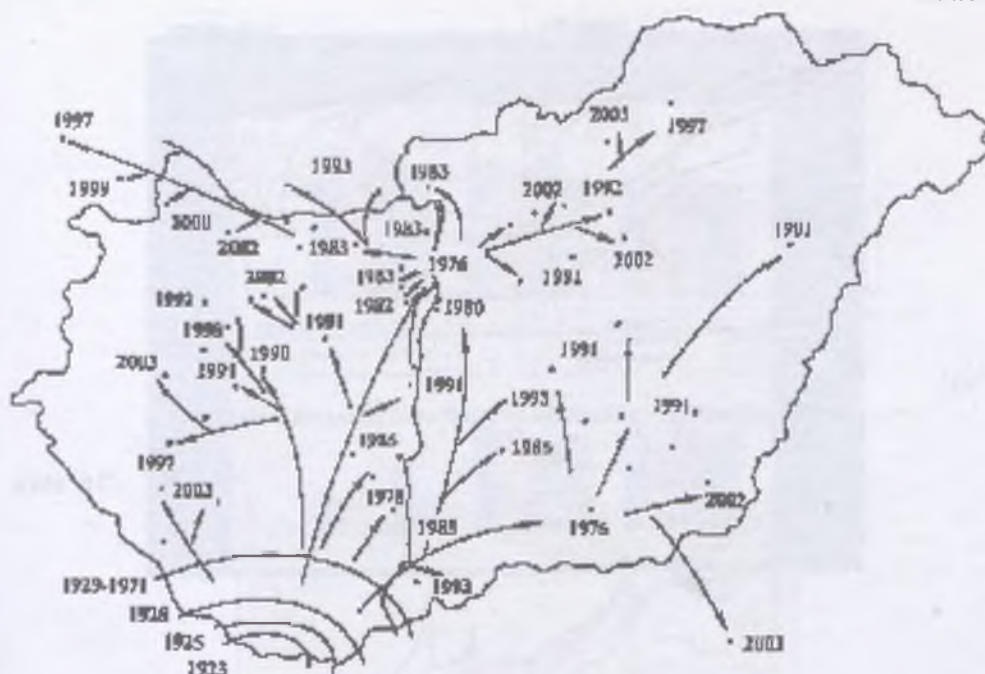
Magyarország erdősültsége (Solymos, 2003)

12. ábra



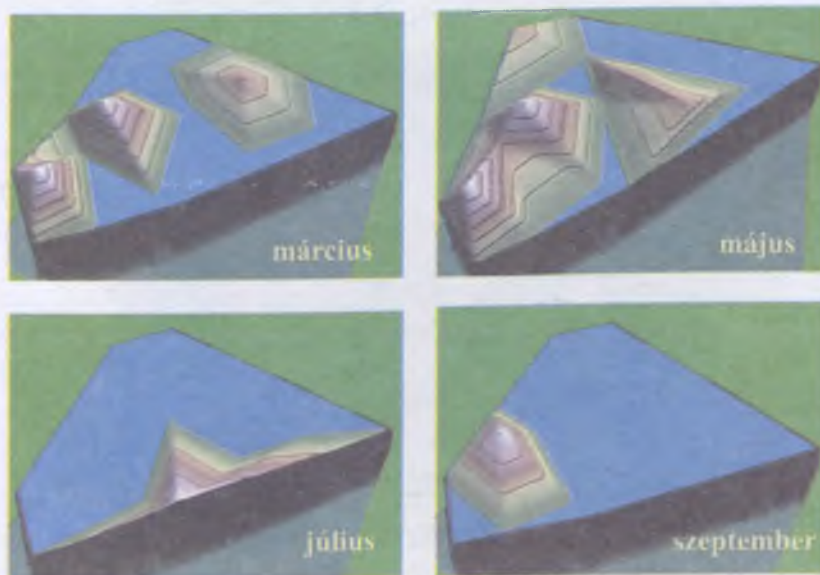
A hazai erdőterület megoszlása fajok szerint (Solymos, 2003)

13. ábra



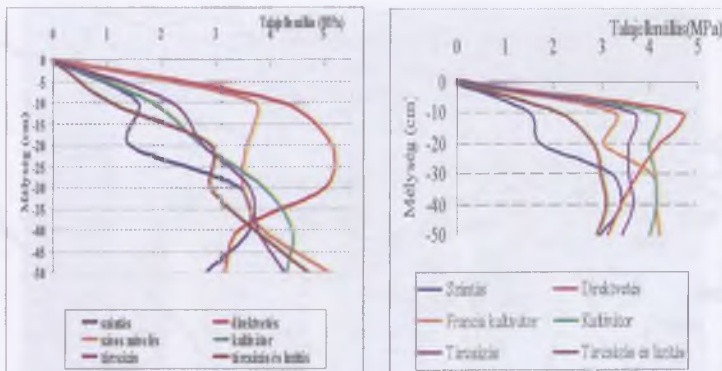
Rovar populációdinamikai vizsgálatok
Eperfa pajzstetű (*Pseudaulacaspis pentagona*) terjedési dinamikája

14. ábra



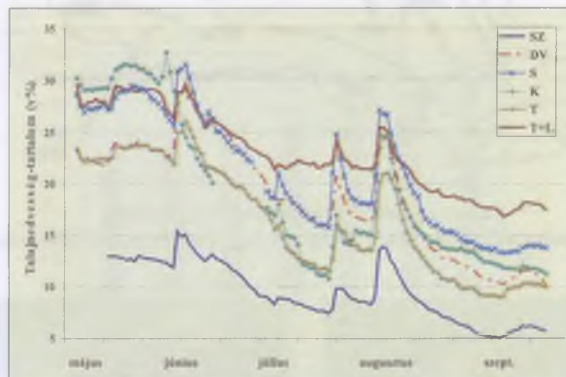
A drótféreg gócszerű és szezonális előfordulása (Kuroli, 2003)

15. ábra



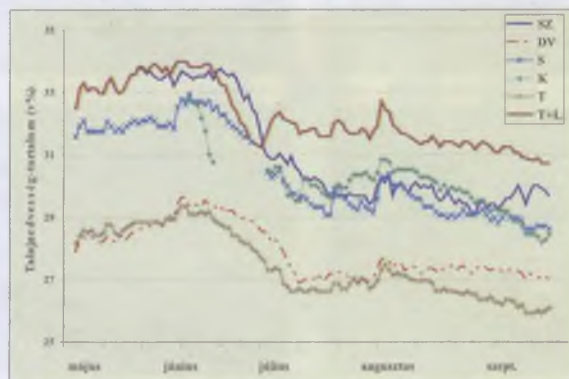
A talaj „ellenállása” különböző talajművelési eljárások hatására

16. ábra



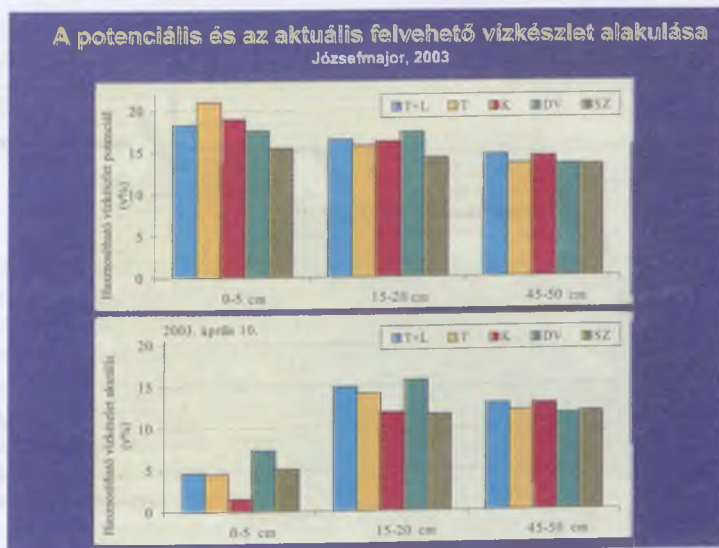
A talaj nedvességtartalmának változása a feltalajban

17. ábra

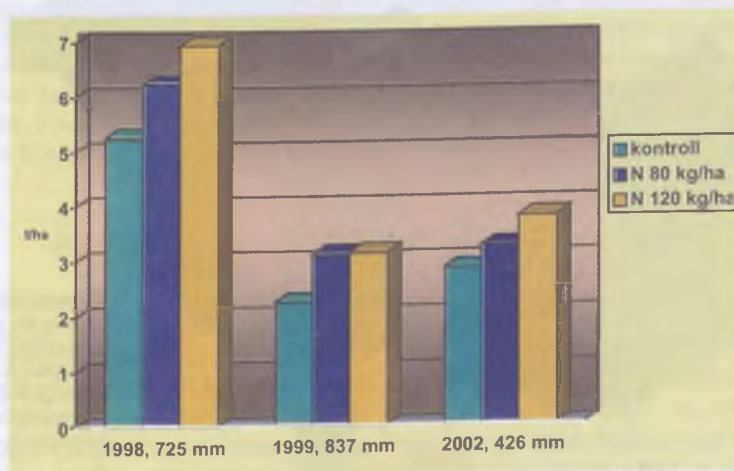


A talaj nedvességtartalmának változása az altalajban

18. ábra



19. ábra



A nitrogén hatása a búza termésére eltérő évjáratokban

