

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

*A fenntarthatóság és versenyképesség  
kapcsolódási pontjai, a fennálló kölcsönhatások  
gazdasági vetületei a mezőgazdasági  
vállalatokban*

*(Második rész: A fenntarthatóság és versenyképesség  
összefüggései, a kölcsönhatások gazdasági vetületei)*

**SZÁLTELEKI PÉTER – SOLTI IZABELLA – BACSI ZSUZSANNA  
– BÁNHEGYI GABRIELLA – PUPOS TIBOR**

**Kulcsszavak:** fenntartható mezőgazdaság, versenyképesség, termelési és üzletági  
stratégiák

**Jel-kód:** Q15, Q18, R11

**ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK,  
JAVASLATOK**

A tanulmány témájával kapcsolatos különböző paradigmák értelmezése és elemzése alapján – ami a tanulmány első részében található – megállapítottuk, hogy számos kérdést illetően eltérő nézetekkel lehet találkozni a mezőgazdasági fenntarthatóság alapelveit és eszköztrendszerét illetően. Úgy ítéljük meg, hogy az agroökológiai szempontok érvényesítése jelenti – több szakíró véleménye alapján – a fő irányt, az egyik legjobb lehetséges megoldást a mezőgazdasági fenntarthatóság folyamatos biztosítása érdekében. Ugyanakkor az is megállapítható, hogy számos kérdés vetődik fel – mint például a fenntarthatóság és versenyképesség összefüggései, a termelés jövedelmezőségének alakulása, a biztonságos élelmiszer-ellátással szembeni növekvő igény biztosított lesz-e az inputszegény, de a környezetet kímélő technológiai megoldások alkalmazása esetén? Ezekre nem igazán adnak választ a szakírók.

A fenntarthatóság és versenyképesség együttes érvényesítésének keretrendszerét az új közös agrárpolitika (KAP) és annak kapcsolódó speciális célkitűzései – versenyképesség növelése, méltányos jövedelem, környezetvédelem, tájkép és biodiverzitás megőrzése stb. – adja. Az eszköztrendszerben kiemelt szerepet kap az Farm to Fork (F2F, Termőföldtől az asztalig) stratégia, amelynek fő célja az uniós mezőgazdaság fenntartható élelmiszerrendszerre alakítása. Ennek elérését egyes inputok volumenének csökkentésében látja. Véleményünk szerint a tartás- és termesztéstechnológiák innovatív módszerei továbbra is szerepet kapnak, mivel a fenntarthatóság és versenyképesség egyensúlyi helyzete biztosításában kulcsszerepük van. Tanulmányunk e második részében a különböző megoldási módok gazdasági vetületeit elemezzük forrásmunkák alapján. A fenntarthatóság és versenyképesség összefüggéseinek gazdasági vetületeit a brojlercsirkére vonatkozóan saját modellszámítással számszerűsítettük. A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a fenntarthatóság és versenyképesség egyensúlyi helyzetére nem lehet általános ér-

vényű ajánlásokat, megoldási módokat adni. Ez az egyensúlyi helyzet függvénye a vállalat termelési szerkezetének, amelyet viszont a termőhely mint térbeni egység a vidékgazdaságba, a vállalat intézményi környezetébe és a társadalmi-gazdasági intézményrendszerbe való beágyazottsága, továbbá a gazdálkodó vagy menedzsmen szakmai felkészültsége és végül a fenntarthatósághoz való attitűdje határoz meg.

## BEVEZETÉS

Különös aktualitást adnak a fenntarthatóság és versenyképesség összefüggései vizsgálatának azok az elvárások és követelmények, amelyeket a fenntarthatóság és a Föld népességnövekedésével összefüggésben a kidolgozott stratégiák generálnak. Az ENSZ által a népességnövekedésről két évente készített előrejelzés 2050-ben 9,7 milliárd, 2100-ban 10,4 milliárd fős népességgel számol. A környezetvédelemmel kapcsolatos egyes problémák kezelése és megoldásuk a mezőgazdaságot sem hagyják érintetlenül, mivel a megoldandó problémák a *gazdaság-társadalom-környezet* bonyolult kölcsönhatásában keresendők.

Az előzőek miatt a mezőgazdaság stratégiai jelentőségű ágazat, és helyzetének, termelékenységének alakulása az emberi jólét egyik kulcsfontosságú tényezője. Ezt alátámasztja például a Tata-Schultz (1988) által kidolgozott, az emberi jólét fejlettségi állapotát tükröző új mutatója is. Ez az index előrelépés a korábbi indexekhez képest. A varimax rotációval<sup>1</sup> végzett faktoranalízis eredményei megfelelnek a szerzők által kiválasztott négy rendszer – *fizikai, gazdasági, társadalmi és politikai* – kimeneteiből képzett változóknak. A négy rendszer változói között ott szerepelnek a mezőgazdaságra vonatkozók is:

- az elsődleges ipar (*mezőgazdaság, bányászat*) kibocsátásának egy főre vetített értéke,
- egy főre vetített szántóterület,
- a vidéki lakosság százalékos aránya.

Fontos kérdés tehát, hogy a mezőgazdasággal szemben megfogalmazott elvárások összhangban vannak-e a termelés keretrendszerét adó új KAP stratégiai céljainak eszközrendszerével, például az F2F stratégia által prognosztizált jelentős mértékű inputcsökkentésekkel, amelyek a fenntartható mezőgazdaság céljait szolgálják. Összességében fontos lenne tudni/ismerni, hogy a fenntarthatóság érdekében megvalósítandó célkitűzéseknek milyen gazdasági vetületei lesznek. Ennek megválaszolása hatástanulmányok, gyakorlati tapasztalatok, és modellkalkulációk alapján lehetséges. Tanulmányunk e – második – részében a megjelent forrásmunkák, egyes esetekben a kutatási eredmények gazdasági vetületeinek számszerűsítésével és saját modellszámítással is elemezzük a kapcsolódó stratégiák gazdasági vetületeit, a fenntarthatósági és versenyképességi szempontok egyensúlyára fókuszálva. Úgy ítéljük meg, hogy a kapcsolódó előírások eléggé szigorúak. Eltérő mértékben ugyan, de korlátozzák a termelést, az érintettek között – a profitérdekeltségük, az eltérő erőforrás ellátottságuk stb. miatt is – belső tereket generálnak, felszínre hozzák az érdekellentéteket. Ebből viszont következik, hogy nem minden esetben irányulnak a fenntarthatósági szempontok gyakorlati érvényesítésére. Egyébként az EU mind az F2F, mind a Biodiverzitás stratégiát úgy hirdette meg, hogy hatásvizsgálatot nem végzett, sőt a stratégiák akár csak részleges hatáselemzésére is eddig mindössze három műhely vállalkozott (Potori, 2021., hivatkozik Kapronczai-Udovecz, 2023:402):

<sup>1</sup> A varimax forgatást a faktoranalízisnél arra használják, hogy egy adott rendszer kimeneteinek változóit – néhány fő elem vonatkozásában – leegyszerűsítsék.

- az Amerikai Egyesült Államok Mezőgazdasági Minisztériuma (USDA) (Beckman et al., 2020);
- az Európai Bizottság tudományos szolgálata, a Közös Kutatóközpont (JRC) (Barreiro-Hurle et al., 2021);
- a Christian-Albert-Universität zu Kiel (CAU) a német Gabonaszövetség megbízásából (Henning et al., 2021).

A stratégiáknak – ahogy ezt a későbbiekben látni fogjuk – több kockázata is van, ugyanakkor a fenntarthatóság globális indokait nem lehet vitatni, és a zöldítésnek erős a társadalmi támogatottsága. Nem kevés az olyan vélemények száma sem, akik az uniós célkitűzések mögött gazdaság- és hatalompolitikai szempontok érvényesítését látják. Wesseler (2019) munkájában a kártevők és korokozók elleni védekezési stratégiák szabályozási rendszerének kritikusan elemzését végzi el, és rámutat arra is, hogy ezzel kapcsolatosan miért aggódik sok közgazdász. Nem vitatja – a védekezési stratégiák emberi egészségre és a környezetre gyakorolt negatív hatások elkerülése, sőt csökkentése érdekében – a szabályozás szükségességét, de úgy ítéli meg, e folyamatok egyre inkább átpolitizálódtak, ami a költségek és a kapcsolódó engedélyezési határidők meghosszabbítását is eredményezte. Kapronczai és Udovecz (2023:396) véleménye szerint Magyarországon „A mezőgazdaság szinte valamennyi történelmi korszakban átpolitizált volt. A társadalmi (politikai), a gazdasági (hatékonyság) és a környezeti szempontok optimális arányát általában nem sikerült megtalálni”.

## **A FENNTARTHATÓ MEZŐGAZDASÁG ÉS FENNTARTHATÓ GAZDÁLKODÁS**

### **A Green Deal múltja és jövője, avagy a környezetpolitika főbb szakaszai, állomásai és a fenntarthatóság**

Az EU környezetvédelmi politikájának főbb szakaszai Pomázi (1997) szerint az

alábbiakban összegezhető. Az *első időszakban (1957–1972)* a gazdasági növekedés kapott fő prioritást, ezért környezetvédelmi intézkedések nem szerepeltek, a *második időszakban (1972–1986)* jelentős változások történtek. „A növekedés határai” című Római Klub jelentése hatására az Európai Bizottság 1972 tavaszán kidolgozta az *EU Első környezetvédelmi akcióprogramját*, amit 1973 novemberében fogadtak el. Ebben a dokumentumban kerültek megfogalmazásra a környezetvédelmi alapelvek, a „tizenegy parancsolat”. Ez a program mérföldkőnek tekinthető, az alapelvek a mai napig meghatározzák a kapcsolódó játékszabályokat. Ezek közül a 3. alapelv az alábbiakat tartalmazza: „A természet vagy a természeti erőforrások bármilyenemű olyan hasznosítását kerülni kell, amely jelentős kárt okozhat az ökológiai egyensúlyban”. Ennek az alapelvnek a mezőgazdasági termelés vonatkozásában, mivel a mezőgazdaságnak – ahogy ezt már említettük – sajátos a viszonya a természeti erőforrásokhoz, kiemelt szerepe lesz az ágazati szabályozásban is. A Második környezetvédelmi akcióprogram időszaka (1977–1981) alatt fogadták el az ipari szennyezés ellenőrzési költségeivel foglalkozó szabályozást. A program központi kérdései a vegyi anyagok és a környezeti hatásvizsgálatok voltak. A Harmadik környezetvédelmi akcióprogram 1982-től 1986-ig tartott. A környezet fokozódó savasodása és a növekvő hulladékok mennyisége miatt jelentkező problémák megoldása jelentette a prioritásokat. A „puha szabályozás” volt jellemző. A harmadik akcióprogram a 1987–1992 közötti időszakot ölelte fel. A korszak kezdetét az Egységes Európai Okmány jelenti, ami 1987. július 1-én lépett hatályba, és a környezetpolitikát a többi közösségi politikával tette egyenrangúvá. A korszak másik fontos dokumentuma a *Negyedik környezetvédelmi akcióprogram (1987–1992)*. E programban kiemelt szerepet kapott a jogi eszközök kiegészítése közgazdasági és kommunikatív eszközökkel (pl. oktatás, tájékoztatás). A bizottság nagy hangsúlyt

fektetett a nem kormányzati szervezetekkel és az állampolgárokkal való szorosabb kapcsolat kiépítésére. A negyedik időszak időtávja 1992–2000. Ebben az időszakban készült el az Ötödik környezetvédelmi akcióprogram. Ezzel az akcióprogrammal vette kezdetét a *szisztematikus stratégiai tervezés*. A program egyik fontos környezetpolitikai prioritása volt a fenntartható gazdálkodás a természeti erőforrásokkal; talaj, víz, természeti területek és tengerparti övezetek. A programban öt célágazat került meghatározásra. Egyik célágazat a *mezőgazdaság* volt. A program szerint fenntarthatóbb egyensúlyra kell törekedni *mezőgazdasági, társadalmi és gazdasági értelemben egyaránt*, a mezőgazdasági tevékenység és a vidékfejlesztés más formái és a környezet természeti erőforrásai között. A megfogalmazott célok gyakorlati megvalósítását segítő eszközrendszer is kidolgozásra

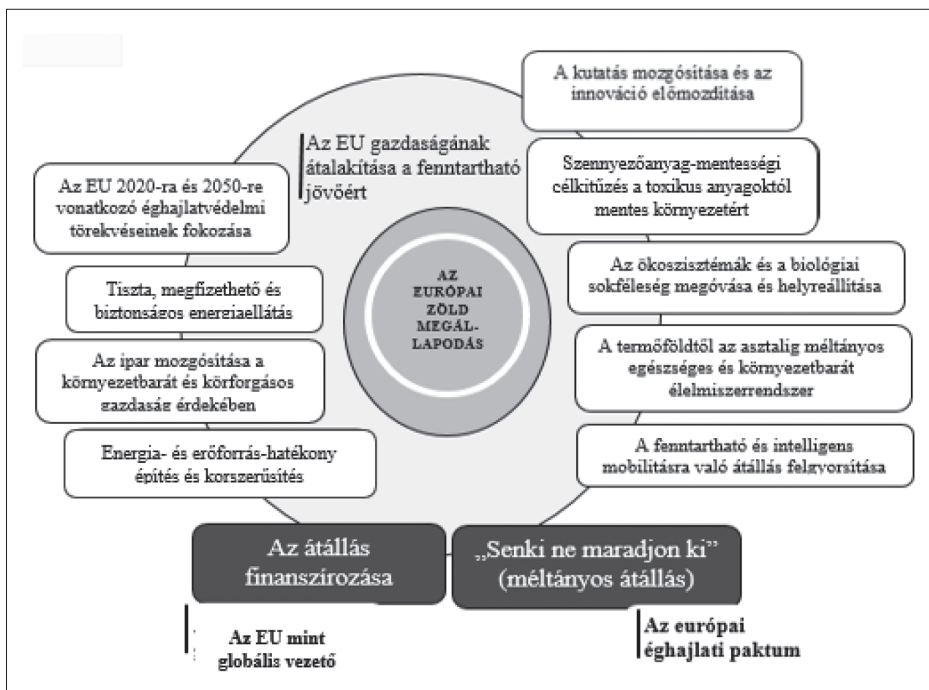
került, melynek fontos elemét képezték a *pénzügyi támogatási mechanizmusok*. Ebben a programban kerül megfogalmazásra az is, hogy *a társadalomnak is változtatni kell a fogyasztási és magatartási szokásain*. A hatodik környezetvédelmi program a „Környezet 2010: a mi jövőnk, a mi választásunk” címet kapta. A program időtartama a 2002. július 22. és 2012. július 21. közötti időszakra vonatkozik. Ez a terv az ötödik cselekvési programból és az ahhoz kapcsolódó felülvizsgálatok megállapításaiból indul ki. A merev jogi szabályozás helyett a stratégiai megközelítés fontosságát hangsúlyozza a program (COM, 2001).

Az új ciklusban (2021–2027) az Európai zöld megállapodás főbb elemeit a 1. ábra szemlélteti.

Az új KAP tervszámai alapján az új ciklusban (2021–2027) a KAP költségvetési

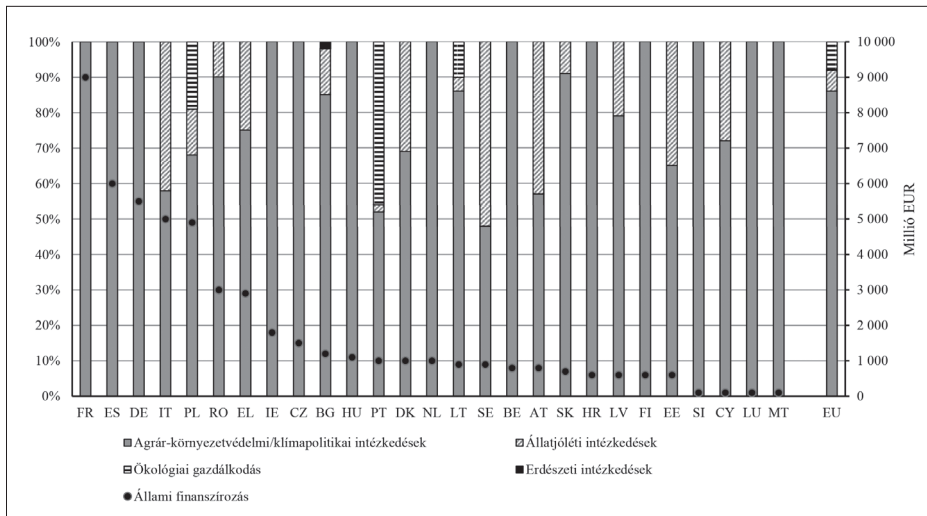
1. ábra

**Az Európai zöld megállapodás különböző elemei**  
(The various elements of the Green Deal)



2. ábra

**Az ökoszabályozásra tervezett kiadások intézkedéscsoportok szerinti megoszlása és a 2023-tól 2027-ig terjedő időszakra az öko programokhoz tervezett teljes közfinanszírozás (Breakdown of expenditure planned for eco-regulation by category of measures and total public funding planned for eco-schemes for the period 2023 to 2027)**



Forrás: Becker et al. (2022) alapján Pupos T. szerkesztése

keret 40%-a fordítódna a környezetvédelmi és éghajlat-politikai célok megvalósítására. A jóváhagyásra benyújtott tagállami KAP stratégiatervek pénzügyi és tartalmi prioritásait a 2023–2027 közötti időszakra a 2. ábra szemlélteti. Az eredmények alapján megállapítható, hogy az ökoprogramokra tervezett források valamivel meghaladják az előírt minimumot, míg egyes tagállamok közel vannak a termeléshez kötött közvetlen kifizetések maximális részarányához. A közvetlen kifizetések körülbelül 24%-át ökoprogramokra különítik el, bár ez jelentősen eltér a tervezett finanszírozási ajánlattól. Az alapok 87%-a az éghajlat, a víz/talaj és a területekre vonatkozó intézkedésekre irányul. A biodiverzitás biztosított. A források 7%-a jut állattéli intézkedésekre (különösen Olaszországban, Ausztriában és Cipruson). Az alapok 6%-át az ökológiai gazdálkodás támogatására fordítják (Svédország, Portugália és Észtország). Az erdészeti intézkedésekre Bulgáriában és Cipruson fordítják a források

legkisebb hányadát. Az agrár – környezet – klíma intézkedések a második pillérben is fontosok maradnak (Becker et al., 2022).

Krengel et al. (2014) szerint a klímaváltozás növeli a termelés kockázatát, és fontos szerepe van a növényi korokozók és kártevők megjelenésére is az alábbiak miatt:

- változik a kártevők és korokozó *szezonális előfordulása* (az életciklusokra nagymértékben hat a klímaváltozás),
- változás jelentkezik a *populációdinamikában* (járványok, áttelelés, fejlődési ütem változásai miatt),
- változás jelentkezik a *földrajzi eloszlásban* (fajok vándorlása, invazív fajok megjelenése másik területen).

**A technológia fejlődés – mint a fenntarthatóság egyik perspektivikus eszköze – főbb állomásai és azok tartalmi elemei**

Tanulmányunk első részében elemeztük a technológia szerepével kapcsolatos eltérő véleményeket. Úgy ítéljük meg, hogy a tech-

nológia szerepe a fenntartható mezőgazdasági termelés szempontjából a jövőben sem kérdőjelezhető meg. A technológia minden korban fontos eszköze volt a mezőgazdaság fejlődésének, ugyanakkor – a mindenkori céloknak való alárendeltsége miatt – szerepe nem vitatható a mezőgazdaság környezetre gyakorolt kedvezőtlen hatásainak fokozásában sem.

A mezőgazdasági technológiák fejlődés-története nagyon jól követhető Jóri (2017) és Szőke-Kovács (2020) munkája alapján. A szerzők a kapcsolódó forrásmunkákra is hivatkozva a történeti fejlődés főbb szakaszait az alábbiak szerint összegzik:

**Mezőgazdaság 0.0:** i.e. 5500-ban a mezőgazdasági eszközhasználat kezdetével kezdődött a kerék, a kocsis és az eke feltalálása és az igitavonó állatok földművelési célú használatával.

**Mezőgazdaság 1.0:** A XX. század elejétől datálható, az iparosítás a mezőgazdasági fejlődést is új alapokra helyezte, hiszen megjelentek a gőzgépek és a villamosság, így gépesíteni lehetett a folyamatokat.

**Mezőgazdaság 2.0:** A „zöld forradalomnak” nevezett fázis az 1950-es évektől kezdődően indult útjára. A mezőgazdasági termeléshez szükséges hatékony eszközök már tömeggyártásban készültek, a gépek a földeken is átvették az izommunka helyét. Megjelentek a kemikáliák – műtrágya, növényvédők szerek és egyéb szintetikus anyagok felhasználása a technológiákban. Látványosan nőtt a termelés és a termelékenység is. A fázis elemeit alapul véve nem igazán nevezhető a fázis „zöld forradalomnak”.

**Mezőgazdaság 3.0:** 1980-tól jelentek meg a számítógépek, illetve mikroelektronikai eszközök a mezőgazdaságban. Ezt követően az internethálózat kiépülésével újabb fejlődési szakaszba lépett a mezőgazdaság. Gyakorlattá vált a GPS-rendszeren alapuló technikák alkalmazása. A GPS-rendszeren alapuló automata kormányzás, a sorvezető megjelenése és a digitális adatfeldolgozás hatékonyabbá tette a gazdálkodást. Végző

soron a „precíziós gazdálkodás” vette kezdetét. Ez lehetővé teszi a műveletek pontos végzését, a táblán belüli változások követését, az állati egyedek kezelését, vagyis az agronómiai teljesítmény optimalizálását a ráfordítások csökkenése révén. A precíziós mezőgazdaság magával hozza a *nanotechnológiák* alkalmazásának lehetőségét is. Alkalmazásuknak a műtrágyázásban és a növényvédelemben lesz fontos szerepe. Ugyanis a nanokapszulázott hagyományos műtrágyák, peszticidek és gyomirtók szerek a tápanyagok és hatóanyagok lassú felszívódását tartósan biztosítja, és lehetővé teszi a pontos adagolást is. Ennek eredményeként csökkenthető a műtrágyázás környezetre gyakorolt káros hatása, hatékonyabb lesz a kártevők és korokozók elleni védekezés is.

**Mezőgazdaság 4.0:** Új korszakba lépett a mezőgazdaság a XXI. század elején, amit az információs technológiák fejlődése, a szenzorok és aktuátorok, mikroprocesszorok olcsóbbá és egyúttal fejlettebbé válása, az egyre nagyobb adatforgalmat lehetővé tevő szélessávú internetes hálózatok fejlődése, felhőalapú IKT- (infokommunikációs technológia) rendszerek kiépítése és a Big data (adatdömping) analitikák létrehozása tett lehetővé.

A szakértők véleménye szerint egy átlagos gazdaság 2050-ben már 4,1 millió adatot generál naponta. Ezek feldolgozása csak az *IoT (Internet of Things)* eszközökkel lesz lehetséges. Ezek az IoT-platformok lehetővé teszik az élelmiszer-termelés strukturált és strukturálatlan összefüggéseinek vizsgálatát. Alkalmazásuk azonban szükségessé teszi a *munkaerő oktatását, a kapcsolódó készségek kifejlesztését* a munkaerőben. A jövőben a gazdálkodók ismereteit, készségeit nem szűk értelemben vett mezőgazdasági ismeretek vonatkozásában kell fejleszteni, hanem a digitalizáció és a biológiai ismeretek területén kell elmélyíteni. Kiemelt szerepet kap tehát az *adatvezérelt gazdálkodás*. Ez alapozza meg a rendelkezésre álló adatok és információk statisztikai fel-

dolgozásával – információk az időjárásról, a fajtákról, a talaj minőségéről, kártevők, kórokozók megjelenésének valószínűségéről, több éves gazdasági tényadatokról, piaci trendekről és árakról stb. –, hogy a gazdálkodók megalapozottabb döntéseket hozzanak.

Az egyik legfontosabb innovatív megoldást az egyes eszközök informatikai összekapcsoltsága jelentette, és ennek eredménye lett az okostechnológiák kialakítása. A másik fontos hatása ennek, hogy a döntéshozatal folyamata és körülményei is átalakulnak (Székely, 2018). A rendszert gyakran nevezik „okos-mezőgazdaságnak” (Smart Farming) és „digitális gazdálkodásnak” (Digital Farming), mivel okostechnológiát alkalmaz a mezőgazdaságban. Ez alapozza meg a fejlődés útját a kezelő nélküli műveletek és az automatikus döntési rendszerek számára. Reddy (2021) arról számol be, hogy a precíziós gazdálkodás felügyeleti és nyomon követési rendszerei lehetővé teszik a talaj nedvességszintjének folyamatos mérését, és ez nemcsak az alulöntözést akadályozza meg, hanem az öntözés optimalizálása révén vízmegtakarítást is eredményez (Reddy, 2021).

Az egyik legígéretesebb területet jelenti a mezőgazdaság számára a dróntechnológiák alkalmazása az alábbi területeken: *talaj- és terepelemzés, vetés, állománypermetezés, termés megfigyelése, öntözéshez adatszolgáltatás, növények állapotfelmérése*. Az UAV-k (pilóta nélküli légi járművek; légi robotok, drónok) termelékenysége a növényvédelemben – állománypermetezés – ötször nagyobb, mint a földi gépeké. „A drónok adatgyűjtő eszközként váltak ismertté, de a jövőben tapasztalni fogjuk, hogy egy teljes folyamat végrehajtásában is közreműködhetnek: adatokat gyűjtenek, elemzik ezeket az információkat, majd reagálnak is ezekre. Például a mezőgazdasági drónok hatalmas területeket lesznek képesek berepülni, ellenőrizni, képesek lesznek felmérni, kiszűrni a gyomnövényeket, kártevőket és egyéb felme-

rülő problémákat, majd a megadott parancs szerint végrehajtanak” (Millberg, 2020).

**Mezőgazdaság 5.0:** Ez a szakasz „várhatóan a robotikán és a mesterséges intelligencia valamilyen formáján alapul majd” (Jóri, 2017). A mezőgazdaságban a robotizáció egyes vélemények szerint már pár évtized alatt elterjedhet (Tóth, 2018).

### **Az alternatív lehetőségek és szerepük a fenntarthatóságban**

Röviden meg kell említeni azokat a megoldási módokat, alternatív lehetőségeket is, amelyek fontos szerepet kaphatnak a fenntartható mezőgazdaságban. De Clero et al. (2018) tanulmányukban részletesen elemzik a problémákat kiváltó okokat, de egyben vázolják azokat a technológiai lehetőségeket is, amelyek perspektivikus megoldást jelentenek/jelenthetnek:

- *Az akvakultúra-telepeken* tenyésztett algák a halliszt helyettesítését teszik lehetővé és a költségekben 60-70 százalékos megtakarítást eredményeznek.
- *A hidroponika* – föld nélküli gazdálkodás a zöldségtermesztésben –, amely a napenergia, a sótalánítás és a mezőgazdaság kombinációja. A rendszer fenntartható, nem igényel fosszilis energiát.
- KAUST (King Abdullah University of Science and Technology) kutatásai, amelyek a mezőgazdasági termelés lehetőségeit kutatják sivatagi környezetben. A kutatás felöleli a biotikus és abiotikus tényezőket egyaránt.
- Változásra van szükség az élelmiszer-csomagolás technológiájában is. A bioműanyagok (TIPA) használata jelentheti az egyik megoldást.
- *A beltéri vertikális gazdálkodás*. Függetlenül egymásra rakott rétegekben, a városi gazdálkodáshoz kapcsolódóan használ hidroponikus vagy aeroponikus termesztési módszereket. Az eljárás 95 százalékkal kevesebb vizet és kevesebb műtrágyát használ fel, nem használ peszticideket, növeli a termelékenységet.

Már több ismert cég létezik, például az amerikai székhelyű AeroFarms, amely 2004 óta épít beltéri-vertikális gazdaságokat. A San Francisco-i székhelyű Plenty's cég technológiájában fontos szerepet kap a mesterséges intelligencia, az IoT (internetes) eszközök, a Big Data használata. A beltéri termesztés volumene nagyon gyorsan növekedett Hollandiában. A kapcsolódó kutatások szempontjából ki kell emelni a holland Wageningeni Egyetem szerepét, világelső volt a beltéren legjobban termeszthető növények kutatásában. A költséghatékonyság szempontjából meghatározó a villamos energia ára. Ezért a kormányoknak fontos szerepe van az *ártámogatások és az adózási rendszer meghatározása* miatt.

- A géntechnológiák által kínált lehetőségeknek is fontos szerepet tulajdonítanak a szerzők. A CRISPR genomszerkesztési technológia lehetővé teszi a növények ellenálló képességének növelését, a mesterséges állati élelmiszerek előállítását.

Az élelmiszer-biztonság szempontjából fontos szerepe lesz a 3D-nyomatott élelmiszereknek (Pfohl – Martel, 2022). A Dovetailed Design Studio olyan 3D-nyomatót fejlesztett ki, amely gyümölcsízű cseppeket készít luxusételekhez és koktélokhoz. A Barilla – olasz tésztagyártó cég – honlapján legalább 15 különböző 3D-nyomatott tésztamodellt árul. Már elérhető a 3D Printed Meat, azaz „igazi” húskészítmények is nyomtathatók 3D-ben. Ezt olyan eljárással érik el, amelyben életképes állati sejteket használnak fel a 3D-nyomatási folyamatban.

Az osztrák Revo Foods startup célja különböző növények felhasználásával több tengeri termék, például lazacszélet 3D-nyomatása. Chilében táplálkozási szakértők olyan élelmiszereket fejlesztettek ki, amelyeket algákból adalékanyagok gyártásán keresztül terveztek. Sok cég foglalkozik a csokoládé 3D-nyomatásával is. Ennek érdekében a csokoládémesterek az additív gyártási technológiákat hagyomá-

nyos technikáikkal kombinálják. Ily módon sikeresen fejlesztik ki az egyedi formájú és exkluzív ízű csokoládék különböző sorozatait. A 3D-nyomatás napjainkban már az itálpiacra talált magának utat.

A varsói stúdióból induló UAUProject különösen nagy hangsúlyt fektet a fenntarthatóság szempontjára. A személyre szabható és egyedi konyhai eszközökön alapuló termékeket 3D-nyomatással állítják elő növényi alapú bioműanyagokból, például PLA-ból, és teljes mértékben újrahasznosíthatók és komposztálhatók az ipari üzemekben. Említést érdemel még a 3D-nyomatás alkalmazása a körkörös gazdaságban a gasztronómiai területen belül, például az élelmiszer-hulladék újrafelhasználása a 3D-nyomatáshoz. Ez sok projekt kutatási területe. Ennek célja az élelmiszer-hulladék evőeszközé alakítása.

Az élelmiszer-pazarlást illetően meg kell említeni a CrowdFarming szerepét is. A CrowdFarming egy spanyolországi székhelyű online piactér, amely közvetlenül összeköti az európai gazdálkodókat a fenntarthatóságot fontosnak tartott fogyasztókkal. Az ötlet Gabriel és Gonzalo Úrculo spanyol testvérpáré, akik 2010. évben megalapították a Naranjas del Carmen nevű szervezetet, lehetővé téve az emberek számára, hogy „örökbe fogadjanak” egy narancsfát, vagy azt, hogy a frissen betakarított termékek dobozos vásárlása révén a fogyasztók kiváló minőségű biotermékekhez jussak, és kapcsolatot építhessenek ki a termelővel. Ez az ötlet nagyon népszerű lett, ezért indította el a testvérpár a CrowdFarming-ot 2017-ben. A formáció mintegy 200 gazdálkodóval piacvezetővé vált, közvetlenül 350 000 fogyasztónak értékesítik termékeiket Európa-szerte.

A Trademagazin (2018) szerint „Globálisan egyre nagyobb a fehérjehiány, ezért mindenki keresi az alternatív lehetőségeket. A fehérjehiányhoz hozzájárult, hogy jelentősen visszaesett a piacokon elérhető halliszt: a 10 évvel ezelőtt megtermelt mennyiség



48 százaléka áll ma már csak rendelkezésre, mivel a lehalászás miatt drasztikusan csökkent az óceánok halállománya, az édesvízi akvakultúra pedig képtelen ezt a sok ezer tonnás nagyságrendet előállítani”. A kialakult helyzet megoldást követel. Ennek egyik fontos forrása lehet a rovarfehérje felhasználása egyes állatfajok – például a baromfi és sertés – takarmányozásában is. Hollandiában és Franciaországban jelentős kapacitással rendelkező, rovarfehérjét előállító üzemek működnek. Hazánkban is folynak kutatások. E fehérjeforrások a fenntarthatóság szempontjából azért bírnak jelentőséggel, mert előállításuknak lényegesen kisebb az ökológiai lábnyoma, mint például a takarmányokban jelentős arányban előforduló szójának. Fontos azt is kiemelni, hogy a termelés hatékonysága figyelemre méltó, „például a liszt kukac lárvájának előállításakor ma produkálni tudnak 1 négyzetméteren 17 kg fehérjét”. Fontos szempont az is, hogy a lisztbogár életciklusa mindössze 6 hét. A versenyképesség szempontjából központi kérdés, hogy egységnyi rovarfehérje előállításának költsége hogyan alakul a kiváltott fehérjeforrások költségéhez viszonyítva. Ezen túlmenően meghatározó szempont kell, hogy legyen a fajlagos takarmányfelhasználás (FCR) alakulása is.

Mézes Miklós az I. Rovaripari Konferencián elhangzott előadásában vázolta a fehérjeforrásként engedélyezett rovarokkal – fekete katonalégy, házi légy, közönséges lisztbogár, a házi tücsök – elért kutatási eredményeket. A fekete katonalégy lárvájának magas a fehérjetartalma és kedvező az aminosav-összetétele is. Ezzel a rovarfehérjével a baromfi takarmányozásban az extrahált szójadara 25%-a, a szójapogácsa 50%-a váltható ki. A házi légy lárvájának a felhasználásával – ennek 63% a fehérjetartalma és kedvező az aminosav-összetétele is (3,8% lizin és 1,6% metionin) – a szója 50%-os kiváltása mellett kedvező termelési paramétereket értek el a baromfi hizlalásban, kiemelkedő volt a takarmányértékesítés (Mézes, 2018).

Az agrárökoszisztémák helyreállítása is fontos szerepet kap a fenntartható mezőgazdaságban. Becslések szerint az emberiség ételmének 30-35%-a függ a méhek és egyéb beporzók tevékenységétől. Az *intenzív tájhasználat, az intenzív mezőgazdasági művelés* – előnyei mellett – súlyos problémák forrása is, ugyanis jelentős mértékben járul/t hozzá: az agrártáj homogenizációjához, az élőhelyek minőségi romlásához, ami nagymértékben érinti a vadon élő növény- és állatközösségeket, köztük a kiemelten fontos beporzó rovarokat (MTA közleménye, 2017). A pollinációról (beporzók és a beporzás helyzete) nemzetközi jelentést az IPBES (Intergovernmental Platform for Biodiversity and Ecosystem Services) 2016 februárjában hozta nyilvánosságra. A tanulmány az alábbi kulcsfontosságú és komplementer lehetőséget javasolja az agrárökoszisztémák esetében:

- ökológiai intenzifikáció;
- a már meglévő diverzifikált művelési rendszerek erősítése;
- ökológiai infrastruktúra kiépítése.

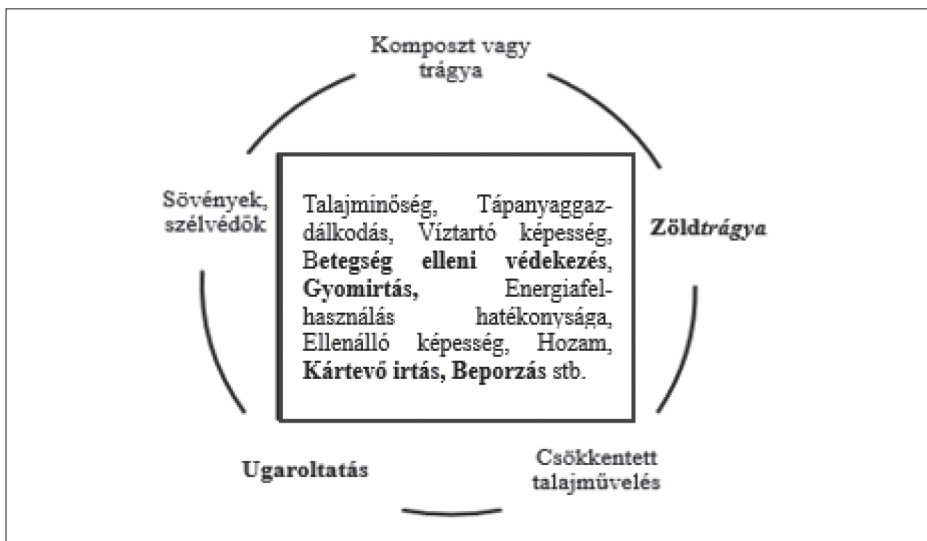
A három lehetőség közül a mezőgazdaságot illetően az *ökológiai intenzifikációnak* van a legnagyobb jelentősége. Ezzel támogatni lehet a beporzókat, a beporzást és ez által az ételmiszer-termelést. Mindezeket az ökológiai intenzifikáció keretében végrehajtható intézkedések teszik lehetővé (3. ábra).

A félkövér és dőlt betűformák azt jelzik, hogy az adott alkalmazás milyen új kedvező hatást eredményez (például a gyomirtásra a **zöldtrágya** és az **ugaroltatás** is kedvező hatással van.)

E javaslatokkal csak az a probléma, hogy szerepüket kizárólag a pollináció szempontjából értékelik, és nem veszik figyelembe azok hatásainak gazdasági vetületeit. Ilyen hatások például a szerves trágya gyomosító hatása, a zöldtrágya tápanyag „hozadéka” és természetésének költségvonzata, a forgatás nélküli talajművelés és a vetésszerkezet összefüggései (apró magvak vetőággal szem-

3. ábra

**Az ökológiai intenzifikáció néhány gyakorlati alkalmazása és azok hatása**  
**(Some practical applications of ecological intensification and their impact)**



Forrás: Kovács-Hostyánszki et al. (2017) alapján Solti I. munkája

beni igénye) stb. Úgy ítéljük meg, hogy e javaslatok alkalmazását nagymértékben befolyásolják az adott termőhely agroökológiai adottságai és a termelési szerkezet sajátosságai is.

Scherer et al. (2017) Európa mezőgazdaságában a fenntartható intenzifikáció lehetőségeinek koncepcionális keretfeltételeit elemzik. Elemzésükben a fenntarthatóság három dimenzióját – *társadalom, gazdaság és környezet* – veszik alapul, és kiemelt szempontként kezelik:

- a fogyasztói magatartást,
- a gazdálkodók jellemzőit,
- a környezeti nyomást
- és a kiaknázatlan agronómiai lehetőségeket.

A keretfeltételek vonatkozásában az erőforrások közül elemzésükben a *föld, a talaj* és a *víz* kap prioritást. Ezt azért tartják fontosnak, mert ezek az erőforrások nem csak az ökoszisztémák számára nélkülözhetetlenek, de alapvetően meghatározzák a mezőgazdasági termelés lehetőségeit, és ez által az emberiség élelmiszereivel való el-

látását is. Véleményük szerint a fenntartható intenzifikáció nem oximoron. Úgy ítéljük meg, hogy az egyes országokat illetően differenciált mértékben ugyan, de vannak lehetőségek – mint például az élelmiszer-pazarlás csökkentése, vízpótló öntözés, forgatás nélküli talajművelés, az állattenyésztés takarmányozásának racionalizálása stb. – a fenntartható intenzifikáció megvalósítására.

Fontosnak tartjuk a kiemelt négy szempont szerepének hangsúlyozását. Ugyanis e szempontok nagymértékben befolyásolják a fenntartható mezőgazdasági termelés gyakorlati megvalósítását, mivel a *fogyasztói magatartás* generálja a különböző piaci igényeket. Véleményünk szerint nagyon meghatározó lesz a *gazdálkodók* attitűdje a fenntarthatósághoz a termelés jövedelmezőségének alakulása miatt. A *környezeti nyomás* a kapcsolódó gazdasági szabályozórendszeren – támogatás és adózás – keresztül hat. Fontos kérdés, hogy a szabályozás mennyire lesz engedékeny vagy szigorú a stratégiai célokat illetően. Szerepet kapnak-e a *kiaknázatlan agronómiai* lehetősé-

gek, mint például: vetésforgó, ugaroltatás, táji adottságoknak való talajhasználat stb.?

Bessenyei et al. (2016) – hivatkozva Fukuyama (1997) tanulmányára – szintén nagyon fontosnak ítélik a gazdasági szempontok mint korlátozó tényezők érvényesítését a fenntarthatóságban. Véleményük szerint a fenntartható mezőgazdaság térnyerése érdekében akár törvényhozói módszerekkel is elő kell segíteni például „a minimális talajforgatás (minimum tillage) és a forgatás nélküli művelés (no tillage) gyakorlatát” (Bessenyei et al., 2016:10).

*Igaz ugyan, hogy ezek elősegíthetik az üvegházhatású gázkibocsátás csökkenését, de véleményünk szerint gyakorlati alkalmazásuk azonban számos agronómiai feltételhez – termelési szerkezet, vetésszerkezet stb. – kötött, tehát szintén nem lehet általános érvényű ajánlás. A gazdasági szempontok érvényesítésének következményeire jó példa az iparszerű mezőgazdasági termelés szemléletmódja is, amit nagyon jól tükröz „a német mezőgazdaság klasszikusának (akit sok magyar mezőgazda még ma is szellemi atyjának ismer el), Albert Thaerne a megállapítása, aki 1810-ben(!) így jellemzi a mezőgazdaságot: „A mezőgazdaság olyan ipar, amelynek a célja, hogy növényi és állati eredetű termékek előállításával profitot termeljen” (Vidékfejlesztési Minisztérium, 2011:7).*

Az agronómiai lehetőségek szerepének fontosságát hangsúlyozzák tanulmányukban Altieri et al. (1998) is. Több konkrét példát is hoznak Latin-Amerikából az agroökológiai gazdálkodás szerepének és előnyeinek alátámasztására. Például Közép-Amerika dombos vidékeinek stabilizálása növénytermesztéssel, amely termelékeny és csökkenti az eróziót. Különböző technikákat alkalmaztak (talajvédelmi megoldások: vízelvezető árkok, füves akadályok, trágyázási módszerek, mint a csirketrágya alkalmazása, hüvelyesek köztes termesztése stb.). Más területeken bevezették a teraszos művelési módot, kiépítették a gazdák közötti

információs hálózatot. Az Andok régióban a perui civil szervezetek tanulmányozták a Kolumbusz előtti technológiákat, hogy megoldásokat találjanak a magashegyi gazdálkodás mai problémáira. A vízzel teli árkokkal körülvevett magassföldek rendszerét újjáélesztették. Ez a megoldás lehetővé tette – a közel 4000 méter tengerszint feletti magasságban – az eredményes növénytermesztést.

Számos civil szervezet támogatta a helyi agroökológiai adottságokhoz legjobban igazodó integrált termelési rendszerek alkalmazásán alapuló mintagazdaságok kialakítását a dél-közép-chilei parasztlakos élelmiszer-önellátásának biztosítása céljából. E gazdaságok termelési szerkezete diverzifikált – élelmiszer- és takarmánynövények, agrárerdészet, gyümölcsstermesztés, állattenyésztés. A gazdaságok termelési szerkezetének minden egyes komponense kölcsönhatásban van egymással, érvényesülnek a belső üzemi teljesítmények és ezek eredményeként a szinergikus hatások. Az eredmények: javult a talajok termőképessége, a kártevők és korokozók fellépése kevésbé intenzív, az átlagosnál magasabb terméshozam a gyümölcsfélénél és a takarmánynövényeknél, biztosított a családok – táplálkozás-életteni szempontból is megfelelő – élelmiszerigénye.

A szerzők véleménye szerint az eddigi gyakorlati tapasztalatok eredményei bizonyítják, hogy idővel az agroökológiai rendszerek szilárdabbá válnak, a fajlagos hozamok szintje stabilabb az inputintenzív rendszerekénél, gazdaságilag kedvező megterületési rátákkal lehet számolni, a kistermelők és családjaik számára az elfogadható megélhetéshez elegendő a munkaerő és biztosított az ehhez szükséges egyéb ráfordítások beszerzése is.

Altieri et al. (1998) *tanulmányához kapcsolódóan fontosnak tartjuk megemlíteni, hogy a szerzők megközelítése az agroökológiai szempontok érvényesítését illetően kissé egyoldalú. Véleményünk*

szerint a hozott példák sajátos gazdálkodási helyzeteket és termőhelyeket tükröznek. A példaként hozott térbeli egységek agroökológiai adottságai eleve behatárolják annak mezőgazdasági hasznosítási módját, és megadják a választ a mit és a hogyan kérdésekre is. Másrészt azt is látni kell, hogy a hozamok emelkedésének számszerűsítésénél nem lehet figyelmen kívül hagyni a viszonyítási alapot. Továbbá nem hagyható figyelmen kívül a célcsoport életminősége és a termelés célja sem, ami a hozott példákban csak az önellátás biztosítása.

Anda (2005:44) szerint az üvegházi gázkibocsátás csökkentése reális lehetőségeit az alábbi agronómiai megoldások is segíthetik:

- a lehető legkisebb talajforgatást eredményező talajművelési rendszer alkalmazása,
- egyes földterületek átmeneti pihentetése,
- a nitrogénműtrágyák felhasználásának csökkentése stb.

A változáshoz való alkalmazkodás szempontjából a természetstechnológiák egyes elemeinek is fontos szerepe lehet, például a *vetésidő helyes megválasztása*, mivel a magas hőmérséklet a megtermékenyítésre kedvezőtlenül hat (Howden-Jones, 2004).

Andtné Lőrinczi-Kristóf (2004) szerint a földhasználati stratégiáknak – a fenntarthatóság érdekében – integrálni kell a földhasználatot és természetvédelmet, és a táj adottságainak megfelelően kell meghatározni a védelem és a használat intenzitását, egymáshoz viszonyított arányát. A termőhely térbeli elhelyezkedése, annak agroökológiai adottságai kulcsfontosságú szerepet játszanak a megfelelő módszerek megválasztásában és alkalmazhatóságában.

A fenntarthatóság szempontjából fontos szerepet kap az ökológiai gazdálkodás. Ugyanakkor a kapcsolódó viták egyik központi eleme, hogy az ökológia gazdálkodással – mivel alacsonyabb hozam és termelékenység,

magasabb árak jellemzik – biztosítható-e a növekvő népesség élelmiszerral való ellátása. Thakur (2021) szerint, mivel a minőség, az élelmiszer-előállítás vagy a környezetvédelmi kérdések tekintetében nem lehet kompromisszumot tenni, ebből adódóan a stratégiáknak olyan tényezőkre kell fókuszálniuk, mint az élelmiszerlánc, a *marketing*, az *élelmiszerek kínálatának fejlesztése és az emberi fogyasztási szokások*.

### **AZ F2F ÉS BIODIVERZITÁS STRATÉGIÁK ÉS A TECHNOLÓGIÁK GAZDASÁGI VETÜLETEI A FENNTARTHATÓ MEZŐGAZDASÁGBAN**

Ahogy erre az előzőekben már utaltunk, az új KAP stratégiáinak kidolgozását nem előzte meg hatástanulmány készítése. Továbbá az is jellemzője a kapcsolódó kutatási eredményeknek, hogy azokat gazdasági szempontból nem értékelik, ezért nagyon kevés azon forrásmunkák száma, amelyek a fenntarthatósággal összefüggő komplex értékeléseket tartalmaznak. A helyzet alapján a gazdasági hatások számszerűsítésére, illetve bemutatására az alábbi lehetőségek adódnak:

1. Az F2F és Biodiverzitás stratégiák gazdasági hatásait elemző hatástanulmányok eredményeinek értelmezése
2. A természet- és tartástechnológiák hatásait bemutató tanulmányok megállapításainak összegzése
3. A fenntarthatóság szempontjából perspektivikus egyes inputokra vonatkozó kutatási (kísérleti) eredmények számszerűsítése
4. Modellkalkuláció alkalmazása a fenntarthatóság és versenyképesség összefüggéseinek, illetve azok gazdasági hatásainak feltárása céljából.

E lehetőségek adták az elemzéseink alapját, amelyeket az alábbiakban részletesen is ismertettünk.

## Vizsgálati anyag és módszer

A tanulmányban az 1. és 2. sorszám alatt szereplő lehetőség keretében lényegre törően összefoglaljuk a „Bevezetőben” említett három tanulmány főbb következtetéseit. Ezeken túlmenően olyan tanulmányra is hivatkozunk, amely az EU tagállamaiban értékeli a fenntartható mezőgazdasági intenzifikáció lehetőségeit, különböző módokat javasol, és megnevezi a szükséges tennivalókat is.

A kapcsolódó kutatási eredmények (3.) gazdasági értékelését a nitrogénműtrágya csökkentését lehetővé tevő baktériumtrágya (AmazoN) alkalmazása és a növényvédelem intenzitását csökkentő megoldások kutatási eredményei alapján végeztük el, az érintett inputok egységárai és a kapcsolódó műveleti költségek ismerete alapján.

A modellkalkuláció a szükséges adatok biztosíthatósága miatt – a brojlercsirke-hizlálásra vonatkozik. A modellszámításhoz az 1. táblázatban szereplő adatokat használtuk fel. A hizlálási végsúly 2500 gramm.

A fontosabb ráfordítások – műtrágya-hatóanyag mennyisége, vízmennyiség, takarmánykukorica és takarmánybúza – mennyiségének számszerűsítése és értékeinek meghatározása a 2. táblázatban szereplő értékek alapján került kiszámításra.

Ahogy ez ismert, a talajok agronómiai tulajdonságaik alapján hat termőhely-

kategóriába vannak besorolva. A modellszámításhoz azt a termőhelyet választottuk, amely *komparatív előnyökkel bír, és ezáltal a versenyképességre és a fenntarthatóságra is hatással van. Ezért* a II. barna erdőtalajok szántóföldi termőhelyet vettük alapul. Ebbe a csoportba viszonylag kedvező tulajdonságú és megfelelően művelhető talajok tartoznak. A tápanyagok érvényesülése függvénye a termőhely-kategóriának is. A növények N-, P- és K-műtrágya hatóanyag-szükségletét befolyásolja a *növényfajok igénye, a termőhely sajátossága és a tápanyag ellátottság mértéke* is (Loch-Kiss, 2014). A műtrágya hatóanyag-szükséglet az *igen gyenge és az igen jó* tápanyag szolgáltató képességű talajokra került számszerűsítésre. Ezen típusok megválasztása azt a célt szolgálja, hogy a termőhelyi adottságok különbözőségének a gazdasági vetületei a lehető legmarkánsabban megjelenjenek.

A vágócsirke termelés volumenét az Agrárközgazdasági Intézet (AKI) agrárstatisztikai információs rendszerében szereplő adatok alapján határoztuk meg, 450 ezer tonna éves mennyiséget állapítottunk meg. Az árárányok, az értékbeli adatok számszerűsítéséhez szükséges árakat a KSH-3 (3.6.14. A fontosabb állatok és állati termékek felvásárlási átlagára, 2002–), KSH-4 (1.2.1.15. A fontosabb élőállatok és állati termékek felvásárlási átlagára, havonta),

I. táblázat

A háromfázisú takarmányozás súlyozott takarmánymennyiségének összetétele  
(The composition of the weighted amount of feed for three-phase feeding)

Megnevezés	Inter- vallum	Időtár- tam	Fajlagos takarmány felhasználás (FCR) kg/kg					
			1,6		1,7		1,8	
	nap		gramm	%	gramm	%	gramm	%
Brojler indító	0–10	10	300	7,5	350	8,2	400	8,9
Brojler nevelő	11–24	14	2 500	62,5	2 600	61,2	2 700	60,0
Brojler befejező	25–40	16	1 200	30,0	1 300	30,6	1 400	31,1
Összesen		40	4 000	100,0	4 250	100,0	4 500	100,0

Forrás: dr. Dubblecz Károly (MATE, Georgikon Campus) szóbeli közlése alapján

2. táblázat

**A modellszámításokhoz használt értékek**  
(Values used for model calculations)

Megnevezés	Mértékegység	Érték		
		1,6 FCR	1,7 FCR	1,8 FCR
Egységnyi súlyozott takarmányban a kukorica aránya	%	28,59	28,56	28,54
Egységnyi súlyozott takarmányban a búza aránya	%	10,00	10,00	10,00
Kukorica fajlagos hozama	t/ha	8,1		
Búza fajlagos hozama	t/ha	5,3		
Kukorica transzspirációs együtthatója*	liter/kg szárazanyag	368		
Búza transzspirációs együtthatója*	liter/kg szárazanyag	513		
Tápanyagigény*	kg/t termés	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
- Kukorica		25	13	22
- Búza		27	11	18
Fajlagos műtrágya-hatóanyagigény (.II. termőhely)		Igen gyenge tápanyag. szolg. talaj		
- Búza*	kg/t termés	34	26	24
		Igen jó tápanyag. szolg. talaj		
		16	9	8
- Kukorica**		Igen gyenge tápanyag. szolg. talaj		
		37	24	32
		Igen jó tápanyag. szolg. talaj		
		21	10	11

Forrás: \*Loch–Kiss (2014); \*\* Antal (2005)

KSH-1 (1.1.1.12. A mezőgazdasági ráfordítások átlagárai) és az AKI agrárstatisztikai információs rendszeréből – csak a 2022. évi P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> hatóanyag árának számítása esetében – nyertük ki. A szükséges hatóanyagmennyiségek költségének számításához a pétió (N-27m%), a superfoszfát (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-20m%) és a kálium-klorid (K<sub>2</sub>O-60m%) műtrágyákat vettük alapul. Az arányok alakulását 2012–2022 közötti időszakra vonatkozóan számszerűsítettük. A számításokat és az ábrákat Microsoft Office Excel 2007 programmal készítettük el. Az eredményeket táblázatokban foglaltuk össze, és ábrák segítségével tesszük szemléletessé.

### Az F2F és a Biodiverzitási stratégia becsült gazdaságtani és élelmiszerbiztonsági hatásai

Az új KAP F2F és Biodiverzitási stratégiák – a célzott inputok vonatkozásában – tervezett transzformatív változásainak lesznek *gazdasági* (a termelési szerkezetre, termelékenységre gyakorolt) és élelmiszerbiztonsági hatásai egyaránt. Mivel az EU-nak jelentős mezőgazdasági kibocsátása van, és aktív résztvevője a nemzetközi mezőgazdasági kereskedelemnek is, ezért a transzformatív változások hatásai a nemzetközi mezőgazdasági kereskedelemben, a

tágabb, az EU-n kívüli élelmiszer-biztonsági és mezőgazdasági rendszerekben egyaránt megjelennek. A generált változások számszerűsítésével több kutató is foglalkozott.

A változások gazdasági vetületeit – három scenáriót feltételezve – számszerűsítették amerikai kutatók (Beckman et al., 2020). Az elemzésekhez a kutatás első fázisában speciális GE-modelleket (kiszámítható általános egyensúlymodelleket) alkalmaztak, továbbá – a Global Trade Analysis Project – AgroEcological Zones (GTAP–AEZ) (globális kereskedelemelemzés projekt agro-ökológiai zóna modelljét) – alkalmazták. A modellezéssel a potenciális piaci és a gazdaság egészére gyakorolt hatásokat akarták becsülni. A GTAP–AEZ-moddell a világot 18 agro-ökológiai zónára osztja, és a földhasználatot elemezve a szántóföldi használatot a más földhasználati módokkal versenyeztetni. Az elemzés időtávja középtávú időhorizontot feltételez: 8–10 év. A lehetséges élelmiszer-biztonsági hatások mérlegeléséhez a kutatás második fázisában a modellek által becsült változásértékeket vizsgálták: a bruttó hazai termék (GDP) és az élelmiszerárak a CGE-modellből számított változásai szolgáltak inputadatként az Amerikai Egyesült Államok Mezőgazdasági Minisztériuma (USDA) Gazdaságkutató Szolgálatának (ERS) nemzetközi élelmiszer-biztonsági értékelési (IFSA) modelljéhez, amely a fejlődő országok élelmiszer-fogyasztásának változásait képezte le ezek alapján. Az elemzés kizárólag az EU-stratégiák agrárinput-csökkenésre vonatkozó elemeinek hatását vizsgálta – és nem tért ki azok egyéb fontos javaslataira, mint például a biotermesztés alá vont földterületek növelésére, az élelmiszer-hulladékok csökkentésére és az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésére. Úgyisntén figyelmen kívül hagyta az inputcsökkenésből eredő környezeti és egészségügyi pozitív hatásokat, illetve költségeket, ezek jelenleg is vitatottak. Ugyanakkor a piaci hatások becslése a politikai célok értékelésének fontos eszközeként hasznosítható.

Az elemzés főbb eredményeit a 3. táblázatban foglaltuk össze. A szerzők három különböző forgatókönyvet vettek alapul, hogy felmérjék a vizsgált politikák lehetséges hatásait. A forgatókönyvek magukban foglalják az EU azon szándékát, hogy kereskedelempolitikája és nemzetközi együttműködési eszközei révén minden partnere támogassa a fenntartható agrár-élelmiszeripari rendszerekre való globális átállást. A három forgatókönyv a következő:

- **Az első forgatókönyvben** (I. Forgatókönyv) azt feltételezik, hogy csak az EU hajtja végre a stratégiákat, és nem ír elő semmiféle kereskedelmi korlátozást partnereivel szemben.
- **A második forgatókönyv** (II. Forgatókönyv) kiterjeszti a mezőgazdasági inputok korlátozásának alkalmazását az EU azon kereskedelmi partnereire, akik az EU-ba irányuló élelmiszer- és mezőgazdasági exporttól függenek, és ezek a partnerek elfogadják a stratégiákat. E stratégiákat az EFTA-országok is jóváhagyják. Továbbá azt is feltételezik, hogy az EU 50 százalékban korlátozza az olyan régiókból származó importot, amelyek nem fogadják el a stratégiákban megfogalmazott csökkentéseket.
- **A harmadik forgatókönyv**, a „globális forgatókönyv” (III. Forgatókönyv) a globális hatásokból eredő eredményeket számszerűsíti. Feltételezik, hogy a világ minden régiója elfogadja a stratégiákat.

Ahogy ez a táblázat adataiból látható, az inputok javasolt csökkentése az EU gazdálkodóinál 7–12%-os kibocsátáscsökkenést eredményezne, ami a hazai és exportpiacokon egyaránt rontja a versenyképességüket. Kiemelten kell megemlíteni az árakra gyakorolt hatást. Ez azt jelenti, hogy 89%-kal emelkednének az élelmiszerárak a világban (2030-ra, a jelenlegi szinthez képest!), amennyiben a stratégiák globálisan bevezetésre kerülnének. Ez nagyon negatívan érintené a fogyasztói fizetőképes keresletet, és végső soron csökkentené a világ társadalmi

3. táblázat

**Az F2F és a Biodiverzitási stratégiák változásainak becsült hatásai az EU-ban és világviszonylatban a kapcsolódó tanulmányok szcenáriója alapján 2030-ig**  
(*Estimated impacts of changes in F2F and Biodiversity strategies in the EU and globally, based on related studies scenario, up to 2030*)

Megnevezés	Mértékegység	EU	Világviszonylatban	EU	Világviszonylatban	EU	Világviszonylatban
		I. Forгатókönyv	I. Forгатókönyv	II. Forгатókönyv	II. Forгатókönyv	III. Forгатókönyv	III. Forгатókönyv
Termelés változása	%	-12	-1	-11	-4	-7	-11
Árak változása	%	17	9	60	21	53	89
Bruttó mezőgazdasági jövedelem változása	%	-16	2	8	4	15	17
Az élelmiszerköltségek növekedése	fő/év/USD	153	51	651	159	602	450
Az élelmiszer-ellátás bizonytalanságában élők számának változása	millió fő	nr	22	nr	103	nr	185
GDP változása	Mrd USD	-71	-94	-186	-281	-133	-1 144

nr: nem releváns

Forrás: Beckman et al. (2020) alapján a fontosabbnak ítélt paraméterek, Pupos T. és Bacsi Zs. szerkesztése

jól-létét. A világ egészében a GDP-csökkenés mértéke -94 Mrd USD (I. forgatókönyv) és -1144 Mrd USD (III. forgatókönyv) között lenne attól függően, hogy más országok milyen széles körben alkalmazzák a stratégiákat. Becsléseik szerint a magasabb élelmiszerárak az egyes forgatókönyveknek megfelelően 22 millióval (I. Forгатókönyv), 103 millióval (II. forgatókönyv), illetve 185 millióval (III. Forгатókönyv) nőnének az élelmiszer-bizonytalanságban élő emberek számát a világ legsebezhetőbb régióiban.

Henning et al. (2021) tanulmányukban a Green Deal gazdasági és ökológiai hatásait elemezték a mezőgazdaságban. A CAPRI-moddal elvégezték az F2F stratégia szimulációs vizsgálatát. A vizsgálat a termelésre, a kereskedelemre, a bevételekre és a környezetre gyakorolt hatásokra terjedt ki. Számszerűsítették a hatásokat a mezőgazdasági termékek termelésére, fogyasztására és kereskedelmére az EU egészére és Németországra vonatkozóan is. Az elemzés

eredményei közül – amelyeket különböző szcenáriók feltételezése mellett kaptak – az alábbiakat emeljük ki:

- *A termelési struktúrára* gyakorolt hatás következtében csökken – differenciált mértékben ugyan – az egyes szakágazatok kibocsátása, például: -20% a marhahús, -6,3% a tej, valamint -21,4% és -20% a gabonák és olajos magvak esetében a csökkenés mértéke. A peszticidek felhasználásának csökkentése növeli az alternatív megoldások – mechanikai gyomirtás – költségeit. Az ökológiai gazdálkodásba bevont terület növekedésével lehet számolni.
- A kibocsátás csökkenése hatással lesz a *kereskedelemre* is. A prognosztizált eredmények alapján a szerzők a nettó export csökkenéséről számolnak be.
- A stratégia javasolt inputcsökkenése pozitív hatással van az ökoszisztéma-szolgáltatásokra. Jelentős mértékben csökken az üvegházhatású gázok (ÜHG)



kibocsátása, és ebben fontos szerepet kap a LULUCF<sup>2</sup> szektor pozitív ÜHG-mérlege is.

- *Társadalmi jólét biztosítása* érdekében – a változások által generált árszínvonal növekedés miatt – a társadalomnak áldoznia kell. E társadalmi költségeket 42 milliárd euróra becsülik.
- *A közvetett (szivárgási) hatások* a nem EU-tagállamokra gyakorolt hatásokat fogalmazzák meg, mivel az F2F stratégia intézkedései ezeket az országokat sem hagyják érintetlenül, ezért hatással lesznek ezen országok ökoszisztéma-szolgáltatásaira és a gazdasági jólétre is.

Barreiró-Hurle et al. (2021) arról számolnak be, hogy a mezőgazdaság érintettjei aggodnak az F2F és a Biodiverzitási stratégiák lehetséges kedvezőtlen hatásai miatt. Számos tanulmány jelent meg – beleértve a JRC<sup>3</sup> jelentést is –, amelyek a várható hatások megértésére és gazdasági vételeire fókuszálnak. Kiemelik, hogy a stratégiák hatása szélesebb körű, mint ahogy ezt a tanulmányok értelmezik, és e tanulmányok ezeket nem veszik figyelembe. Felhívják a figyelmet arra is, hogy az alkalmazni kívánt eszközök használatának vannak korlátjai, amelyek nem teszik lehetővé, hogy a lehetséges hatások teljes körét felderítsük. Ezen túlmenően – véleményük szerint – csak korlátozott mennyiségű bizonyíték áll rendelkezésre a stratégiák által elérni kívánt környezeti minőség javításának járulékos előnyeiről. Mindezek alapján úgy ítélik meg, hogy még messze vagyunk attól, hogy komplex módon mérjük fel a fenntarthatóbb élelmiszerrendszerekre való átállásnak a mezőgazdasági ágazatra gyakorolt hatásait. A megjelent hatástanulmányok alapvetően négy fő akcióra összpontosítanak, melyek az alábbiak: *a kémiai növényvédő szerek alacsonyabb használata, a tápanyagvesztések csökkentése, több*

*ökológiai gazdálkodás alatt álló terület és a nagy diverzitású táj jellemzőkkel bíró területek növelése.*

Ha csak az alapvető közgazdasági összefüggésből indulunk ki, nem nehéz arra a következtetésre jutni, hogy az inputok és a földhasználat csökkenése a termelés kibocsátásának csökkenéséhez vezet. Ezt valamennyi megjelent tanulmány megerősítette, ezzel tehát számolni kell. Hivatkozott szerzők három forгатókönyv alapján végezték elemzésüket. Az egyes forгатókönyvek fő szempontjai azok a tényezők voltak, amelyek kulcsfontosságúak, mivel ezek vezérlik a várható eredményeket, és behatárolják azokat a területeket, amelyek csökkenthetik a mezőgazdasági termelésre vonatkozóan az előzőekben említett négy cél káros hatásait. A JRC-jelentés szintén a CAPRI-modellt használja, és feltételezi, hogy a stratégiák célkitűzése teljesül. Az összehasonlítás alapja az a helyzet, ami a szakpolitikai intézkedések hiányában várható lenne. A főbb megállapítások az alábbiakban összegezhetők:

- A stratégiákban megfogalmazott négy cél teljesítése jelentősen javítja a mezőgazdasági szektor *környezeti és éghajlati teljesítményét* (ÜHG- és az ammóniakibocsátás csökken, ahogy bruttó nitrogéntöbblet is stb.). Ugyanakkor globálisan már más a helyzet, nő a *szén-dioxid-kibocsátásának áthelyezése*. Ennek oka a világ többi részén a termelés növekedése, mivel az EU-n belül biztosítani kell a fogyasztás fedezetét, ezért az EU-ból a világ többi része felé irányuló export csökken.
- A célkitűzésekkel összhangban az áttérés hatásai az állattenyésztési ágazatban a legalacsonyabbak. Ez azzal is magyarázható, hogy a célok többségükben a nö-

<sup>2</sup> Land Use Land Use Change Forest (LULUCF). Magában foglalja – a CO<sub>2</sub>-kibocsátás vagy a CO<sub>2</sub>-tárolás egyenlegének optimalizálása érdekében – az erdő vagy lápterületek mezőgazdasági művelésbe vonását vagy területek művelésből való kivonását erdőtelepítés céljából.

<sup>3</sup> JRC (Joint Research Centre), a Bizottság Közös Kutatási Központja.

vénytermesztésre vonatkoznak. A bruttó tápanyagtöbblet-csökkentés azokban a régiókban jelent gondot, ahol intenzív állattenyésztés folyik, mint például Dániában, Hollandiában, Belgiumban. Egyetlen elvi megoldás kínálkozik: az állatlétszám csökkenése, mivel a régiók közötti *trágyakereskedelem* nem ad végleges megoldást.

- Az EU nettó kereskedelmi pozíciója azonban egyik forgatókönyvben sem változik. Az EU továbbra is a gabonafélék, a sertéshús, a baromfi és a tejtermékek *nettó exportőre* marad, az olajos magvak, a zöldségfélék, a marhahús, valamint a juh- és kecskehús vonatkozásában státusza *nettó importőr*. (A szerzők utalnak arra a tanulmányra is, amelynek legszélsőségsébb forgatókönyve szerint az EU 2030-ra gabonafélékből nettó importőrré válik.)
- *Magasabb termelői árakra* kell számítani a változások közös eredője miatt.
- Fontos szerepe lesz az *étkezési szokások* megváltoztatásának is.
- Az eredmények alapján a *peszticidhasználat* és az ökológiai termelés növelése az a két terület, amely kulcsfontosságú a mezőgazdasági termelésre gyakorolt kisebb mértékű, kedvezőtlen hatás szempontjából. Fontos tartják e két területen további kutatások folytatását, a lehetséges alternatív megoldások szempontjából, különösen a gyomirtó szerek esetében. A gyomirtó szerek mérséklődése mintegy 10%-os hozamcsökkenéssel jár. Az ökológiai gazdálkodás jelenlegi szintjén a hozamkülönbségek jelentősek a hagyományos gazdálkodás hozamszínvonalaihoz viszonyítva. Az ökológiai gazdálkodás teljes területen elért 25%-os részesedés esetén azonban a változások szinergikus hatásának eredőjeként ezek a hozamkülönbségek jelentős mértékben csökkennének, egyes kultúrák vonatkozásában el is tűnnek.
- A hatások komplex elemzésének korlátjaként fogalmazzák meg, hogy sok in-

novatív technológia még nincs teljesen kidolgozva, ugyanakkor potenciálisan bennük van a kibocsátás mérséklésének lehetősége.

A szerzők úgy ítélik meg, hogy – több ok miatt is – további kutatásokra van szükség, hogy valóban átfogó értékelést tudjunk készíteni. Problémásnak ítélik a szerzők, hogy a megjelent hatástanulmányok a mezőgazdasági termelésre gyakorolt hatásra fókuszálnak. Figyelmen kívül hagyták, hogy az egyéb érintettek: agrár-élelmiszeripar, kiskereskedők és ami még fontosabb ***a fogyasztók hogyan változtatják meg viselkedésüket, hogyan reagálnak a változtatásokra.*** Ezen túlmenően az elemzés kiindulópontjának figyelembe kell vennie a biológiai sokféleség csökkenésének és az élelmiszerrendszerek fenntarthatóságának az ágazat termelékenységére gyakorolt hatását is. (Ez végső soron a versenyképességet is jelenti). A modell ugyanakkor nem veszi figyelembe az ökoszisztéma-szolgáltatásokat *mint termelési tényezőket*. Holott ezeknek a szolgáltatásoknak a talaj szerves szén-dioxid-tartalma és a beporzók sokféleségének fenntartásában és szabályozásában rendkívül fontos szerepe van. Az inputfelhasználás csökkenése kedvezően hat a biodiverzitás alakulására is, ami viszont fontos feltétele annak – a termelékenység növelésén keresztül –, hogy az anyagi ráfordítások növelése is fenntartható legyen.

Wesseler (2022) az F2F stratégiát agrárgazdaságtani szempontból értékeli, több kapcsolódó tanulmányt is felhasznál elemzésénél. Tanulmányának középpontjában az F2F stratégia célkitűzéseinek mezőgazdasági termelésre gyakorolt hatása áll. A változások mértékét a vizsgált mezőgazdasági termékeknél a *4. táblázat* foglalja magába.

Összességében az állapítható meg, hogy az egyes forrásmunkákban található értékelések az EU mezőgazdasági termelésének mennyiségi visszaesését jelzik. A szerző úgy

## 4. táblázat

## Az F2F stratégia mezőgazdasági termelésre gyakorolt hatásait elemző tanulmányok eredményei az EU-ban (%)

(Study results on the impact of the F2F strategy on agriculture production in % in the EU)

Gabona-félék	Olajos magvak	Gyümölcsök, zöldségek és ültetvények	Takar-mány-növények	Marha-hús	Tejtermékek	Szerző
-15,0	-15,0	-12,0		-13,0	-10,0 <sup>d</sup>	Barreiro-Hurle et al. (2021)
-48,5 <sup>a</sup>	-60,7	-5,2 <sup>c</sup>		-13,5	-11,6	Beckman et al. (2020)
-18,0 <sup>a</sup>						Bremmer et al. (2021)
-23,6	-7,3	-13,0	-30,0	-17,0	-6,0	Henning et al. (2021)
-26,0 <sup>a</sup>	-24,0 <sup>b</sup>					Noleppa et al. (2021)

a: Csak búza

b: Csak repce

c: Csak gyümölcsök és zöldségek

d: Csak nyers tej

Forrás: Wesseler (2022) alapján Pupos T. és Bánhegyi G. szerkesztése

ítéli meg, hogy az F2F stratégia negatívan befolyásolja az aggregált fogyasztói keresletet és a termelői kínálatot, ami általános nettó jóléti csökkenést okoz.

Hangsúlyozza, hogy a változások biodiverzitásra és az üvegházhatású gázok kibocsátására gyakorolt hatásáról szóló tanulmányokkal kombinált közgazdasági tanulmányok nem támasztják alá ezt az állítást, ha nem kerül sor további technológiai és intézményi változtatásokra. E változtatások alatt az innovatív biotechnológia alkalmazásának támogatását, a kapcsolódó szabályozási (engedélyezési) rendszer korszerűsítését is érteni kell.

Nagyon fontosnak tartjuk hivatkozott szerző alábbi véleményét. Úgy ítéli meg az F2F stratégia gazdasági vetületeit, hogy az a jelenlegi élelmiszerrendszer jelentős átalakítását célozza meg. ***Ez viszont megköveteli az erőforrások allokációját, mind a gazdálkodók, mind az élelmiszerellátási lánc mentén, mivel a radikális változások többletköltségeket generálnak.***

Az F2F stratégia egyik alapvető célkitűzése az ÜHG-kibocsátás csökkentése, amelynek megvalósítása nagyon szorosan összefügg a földhasználattal, a talajhaszná-

lat rendszerével. A szerző véleménye szerint ez a célkitűzés továbbra is erősen megkérdőjelezhető annak ellenére, hogy egyes tanulmányok beszámoltak az ÜHG-kibocsátás pozitív hatásairól. E vélemény mögött az a nézet húzódik meg, hogy a talajhasználatra javasolt módszerek gyakorlati alkalmazása nem valósul meg, a földhasználati gyakorlatok változásai feltáratlanok maradtak.

Az F2F stratégia élelmiszer-biztonságra gyakorolt pozitív hatását szintén megkérdőjelezi a szerző. Valamennyi elemzett tanulmány az EU kibocsátásának csökkenését és az élelmiszerárak növekedését jósolta. A mezőgazdasági termékek, például a gabonafélék és más termények termelése, magasabb szintű termelési kockázatoknak van kitéve, mivel kevesebb stratégia áll rendelkezésre a biotikus és abiotikus stresszre való reagálás miatti peszticidhasználat csökkenése következtében.

Az F2F stratégia biológiai sokféleségre gyakorolt hatását szintén nehéz felmérni. Azt látni kell, hogy a mezőgazdasági termelés különböző formái eltérő hatással vannak a biológiai sokféleségre, és a hatás megítélése – pozitív vagy negatív – nagymértékben függvénye annak is, hogy hogyan méri a biológiai sokféleséget. Egy tanulmány, amely

biodiverzitási mutatót használt, a gazdaság szintjén pozitív hatásról számolt be.

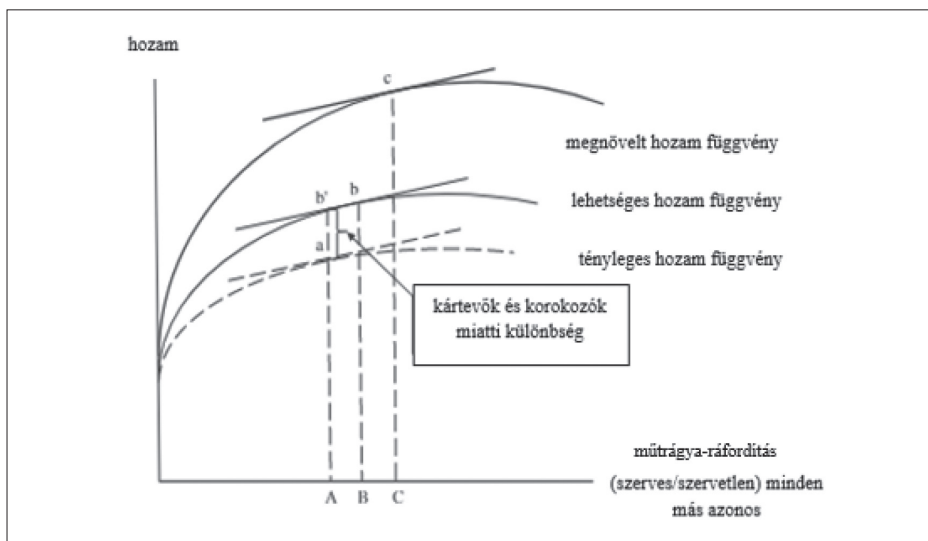
Wesseler (2019) munkájában a kártevők és korokozók elleni védekezési stratégiák szabályozási rendszerének kritikus elemzését végzi el, és rámutat arra is, hogy ezzel kapcsolatosan miért aggódik sok közgazdász. Nem vitatja – a védekezési stratégiák emberi egészségre és a környezetre gyakorolt negatív hatások elkerülése, sőt csökkentése érdekében – a szabályozás szükségességét, de úgy ítéli meg, e folyamatok egyre inkább átpolitizálódtak, ami a költségek növekedését és a kapcsolódó engedélyezési határidők meghosszabbítását is eredményezte. E változások gazdasági vetületei miatt aggódnak a közgazdászok is. A tanulmány három kérdésre fókuszál: (1) a kártevők és korokozók elleni védekezések szabályozásának gazdasági hatásai, (2) ennek alapján a megfelelő szabályozási megközelítések származtatása és ezek összevetése az érvényes szabályozással, (3) javítási javaslatok megfogalmazása.

Az elemzés érinti az Európai Unió F2F stratégiájának kapcsolódó céljait, de más országok például az USA vagy azon országok szabályozási rendszerét is, amelyek követik az Európai Unió politikáját. A növényvédő szerek és a műtrágya használatának csökkentésével kapcsolatban hivatkozott szerző az alábbiak szerint fogalmaz: „Az a megfigyelés, hogy egy peszticid környezeti károkat okoz, még nem indokolja a tilalmat. A környezeti károk csökkentését össze kell hasonlítani a csökkentett magán és nem árazott külső haszon – negatív externális hatás – formájában jelentkező többletköltségekkel, amelyek igazolják a használat tilalmát vagy korlátozását.” Felhívja a figyelmet arra, hogy a kártevők és korokozók elleni védekezés kárelhárítás-ként értelmezendő, tehát nem termésmenvelő, mint a műtrágyahasználat. Az elméleti összefüggéseket a 4. ábra szemlélteti.

Az ábra alapján látható, hogy a kárelhárítás – a növényvédelmi beavatkozás – csökkenti a potenciális és tényleges hozam

4. ábra

**Változások a kárelhárításban a terméshozam és az optimális műtrágyahasználat függvényében**  
(Changes in damage control on yield and optimal fertilizer use)



közötti különbséget, azaz magasabb lesz a hozam. Megfelelő, eredményes növényvédelmi technológia esetén – a kárelhárítás eredményeként – emelkedhet a terméshozam ráfordítások, így a műtrágya-felhasználás színvonala is. Ezt az ábrán az A, B pontok, valamint a b–tól a b pontba történő elmozdulás jelzi. Az innovatív termesztéstechnológiák növelik a hozamokat (magnövelt hozam függvény), ezzel egyidejűleg a potenciális veszteség nagysága is nő, azaz a növényvédelmi beavatkozás gazdasági haszna is jóval nagyobb lesz. Ez szemlélteti az a és c pontok közötti különbség. A potenciális terméshozam növelő technológiák tehát növelik a kártevők és korokozók elleni védekezés fontosságát, vagy fordítva, a potenciális terméshozam növelő technológiák alkalmazását korlátozhatja a nem megfelelő színvonalú növényvédelem.

Popp et al. (2013) a növényvédő szerek hatékonyságát és a termésvesztések összefüggéseit is elemzik tanulmányukban. Több forrásmunkára hivatkozva a gyomok, a

kártevők és korokozók által okozott termésvesztések alakulását (világviszonylatban) az 5. táblázat tartalmazza.

A szerzők véleménye szerint a peszticidek alkalmazása gazdasági előnnyel jár, amely a termésminőség és terméshozam védelmében nyilvánul meg. Ugyanakkor alkalmazásuk káros hatásai – emberre és a környezetre egyaránt – nem vitatható. Ezért fontosnak tartják a kártevő-kezelési „eszköztár” diverzifikálását ahhoz, hogy a kémiai peszticidek alternatíváinak versenyképességét növelni lehessen. Ennek érdekében azonban összehangolt erőfeszítésekre van szükség, nem nélkülözhető a célirányos kutatás és innovációs politika kialakítása.

A vázolt összefüggéseket a későbbiekben gyakorlati és kísérleti eredményekkel is alátámasztjuk.

*A fentiekben bemutatott tanulmányok eredményeinek összegzése alapján véleményünk szerint megállapítható, hogy az F2F és a Biodiverzitási stratégia gazdasági hatásai nem tekinthetők pozitívnak, mivel*

5. táblázat

**A becsült termésvesztések alakulása világviszonylatban  
(The changes of estimated crop losses worldwide)**

Időszak	Hozam (kg/ha)	Tényleges veszteség (%)			
		Gyomirtó szerek	Állati kártevők	Korokozók	Összesen
Búza					
1964/65 <sup>a</sup>	1 250	9,8	5,0	9,1	23,9
1988–90 <sup>b</sup>	2 409	12,3	9,3	12,4	34,0
1996–98 <sup>c</sup>	2 610	9,0	8,0	12,0	29,0
2001–03 <sup>d</sup>	2 691	7,7	7,9	12,6	28,2
Kukorica					
1964/65 <sup>a</sup>	2 010	13,0	12,4	9,4	34,8
1988–90 <sup>b</sup>	3 467	13,1	14,5	10,8	38,3
1996–98 <sup>c</sup>	4 190	10,0	10,0	10,0	30,0
2001–03 <sup>d</sup>	4 380	10,5	9,6	11,2	31,2

<sup>a</sup> Cramer (1967)<sup>b</sup> Oerke et al. (1994)<sup>c</sup> Oerke-Dehne (2004)<sup>d</sup> Oerke (2005)

*a termelés kibocsátása jelentős mértékben csökken, ez áremelkedést generál, globálisan veszélyezteti az élelmiszer-biztonságot. A stratégiák több fontos tényezőt nem vesznek figyelembe. Az eredmények és a stratégiák érintett hiányosságait is alapul véve nem lehet végleges véleményt alkotni addig, amíg a hatástanulmányok vázolt hiányosságait és a szükséges kutatások eredményeit is figyelembe vevő forgatókönyvek nem állnak rendelkezésünkre.*

### **Reális alternatívák a növényvédő szerek és műtrágyák helyettesítésre**

A xenobiotikus vegyszermaradványok élelmiszerláncban való jelenléte, a különböző növényvédő szerekkel szembeni rezisztens kártevők kialakulása, valamint egyes, hatékony peszticidek alkalmazásának megtiltása vagy felhasználásuk fokozatos csökkentésére vonatkozó szabályozás a káros környezeti hatások miatt új módszerek kifejlesztését és gyakorlati alkalmazásukat igényli. Az elvárásoknak való megfelelés egyre nagyobb érdeklődést generál a *természetes termékek, a növények és a mikrobák hatalmas biológiai sokféleségéből származó természetes vegyületek és ezek kombinációi felhasználásának lehetőségei* iránt. Az ilyen „puha” vagy „zöld” kémiai termékek nemcsak a mezőgazdaságban (konvencionális és alacsony ráfordítású gazdálkodási rendszerek integrált növénytermesztéshez vagy biogazdálkodáshoz) szükséges eszközök, hanem a környezeti és közegészségügyi szempontból fontos kártevők elleni védekezésben is.

A Rockefeller Alapítvány és az OECD Kooperatív Kutatási Programja: Biológiai erőforrás-gazdálkodás a fenntartható mezőgazdasági rendszerekért (CRP) szponzorálta azt a Bellagióban (Olaszország) 2018. szeptember 25–29. megrendezett konferenciát –, amelyre öt kontinens 11 országából huszonkét tudóst hívtak meg. A konferenciának három fő témája volt, ezek a következők: *új megközelítések az új természetes agro-*

*kémiai anyagok fejlesztéséhez, új termékek és a természetes növényvédő szerek új forrásai.* A konferencián elhangzott előadások eredményei alapján megállapítható, hogy azok tovább erősítik a környezetkímélőbb növényvédelmi módszerek szerepét a mezőgazdaságban és a rovarbetegség-vektorok elleni védekezésben. (Az elhangzott előadások a Pest Management Science (Volume 75 Issue 9. No) különszámában jelentek meg [Duke et al., 2019]).

Thomashow et al. (2019) a gyökérrel kapcsolatos mikrobák szerepét vizsgálják a fenntartható mezőgazdaságban. A szerzők a biológiai védekezés új korszakaként említik azt aényt, amikor 1990-ben a rizoszféra talajából sikerült kinyerni a *Pseudomonas* baktériumok által termelt fenazin vegyületet, amely képes elnyomni a talajban lévő növényi kórokozókat. Hangsúlyozzák, hogy a genomika megjelenése, a rendkívül érzékeny bioanalitikai műszerek elérhetősége és a védő endofiták felfedezése felgyorsította az előrehaladást számos olyan akadály leküzdését illetően, amelyek eddig korlátozták a haszonnövényekkel összefüggő mikrobák felhasználását a mezőgazdasági fenntarthatóság fokozása érdekében. A szerzők úgy ítélik meg, hogy a baktériumok felhasználása nem csak azon alapul, hogy ma már felismertük a rizoszférában a biokontroll ágensek és a kórokozók közötti kölcsönhatások molekuláris alapjait. Nagyon nagy lökést adott felhasználásuknak a növények azon képességének felismerése is, hogy észlelik a mikrobákat és metabolitjaikat, és szisztematikusan reagálnak rájuk. Véleményük szerint napjainkban, amikor a népesség egyre jobban függ a mezőgazdasági termelékenységtől, minden eddiginél kritikusabb, hogy a korábbi munkák során szerzett ismereteket és az „omika eszközök modellrendszerre történő alkalmazását” használják agronómiailag releváns növényekre mind a mérsékelt, mind a trópusi agroökoszisztémákban. Ezek ugyanis javítják a termék minőségét és a termelékenységet is.

Marrone (2019) kapcsolódó tanulmányában a természetes növényvédő szerek (biológiai anyagok) felhasználásának jelenlegi helyzetével és jövőbeli lehetőségeivel foglalkozik. Úgy ítéli meg, hogy a jövőt illetően felhasználásuk éves növekedése 10-20% között lesz. A biológiai anyagok három általános kategóriát foglalnak magukban: (1) biopeszticidek, (2) biostimulánsok és (3) biotrágyák.

A biopeszticideket növényvédelemre és növény-növekedés szabályozására használják. A biostimulánsokat a növények egészségének javítására és a növények stresszének csökkentésére alkalmazzák. (A biostimulánsokra nincs univerzális definíció, de a legtöbben ezzel a kifejezésre utalnak olyan termékekre, amelyek fokozzák a terméshozadékot és a hozamot, és kezelik az abiotikus növényi stresszt.) A biotrágyák a növényeket olyan tápanyagokkal látják el, mint az N, P, K és mikroelemek. Huminsavakból és más természetes anyagokból, valamint néhány mikroorganizmusból vagy ezek keverékéből állnak.

A növénytermesztési és növényvédelmi programokba integrálva a biopeszticidek magasabb terméshozamot és minőséget biztosítanak, mint a csak vegyszeres védekezések. További előnyei ezek alkalmazásának például:

- a vegyszermaradványok csökkentése vagy megszüntetése, ami megkönnyíti az exportot, kisélteti a kártevők és kórokozók vegyszerekkel szembeni rezisztenciájának kialakulását,
- növekszik a biológiai lebonthatóság és a mezőgazdasági melléktermékek felhasználása a fosszilis tüzelőanyagokkal szemben,
- csökken a környezetre gyakorolt káros hatás (például javul az ökoszisztéma állapota, nő a beporzó rovarok száma stb.).

Felhasználásuk alakulása szempontjából fontos feltételként említi meg tudatos alkalmazásukat, mely feltételezi – sajátos hatásmódjuk miatt – kijuttatásuk időzíté-

sének ismeretét. Ezen túlmenően fontosnak tartja a kártevők és kórokozók hatékonyabb előrejelzését, a rendelkezésre álló IT-eszközök (látás-/videó- és drónalapú rendszerek) alkalmazását is.

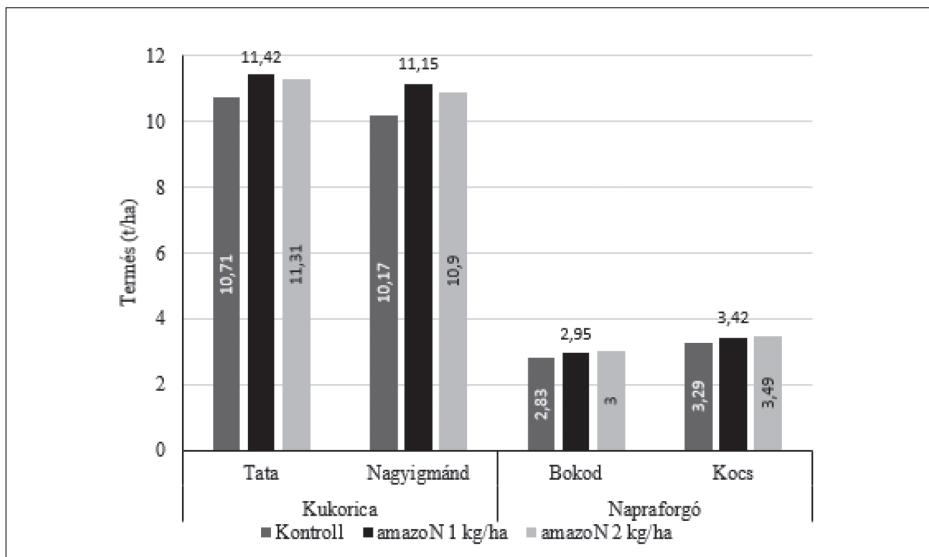
*Az előzőekben vázoltak alapján látható, hogy már rendelkezésre állnak azok az inputok, amelyek a fenntarthatóság és versenyképesség szempontjából egyaránt új lehetőségeket jelentenek, és fontos szerepet kapnak az új KAP stratégiai céljainak megvalósításában. Úgy ítéljük meg, hogy gyakorlati alkalmazásuk azonban függvénye lesz annak is, hogy a helyettesítésben érintett inputok arányai hogyan alakulnak.*

Napjainkban – a biológiai segítségével – ismertek azok a módszerek, amelyek a műtrágya és növényvédő szerek részbeni kiváltását lehetővé teszik. Ilyen biológiai nitrogénpótló készítmény például a *Bacillus mojavensis* hatóanyagú, posztemergens kijuttatású amazoN és titáN baktériumkészítmény. E készítmények már a gyakorlatban is bizonyítottak. A *Bacillus mojavensis* KN/32 törzse kiválóan megköti a nitrogént, és a növényvel is sikeres szimbiotikus kapcsolatot alakít ki, kimagasló hatékonyság mellett (Bohár és Péntek, 2022). E készítmény hozamokra gyakorolt hatását szemléletileg az 5. ábra.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a baktériumkészítmény alkalmazása a fenntarthatóság és versenyképesség szempontjából egyaránt javasolható. Az IKR Agrár Kft. a 2021. évben – az ország három különböző pontján – négy ismétléses, nagyparcellás (>1000 m<sup>2</sup>) kísérletekben tesztelte a *Bacillus mojavensis* KN/32 hatóanyagú készítményt, úgy hogy 50%-kal csökkentette a nitrogén alapműtrágyát, 135 kg/ha helyett 65 kg/ha hatóanyagot juttattak ki posztemergensen. Az alkalmazott készítmény dózisa (1 kg/ha) teljes mértékben kompenzálta a csökkentett műtrágya hatóanyag dózisének negatív hatását, sőt a teljes dózisu alaptrágyázáshoz viszonyítva

5. ábra

**Az amazoN nitrogénkötő készítmény termésmenvelő hatása teljes nitrogénműtrágya-utánpótlás mellett**  
*(The yield-increasing effect of the amazoN nitrogen-fixing preparation with complete nitrogen fertilizer supply)*



Forrás: Bohár és Péntek (2022) alapján Szálteleki P. szerkesztése

is terméstöbbletet lehetett elérni mindhárom kísérleti helyszínen (6. táblázat és 7. táblázat).

Az adatok alapján leszögezhető, hogy a nitrogénműtrágya hatóanyagának csökkentése nem okozott hozamcsökkenést, sőt – a hatóanyag-csökkenés kompenzálása mellett – a hozamok emelkedtek. A táblázat adatai arra is felhívják a figyelmet, hogy az adott térbeli egység agroökopotenciálja hogyan hat a hozamok alakulására. Ez arra is figyelmeztet, hogy a fenntarthatóság eszköztárában nem lehet általános érvényű, ebből pedig következik, hogy a szabályozó rendszernek is differenciálnak kell/ene lennie. És végül, de nem utolsósorban az is kiolvasható az adatokból, hogy az egymást helyettesítő inputok ár arányai is nagymértékben befolyásolják a fenntarthatóság versenyképességre gyakorolt hatásait (jövedelmek alakulása).

A nitrogénműtrágyázás szerepének fontosságát hangsúlyozza Lajos (2022) tanul-

mányában. Ezzel összefüggésben úgy ítéli meg, hogy a jövőt illetően „hagyományos – nem bőtermő – fajták szerepe újra megnőhet”. „A nitrogén elmaradása a technológiában, a termőterületek jelentős részén azonnali negatív hatásként jelenik meg. Különösen igaz ez a minőségi paraméterek romlására. A túltrágyázott vetéskörökben az első évben még számíthatunk a mennyiségi visszaesés mérséklődésére, de az ilyen helyeken még látványosabb lehet a minőség romlása (kevés nitrogén-nagy termés-gyenge minőség). Ahhoz, hogy az árualapok beltartalmi mutatói ne szakadjanak be egy évjárat alatt kezelhető szint alá, általánosságban kijelenthető, hogy jó lenne, ha a nitrogén felhasználás nem csökkenne 120 kg/ha alá.”

Altieri et al. (2011) tanulmányukban a gyomok elleni védekezés eredményességéről számolnak be. A dél-brazíliai Santa Catarinában a családi gazdálkodók úgy módosították az organikus, talajforgatás



**6. táblázat**

**Az amazoN nitrogénkötő készítmény termésmenvelő hatása teljes nitrogénműtrágya-  
utánpótlás mellett**  
(The yield-increasing effect of the amazoN nitrogen-fixing preparation with complete nitrogen  
fertilizer supply)

Megnevezés	Tata		Nagyigmánd	
	1 kg/ha	2 kg/ha	1 kg/ha	2 kg/ha
	amazoN			
Kukorica többlethozam (t/ha)	0,71	0,6	0,98	0,73
Többlethozam értéke (Ft/ha)	73 698	62 280	101 724	75 774
Többletköltség (Ft/ha)	16 273	26 406	16 273	26 406
- amazoN	10 133	20 266	10 133	20 266
- víz	250	250	250	250
- kijuttatás	5 890	5 890	5 890	5 890
Többletjövdelem (Ft/ha)	106 243	115 091	134 269	128 585
Napraforgó többlethozam (t/ha)	0,12	0,17	0,13	0,2
Többlethozam értéke (Ft/ha)	33 156	46 971	35 919	55 260
Többletköltség (Ft/ha)	16 273	26 406	16 273	26 406
- amazoN	10 133	20 266	10 133	20 266
- víz	250	250	250	250
- kijuttatás	5 890	5 890	5 890	5 890
Többletjövdelem (Ft/ha)	16 883	20 565	19 646	28 854

Forrás: az 5. ábra adatai alapján számítva

**7. táblázat**

**Az amazoN posztemergens alkalmazása és hatása a kukorica hozamára**  
(Post-emergence application of amazoN and its effect on maize yield)

Megnevezés	Baracska	Hódmező- vásárhely	Remény- puszta
Kontroll 130 kg N/ha <sup>*</sup>	9,55	5,63	8,43
amazoN + 65 kg N/ha	9,8	5,99	8,93
- Hozamtöbblet (kg/ha)	250	360	500
Kezelés gazdasági hatása (Ft/ha)			
- többlethozam értéke **	25 950	37 368	51 900
- csökkentett N ha. értéke		59 928	
- amazoN költsége		10 133	
- víz költsége		250	
- kijuttatás költsége		5 890	
- többletjövdelem	69 605	81 023	95 555

<sup>\*</sup>az alkalmazott műtrágya: UAN 30 m %, a hatóanyagár 922 Ft/kg

<sup>\*\*</sup>a kukorica ára 103,8 ezer Ft/t

Forrás: Bohár és Péntek (2022) alapján Száltekei P. szerkesztése

nélküli termelési rendszerüket, hogy a takarónövény-keverékeket a talajfelszínen hagyták, hogy csökkentsék a talajeróziót, a talajnedvesség és -hőmérséklet ingadozásait, javítsák a talaj minőségét, fokozzák a gyomok visszaszorítását, és növeljék a termés hozamot. Három kísérletet állítottak be azzal a céllal, hogy hogy feltárják és megértsék az organikus természetvédelmi talajművelési rendszerekben (organic conservation tillage systems, OCT) játszódo folyamatokat és mechanizmusokat, különös tekintettel az ökológiai gyomirtás alapjaira, amely az OCT-rendszerek egyik kulcsfontosságú előnye. Eredményeik, valamint a gazdálkodók megfigyelései azt támasztják alá, hogy a takarónövények a fizikai interferencia<sup>4</sup> és allelopátia<sup>5</sup> révén hatásosak a gyomok ellen, és növelik a termés hozamot is. A három kísérlet eredményei azt mutatják, hogy a legjobb takarónövény-keveréknek a nagyobb arányban roszból, bükkönyből és takarmányretekéből álló minősült. Ezek a keverékek nagy biomasszatömeget biztosítanak, hengereléssel könnyen kezelhető, vastag talajtakarót képeznek, amely elegendő ahhoz, hogy hatékony gyomirtást biztosítson a természetű növénynek.

Pepó (2021) a növényvédelem fajtaspecifikus hatását vizsgálta csernozjom talajon GK Kőrös és GK Békés búzafajtákra. A kísérletben kétféle növényvédelmi technológiát alkalmaztak. Az abszolút kontroll csak egy inszekticid kezelést kapott. Az intenzív növényvédelmi technológia esetében a kezelése az alábbiak voltak: gyomirtás + fungicid kezelés 1x + inszekticid kezelés 1x. A kontrollhoz viszonyítva a többlethozam a GK Kőrös fajta esetében 757 kg/ha (8,7%), a GK Békés fajtánál 1653 kg/ha (20,5%) volt. Az abszolút kontroll hozamai: GK Kőrös 8719 kg/ha, a GK Békés 8075 kg/ha voltak.

Az eredmények alapján megfogalmazható, hogy a növényvédelem – a gyomok, kártevők és korokozók kiiktatásával – növeli a termésbiztonságot, és ezáltal magasabb hozam érhető el. Ebből viszont az is következik, hogy a növényvédelem hiánya miatt a hozamok csökkennek, tehát a kevesebb növényvédőszer-felhasználás mérsékli a termésbiztonságot. Ennek gazdasági vetülete, hogy csökken a jövedelmezőség, mivel a költségek jelentős hányada – állandó költség, vétés, talajművelés stb. – nem függ a hozamok színvonalától. A megmentett termék értéke – azaz az elhárított kár nagysága – 2021. évi 75 119 Ft/t búzárral számolva (KSH, Statdat) 56 865 Ft/ha, illetve 124 172 Ft/ha.

### **Az agrotechnikai elemek, a termelés intenzitása és a precíziós technológiák hatása, illetve gazdasági vetületeik**

Pepó (2019) az egyes agrotechnikai elemek és az évjárat hatását vizsgálta – polifaktoriális hosszú idősoros (1985–2015) tartamkísérletekben – az őszi búza és kukorica hozamára. Az évjárat és az egyes agrotechnikai tényezők hatását a 8. táblázat tartalmazza.

A táblázat adatai alapján mindkét növény esetében a trágyázásnak van legnagyobb szerepe a hozamok alakulásában. Az évjárat csak mérsékelt szerepet játszik. Figyelemre méltó a vetésváltás (bi-, tri-, monokultúra) és a növényvédelem hatása is. Az egyes agrotechnikai elemek alkalmazásának módja határozza meg a természetstechnológia intenzitását. Az alkalmazott technológiai modellek – extenzív, mérsékelt, átlagos és intenzív – hozamokra gyakorolt hatása jelentős volt, melyet az őszi búza esetében a 6. ábra, kukorica esetében a 7. ábra szemléltet.

Az ábrákon látható hozamokra vonat-

<sup>4</sup> Fizikai interferencia: kölcsönös hatás. <https://jelentes.hu/idegen-szavak-szotara/interferencia>

<sup>5</sup> Allelopátia: a növények azon tulajdonsága, ami lehetővé teszi, hogy szerves vegyületek, bioreagens kibocsátásával szomszédjaik életfolyamatát befolyásolhassák, azok növekedését elősegíthessék vagy gátolhassák, sőt magjaik csírázását is megakadályozhassák. <https://hu.wikipedia.org/wiki/Allelop%C3%A1tia>

8. táblázat

**Az évjárat és az agrotechnikai elemek hatása a hozamra**  
*(The effect of vintage and agrotechnical elements on yield)*

Megnevezés	Búza		Kukorica	
	kg/ha	%	kg/ha	%
Évjárat	430	4,33	1 548	11,00
Öntözés	177	1,78	2 013	14,00
Növényvédelem	1 586	15,97	-	-
Vetésváltás	2 767	27,85	3 880	28,00
Trágyázás	4 974	50,07	5 491	39,00
Tőszám	-	-	1 039	8,00
Kontroll termés	1 166		1 905	
Maximális hozam	11 100		15 876	

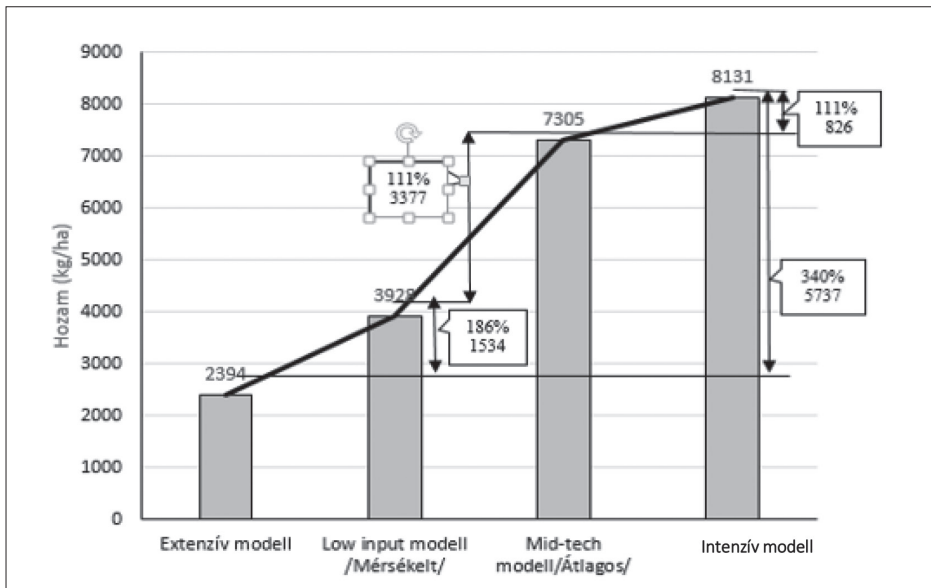
Forrás: Pepó (2019) alapján Pupos T. szerkesztése

kozó adatok azt bizonyítják, hogy jelentős mértékű hozamnövekedést eredményez a technológia intenzitásának növelése. Búza esetében az intenzív technológia hozamtöbblete az átlagos technológia hozamához viszonyítva már megkérdőjelezi annak gaz-

dasági hatékonyságát. Hivatkozott szerző véleménye szerint „Az őszi búza modellek elemzése azt bizonyította, hogy kiváló csernozjom talajon nem javasolható a rendkívül mérsékelt termésszintek miatt az extenzív (2394 kg/ha) és low-input (3928 kg/ha)

6. ábra

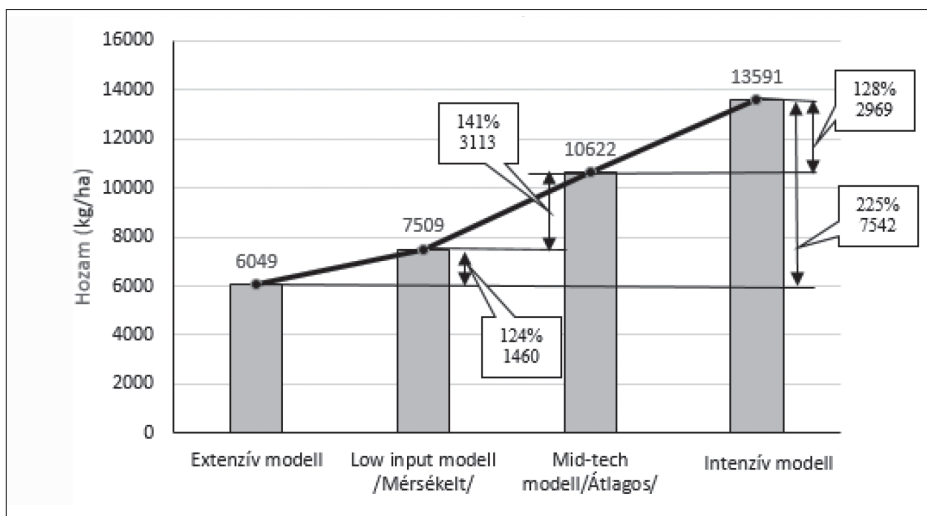
**Technológiai modellek hatása az őszi búza termésére, Debrecen, csernozjom talaj, 2004–2015**  
*(The impact of technological models on winter wheat yields, Debrecen, chernozem soil, 2004-2015)*



Forrás: Pepó (2019) alapján Pupos T. szerkesztése

7. ábra

Technológiai modellek hatása a kukorica termésére, Debrecen, csernozjom talaj, 2004–2015  
(The impact of technological models on maize yields, Debrecen, chernozem soil, 2004–2015)



Forrás: Pepó (2019) alapján Pupos T. szerkesztése

technológiai változat alkalmazása”. A kukorica intenzív agrotechnikát igénylő növény, és ezt meg is hálálja. Az átlagos technológiához viszonyítva az intenzív technológia mintegy 3 t/ha-ral növelte a hozamot.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a termőhely – a hol? fontossága – az egyes ágazatok belső üzemi teljesítményeinek kihasználása (pl. elővetemény-hatás), a termesztés intenzitásának növelése – búza és kukorica esetében – kedvezően hat a hozamok alakulására.

Az eredmények alapján látható, hogy az egyes inputok – műtrágya, növényvédő szerek stb. – mennyiségének csökkentése (F2F), végső soron a termesztéstechnológiák intenzitásának csökkentése, egyes környezetkímélő inputok alkalmazása hogyan hat a hozamok alakulására, és ez által a jövedelemre, azaz a versenyképességre. Mivel a költségek döntő hányada állandó költség, a termés intenzitásának csökkentésével – ha az hozamsökkenéssel jár – a jövedelem is visszaesik. Ennek pótlása más forrásokból – állami támogatások – kell,

hogy megtörténjen, mivel a termeléshez szükséges állóteke elemeit is pótolni kell.

A fenntarthatóság követelményének eleget téve, és egyidejűleg a versenyképességet is biztosítva, a mezőgazdaság számára a precíziós technológiák alkalmazása jelentheti a jövőt (Popp et al., 2018). Takácsné György (2011) szerint azonban ennek a feltételei vannak. A precíziós növénytermesztés akkor valósul meg teljes spektrumában, ha a következő elemek mindegyike kiépül:

- a műholdas navigációval támogatott talajmintavételre alapozott talajvizsgálat;
- a differenciált tápanyag-visszapótlás;
- hozamtérképek készítése;
- precíziós vetés;
- a differenciált növényvédelem.

A precíziós mezőgazdaság (Precision Agriculture = PA) hivatalos definícióját a Nemzetközi Precíziós Mezőgazdasági Társaság (International Society for Precision Agriculture = ISPA) igazgatósága 2019. évben ismerte el. A definíció szerint „A precíziós mezőgazdaság egy olyan irányítási stratégia, amely időbeli, térbeli és egyedi adatokat

gyűjt, dolgoz fel és elemzi, és kombinálja azokat más információkkal, hogy támogassa a gazdálkodási döntéseket a becsült változatosságnak megfelelően a jobb erőforrás-felhasználás, termelékenység, minőség, jövedelmezőség és a mezőgazdasági termelés fenntarthatósága érdekében” (ISPA, 2019).

A precíziós gazdálkodás hazai helyzetének felmérése céljából végeztek kutatást 2018–2020 közötti időszakban. A kutatás keretében 30 félig strukturált interjút készítettek 25 gazdával és 5 szakértővel, a gazdálkodóknak a precíziós termelésről való ismereteinek és véleményének a jobb megismerése érdekében. A kutatási eredmények főbb eredményei az alábbiakban összegezhetők (Fodor et al., (2020):

- A magyar gazdák a fenntartható fejlődés egyik vetületének sem tulajdonítanak jelentőséget, azaz a fenntarthatóság egyáltalán nem motiválja a PA-ra való áttérést (ez a vélemény általános érvényűnek tekinthető, mivel ez sem az iskolai végzettségtől, sem pedig a gazdaság méretétől nem függ).
- A vélemények alapján elterjedésének legfőbb akadályát a beruházások többletköltségei, valamint a gazdaságok méretéből fakadó, alkalmazási-illesztési nehézségek jelentik. (A beruházási többletköltséget jelölő gazdák további legfontosabb problémaként az üzemeltetés többletköltségét és a finanszírozási források hiányát jelölték meg).
- A kis- és közepes gazdaságokban a PA alkalmazása – a méret miatt – saját tulajdonú eszközrendszerre alapozva csak részben lehetséges. Az elterjedés szempontjából sokat javítani a helyzeten a közös géphasználati formák létrehozása és a gépkölcsönzés – mint szolgáltatás – megléte. A kutatók e kérdésekkel összefüggésben hangsúlyozták – amit egyébként több megkérdezett is említett – a termelői integrátor szervezetek, illetve a szövetezés, valamint a megosztáson alapuló gazdaság (többnyire kihasználatlan) fontosságát.

A technológia alkalmazásának eredményeiről több szerző is beszámol. Szabó (2022) a KITE Zrt. által 2012–2013 között végzett kísérleti eredményeket vette górcső alá. A kísérletek az eltérő terméstechnológiák (*hagyományos, precíziós és sávos*) ráfordításokra, valamint a jövedelemre gyakorolt hatását elemezték. A vizsgálatok az üzemanyag-felhasználást, a munkaidő-ráfordítást, a tápanyag-utánpótlást, a differenciált tőszám és a növényvédelem inputanyagigényének részletes tanulmányozását foglalták magukba. A kutatási eredmények az alábbiakban összegezhetők:

- Az automata kormányzás és bizonyos technológiai műveletek automatizálása mintegy 5-8%-os üzemanyag-megtakarítást eredményezett. Ez azt is jelenti, hogy csökkent a károsanyag-kibocsátás, és nőtt a művelet hatékonysága is.
  - A szakaszvezérlés alkalmazásával állománykezeléseknél szintén műveleti hatékonyságnövelés és 2-7%-os inputanyag-megtakarítás realizálható.
  - A technológiai műveletek összekapcsolása menetszámcsökkenést, üzemanyag- és inputanyag-megtakarítást és azok kedvezőbb hasznosulását eredményezi, illetve megfeleltethető a talajkímélő technológiának is.
  - A differenciált és pozícionált, inputanyagok kijuttatása során jelentős megtakarítás (50%-os) érhető el az inputanyagok mennyiségében.
  - A fajlagos üzemanyag-felhasználásban a hagyományos technológiához viszonyítva a precíziós technológia 15%-os, a strip-till 30%-os megtakarítást eredményezett.
  - A munkaidő-ráfordítás hagyományos technológia esetében 2,36 óra/ha volt, a strip-till alkalmazása csak 1,4 óra/ha ráfordítást igényelt. (A megtakarítás 59%.)
- A technológia inputokra és a termelékenységre gyakorolt hatása nem vitatható. A többlet beruházási költségek megtérülése azonban nagymértékben függ az inputok

arától, a hozamnövekedés mértékétől és a beruházás megtérülésénél használt kamatlábtól is.

Kemény et al. (2017) által készített AKI-tanulmány eredményei alapján a szerzők arról számolnak be, hogy a precíziós technológia alkalmazása a fő növénykultúráknál (búza, kukorica, napraforgó) többletheozamot és jövedelemtöbbletet eredményezett. A precíziós eszközök többlet beruházási költségének megtérülése mind a 41 ha/üzem, mind a 382 ha/üzem precíziós területre számítva biztosított. A többletberuházás nettó jelenértéke (NPV) – 3%-os kamatláb mellett – rendre 130,0 ezer Ft/ha, illetve 189,6 ezer Ft/ha és a megtérülési idő 7 év. Székely et al. (2023) – hivatkozva más szerzők tanulmányaira is – megállapítják, hogy e technológiák elterjedése Magyarországon lassú, áttörésről még nem lehet beszélni. Elemzésükben a gazdasági és ökológiai összefüggésekre fókuszálnak, és két gyakorlati megoldást vesznek alapul. Az egyik példa egy 250 ha-os, szántóföldi növénytermesztéssel foglalkozó – búza, kukorica, repce, napraforgó – modellgazdaság, mely gazdaság 200 hektáron áttér a precíziós technológiák alkalmazására. A másik esetben – egy tehenészetben – a fejőrobotok alkalmazására való átállás gazdasági hatásait számszerűsítik. A kalkulációk a jelentkező többletberuházások az NPV-ére és a megtérülési időkre vonatkoznak. A megtérülési idő a precíziós technológiák alkalmazására való átállás esetében (12 év normatív élettartam és 12%-os kalkulatív kamatláb mellett) beruházási támogatás nélkül 16 év. Beruházási támogatások – 40 és 70% – mellett a megtérülési idő rendre 9,25 és 7 év volna. A fejőrobotok esetében a megtérülés csak 70%-os állami támogatás mellett lenne biztosított, 9 év alatt térülne meg a beruházás. A levont következtetések közül az alábbiakat tarjuk fontosnak kiemelni: úgy ítélik meg, hogy az eredmények alapján *nem lehet általános érvényű következtetéseket levonni* a termőhelyi adottságok differenciáltsága

miatt, és fontos tényezőként említik meg a szerzők a gazdálkodás feltételrendszerét is, kiemelve a *támogatások intenzitásának fontosságát, a kamatlábak nagyságát.*

### **Tartástechnológiák és egyéb lehetőségek az állattenyésztésben**

Bozzay (2019) elismert kutatókat (Horn Péter akadémikus, Mezőszentgyörgyi Dávid egyetemi docens) kérdezett meg arról, hogy a tartási módok hogyan befolyásolják a *tojás minőségét, a takarmányigényt és az emissziókibocsátást.* A tojás minősége és annak beltartalmi értéke nem a tartási mód, hanem a takarmány függvénye, vagyis azon múlik, hogy mit eszik az állat. Az ökológiai lábnyoma a szabad tartásos tojástermelésnek sokkal nagyobb, mint a ketreces (EU conform) tartásmódé. Ammóniából és metánból közel négyszer annyi, CO<sub>2</sub>-ból 20%-kal több gáz képződik a szabad tartás esetében. A szabad tartási módhoz vízből és takarmányból is 14-15%-kal több kell, és a tyúkok 5-10%-kal kevesebb tojást termelnek. Az is fontos szempont, hogy a madárinfluenzával való megfertőződés veszélye szabad tartásnál lényegesen nagyobb. Jelentős eltérés van az élőmunkaerő-igényben is. A szabad tartásos módnak jóval nagyobb az igénye. A költségek alakulásában is jelentős eltérések mutatkoznak a ketreces tartásmód javára. A változtatás irányát a vásárlók igényei alakítják. Ezt nagyon jól jelzi a brojlercsirke esete. A tanyasi csirkéből évente mintegy 900 ezer db-ot vágnak, mivel – a drágább egységár miatt – csak ennyire van kereslet.

A versenyképesség szempontjából meghatározó tényező a fajta. A fajta fajlagos takarmányigénye, valamint az állat és takarmányának vízigénye viszont fontos tényezője a fenntarthatóságnak is. Horn (2008) egy kilogramm mellfilé takarmány- és vízigényét elemezte a pulykahizlalásban (9. táblázat). A táblázat adatai egyértelműen mutatják a modern hibrid pulyka előnyét

**9. táblázat**  
**Egy kilogramm mellfilé előállításának takarmány- és vízszükséglete különböző pulykák**  
**esetében (hímivar)**  
*(Feed and water requirements to produce one kilogram of breast fillet for different turkeys, male)*

Típus	1 kg mellfilé előállításához szükséges		
	Takarmány (kg)	Ivóvíz (liter)	Takarmány-előállítás vízigénye (liter)
Modern hibrid pulyka	10,5	21,0	10 500
Bronzpulyka	25,3	50,6	25 300
Bronzpulykához viszonyítva			
Szükséglet (kg, l)	-14,8	-39,6	-14 800
Szükséglet (%)	-58,5	-78,3	-58,5

Forrás: Horn (2008) alapján Pupos T. szerkesztése

**10. táblázat**  
**A természetes teljesítménymutatók alakulása a sertéstartásban, 2017–2019**  
*(The changes of natural performance indicators in pig farming, 2017-2019)*

Megnevezés	Nagy-Britannia (Zárttartás)			Nagy-Britannia (Szabadtartás)			Magyarország (Zárttartás)		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Választott malac/koca/év	26,97	27,35	27,35	23,95	23,22	24,12	25,47	25,74	27,77
Felnevelt malac/koca/év	25,96	26,24	26,28	23,05	22,28	23,17	24,99	25,25	27,24
Értékesített sertés/koca/év	25,23	25,41	25,45	22,41	21,57	22,44	24,00	24,32	26,57
Kocaforgó/koca/év	2,3	2,28	2,28	2,28	2,2	2,25	2,25	2,31	2,37
Felnevelési kiesés (%)	3,78	4,08	3,93	3,78	4,08	3,93	1,9	1,9	1,9
Hizlaláskori kiesés (%)	2,79	3,19	3,16	2,79	3,19	3,16	3,96	3,68	2,47
Súlygyarapodás (g/nap)	833	866	860	833	866	860	710	696	700
Fajlagos tak. felhasználás	2,86	2,79	2,68	2,86	2,79	2,68	3,04	3,14	3,18
Átlagos vágási élősúly (kg)	110	110	110	109	109	110	111	109	115
Átlagos hasított hideg súly (kg)	83,6	83,6	84,3	83,0	83,1	84,1	87,6	86,1	91,0
Hasított hústermelés (kg/koca/év)	2110	2123	2145	1859	1793	1887	2103	2094	2418

Forrás: AHDB (2019) alapján Pupos T. szerkesztése. Az árnyékolt értékek a legjobb vagy legrosszabb értékeket emelik ki.

mind a takarmány, mind pedig az összes vízigény vonatkozásában.

A tartási módok hatását a természetes teljesítménymutatók alakulására a sertéstartásban az Agriculture and Horticulture Development Board (AHDB, 2019) elemzése alapján követhetjük nyomon (10. táblázat). A szabad tartási mód kibocsátása mind az egy kocára vetített sertés, mind pedig a hasított hústermelés vonatkozásában – a kedvezőtlenebb szaporulati és kiesési mutatók miatt – alulmaradt a zárttartás muta-

tóihoz viszonyítva. Ebből következik, hogy a tartási mód összesített pénzügyi mutatói (11. táblázat) is kedvezőtlenebbek.

Orosz (2020) a holland tejtermelési modelleket alapul véve azt vizsgálta – a fenntarthatóság érdekében –, hogy hogyan lehet a tejtermelés lineáris gazdasági rendszereit elmozdítani a cirkuláris vagy körkörös gazdasági rendszerek felé. Három termelési modellt hasonlított össze. Az egyes modellek az import inputtakarmány, az átlagos hasznos élettartam és az életteljesítmény

## II. táblázat

Az összesített pénzügyi mutatók alakulása a sertéstartásban, 2017–2019  
(The changes of aggregate financial indicators in pig farming 2017-2019)

GBP/kg hideg hasított testtömeg

Megnevezés	Nagy-Britannia (Zárttartás)			Nagy-Britannia (Szabadtartás)			Magyarország		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Takarmány	0,86	0,92	0,90	0,88	0,95	0,91	0,84	0,87	0,92
Egyéb változó költség	0,2	0,23	0,22	0,24	0,29	0,27	0,23	0,25	0,23
Összes változó költség	1,06	1,15	1,12	1,12	1,24	1,18	1,07	1,12	1,15
Munkaerő	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,12	0,12	0,12
Értéksökkenés és finanszírozás	0,17	0,18	0,18	0,12	0,13	0,13	0,18	0,20	0,20
Összes állandó költség	0,29	0,30	0,31	0,25	0,27	0,27	0,30	0,32	0,32
Költség mindösszesen	1,34	1,45	1,42	1,37	1,51	1,44	1,37	1,44	1,47

Forrás: AHDB (2019) alapján Száltekei P. szerkesztése

minimumában (kg tej/tehén) tértek el egymástól. A modellek az alábbiak voltak:

- **Low input - low output (extenzív-LILO):** ökológiai szemléletű, a szántóföldi növénytermesztésre alapozott, a talaj-növény-állat-trágya-talaj, a teljes cirkularitáshoz legközelebb álló modell.
- **High input - high output (intenzív-HIHO):** a hazai gyakorlatban elterjedt rendszer, a cél az output maximalizálása, a cirkularitás és a biodiverzitás növelését tekintve nem optimális, nagy a modell piaci kitettsége, a társadalmi elfogadottság tekintetében is kifogásolható, a linearitás aktív szerepet kap a rendszer működtetésében.
- **Low input - high output (optimalizált-LIHO):** cél az output maximalizálása úgy, hogy biztosítva legyen a rendszer biológiai és technológiai körkörösége, szántóföldi növénytermesztésre alapozott, saját termesztésű, „excellent” átlagminőségű tömegtakarmány (minimum 6 MJ/kg szá. NEL és minimum 60% rostemeszthetőség a TMR-ben), a hazai előállítású fehérjehordozó (home grown protein) nagy arányban biztosítva van.

A modelleket a *körkörös gazdasági érték (CEV – Circular Economy Value)* alapján hasonlították össze. Az eredmények az

egyes modellek esetében lényeges különbségeket mutatnak. („A CEV azt vizsgálja, hogy az egyes folyamatok elején és végén miként értékelhető a forgalomba hozott energia- és anyagmennyiség felhasználása körkörös szemzőből” [Horváth, 2019]). A CEV százalékban kifejezett érték, intervalluma 10–90% közé esik (Fogarassy et al., 2017). Az intenzív (HIHO) termelési rendszerek 63,10%-os CEV-értéket kapott, mely jelentős korrekciós kényszert jelenthet a jövőben. Több lineáris termelési komponenst is tartalmaz. Az extenzív (LILO) és optimalizált (LIHO) rendszermodellek lényegesen zártabbak, a cirkuláris megoldásokat sokkal fegyelmesebben követik, a CEV-értékeik 72,6 és 73%. Ugyanakkor a *low-inputtal* és *high-outputtal* működő modellek esetében magasabb CEV-értéket kaptak az elemzés végén. A legkevesebb (pozitív és negatív) externáliával terheli a rendszerfolyamatot. (Ebben az összefüggésben a holland és magyar tejtermelési modellek vizsgálati eredménye teljes mértékben megegyezett.)

Az egyes értékek mögött meghúzódó szakmai tennivalókra is javaslatokat fogalmaz meg a szerző, ezek az alábbiakban összegezhetőek: a selejtezések arányának 10-80%-os csökkentése, ami kedvezően hat



a környezeti kibocsátásokra (energia-, víz- és hulladékgazdálkodás vonatkozásában egyaránt). A LILO esetében cél az ÜHG-kibocsátás csökkentése a takarmányozás gyakorlatát illetően. A HIHO-rendszerek fenntarthatóságának vagy cirkularitásának fokozása érdekében csökkenteni kell a takarmányok inputtartalmát, melynek révén az importpiaci kockázatok elkerülhetők vagy csökkenthetők, és fokozható a rendszer biodiverzitásra gyakorolt pozitív hatása is. Az optimalizált modell (LIHO) esetében fontos lenne a hazai előállítású fehérjeta-karmányok arányának növelése. Továbbá kiemelt szerepet kap a tömegtakarmányok arányának olyan célspecifikus növelése is, amely figyelembe veszi az ÜHG-kibocsátási szempontokat és a laktációs szakaszt is.

*A tömegtakarmányok arányának célspecifikus növelésével kapcsolatban fon-*

*tosnak tartjuk megemlíteni, hogy ennek érvényesítése eléggé behatárolt a technológia biológiai tényezőjének – állat – élettani sajátosságai miatt. Hiába olcsóbb a szilázsban a tejtermelő nettó energia egységnyi mennyisége, mint a tejelő tápban, egy adott termelési színvonal mellett a tejelő tápot nem lehet helyettesíteni szilázssal, mivel az állat – a szilázs alacsony tápanyag-koncentrációja miatt – nem képes a szükséges tápanyagot fedező szilázs mennyiségének felvételére.*

### A versenyképesség és fenntarthatóság összefüggései a brojlerhizlalásban

Az előzőek alapján megállapítható, hogy a fenntarthatóság érdekében alkalmazni kívánt stratégiák a hozamok alakulását nagy-

12. táblázat

**Egy kg élő súlyú brojler takarmányköltségének alakulása különböző FCR esetén**  
(The change of feed costs of one kg boiler live weight for various FCRs)

Év	Egy kg élő súlyú takarmányköltsége				
	FCR			Takarmányköltség változása	
	1,6	1,7	1,8	1,7/1,6	1,8/1,6
	Ft/kg			%	
2012	152,06	164,01	173,68	107,86	114,22
2013	164,54	177,59	188,07	107,93	114,30
2014	148,55	160,92	170,42	108,33	114,72
2015	144,97	156,62	165,88	108,04	114,42
2016	143,01	154,74	163,86	108,20	114,58
2017	138,21	150,23	159,06	108,69	115,09
2018	144,57	155,13	164,31	107,31	113,66
2019	148,73	158,49	167,89	106,56	112,88
2020	149,35	159,12	168,56	106,54	112,87
2021	182,90	190,99	202,36	104,42	110,64
2022	265,21	270,46	286,61	101,98	108,07
Min.	138,21	150,23	159,06	101,98	108,07
Max.	265,21	270,46	286,61	108,69	115,09

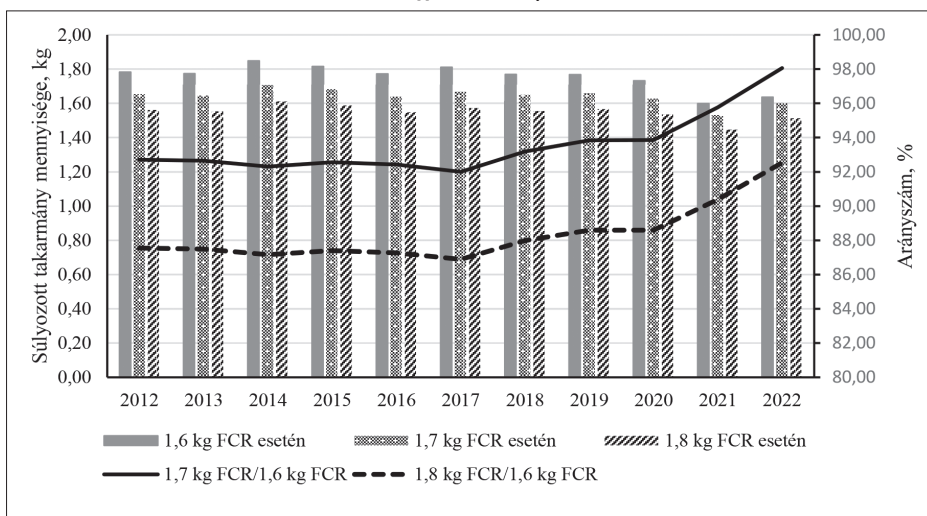
Forrás: saját számítás Pupos T. és Száltekei P.

mértékben befolyásoló ráfordítások – nitrogénműtrágyák, növényvédő szerek stb. – felhasználásának csökkenését irányozzák elő. Ennek következményeként – a legtöbb tanulmány ezt támasztja alá – a hozamok csökkenésével és ennek gazdasági vetületeként a jövedelem csökkenésével lehet számolni. Az is megállapítható, hogy az összefüggések elsődleges szinterei a termesztés- és tartástechnológiák. Az alkalmazott technológiák és azok inputjainak innovatív voltában keresendő tehát a kedvezőtlen gazdasági hatások – a jövedelmek, illetve a versenyképesség csökkenése – mérséklése, a fenntarthatóság egyidejű biztosítása mellett. Ahogy ez ismert, a brojlerhizlalás meghatározó költségtétele a takarmányköltség. Ennek alakulását alapvetően a fajlagos takarmányfelhasználás (FCR) határozza meg az adott árszínvonal függvényében. A költségek alakulásának másik fontos befolyásoló tényezője a takarmány és a brojler termelői árának alakulása is. Az egy kg brojler termelői áráért vásárolható

súlyozott takarmány mennyiségének alakulását szemlélteti különböző FCR mellett a 8. ábra.

Az ábra adatai alapján látható, hogy az arányok függvényében a legversenyképesebb FCR (1,6 kg) esetén a vizsgált időszakban az egy kg brojler áráért vásárolható súlyozott takarmány mennyisége 1,60–1,85 kg között mozgott. Az 1,7 kg FCR esetében 1,53–1,71 kg, 1,8 kg FCR esetében 1,45–1,61 kg között változott a vásárolható súlyozott takarmány mennyisége. Az arányok – mindhárom FCR esetében – a 2014. évben voltak a legkedvezőbbek, és a 2021. év voltak a legrosszabbak. Az 1,6 FCR-hez viszonyítva a vásárolható súlyozott takarmány mennyiségének 1,7 kg FCR esetén 92,00–98,06%-a, 1,8 kg FCR-hez viszonyítva 86,89–92,53%-a. Ennek függvényében alakul az egy kg élősúly takarmányköltsége is, amit a 12. táblázat adatai tartalmaznak. A táblázat adatai alapján látható, hogy 2012-hez viszonyítva 2022-ben egy kg élősúly takarmányköltsége az 1,6-1,77-1,93 kg FCR esetében rendre

**8. ábra**  
**Egy kg brojler termelői áráért vásárolható súlyozott takarmány mennyisége különböző FCR esetén**  
*(The amount of weighted feed that can be purchased for the producer price of one kg broiler for different FCRs)*



Forrás: saját számítás Pupos T. és Szálteleki P.

113,15-106,45-112,93 Ft-tal nőtt, ami 74,42-64,90-65,02%-os növekedést jelent.

A keveréktakarmányok fontos alkotóelemei a gabonafélék is. A kalkulációban a kukorica és a búza szükséges mennyiségét számszerűsítettük, kiemelve – a fenntarthatósággal összefüggésben – a szükséges műtrágya mennyiségét, annak költségét, és figyelembe vettük a térgazdaságtani hatásokat – II. szántóföldi termőhely, igen gyenge (IGY) és igen jó (IJ) tápanyag-szolgáltató képességű talajokat alapul véve – gazdasági vetületeit is. Az egy tonna búza és egy tonna kukorica műtrágya-hatóanyagigényének költségét el-  
lentételező hozamok mennyiségének alakulását és a termőhelyi adottságok gazdasági vetületeit a 13. táblázatban foglaltuk össze.

A táblázat adatai alapján látható, hogy a hozamok szükséges mennyiségének tendenciája az arányok romlását egyértelműen kifejezi, ami különösen a N hatóanyag esetében – az ismert okok miatt – a 2022. évben volt a legkedvezőtlenebb. A növények tápanyagigényének különbözősége és a termőhelyi adottságok differenciáltsága miatt jelentős mértékű különbségek figyelhetők meg az egy tonna termés műtrágya-hatóanyagigényének költségét el-  
lentételező hozamok mennyisége között is. Kukorica esetében ez a különbség 245–413 kg, búza esetében pedig 245–396 kg között mozogott. Ezek az eltérések – az igen jó tápanyag-szolgáltató képességű talajhoz viszonyítva – kukoricánál 112,4–121,5%-kal,

13. táblázat

**Egy tonna búza és egy tonna kukorica műtrágya-hatóanyagigényének költségét ellentételező hozamok mennyiségének alakulása eltérő termőhelyi adottságok mellett (Changes in yields compensating for the cost of one ton of wheat and one ton of corn fertilizer requirement under different production site conditions)**

Év	IGY		IJ		Különbség (IGY-IJ)		Arányszám (IGY/IJ)	
	K	B	K	B	K	B	K	B
	kg							
2012	484	433	222	169	262	263	2,18	2,56
2013	559	524	257	205	302	319	2,18	2,55
2014	589	481	274	191	315	291	2,15	2,53
2015	581	497	270	197	311	300	2,15	2,53
2016	546	544	251	213	295	331	2,18	2,56
2017	492	467	224	181	268	285	2,19	2,57
2018	476	432	217	168	259	264	2,19	2,57
2019	526	440	240	172	286	268	2,19	2,56
2020	445	399	201	154	244	245	2,22	2,59
2021	456	458	215	182	241	275	2,12	2,51
2022	768	652	355	256	413	396	2,16	2,54
Min.	445	399	201	154	244	245	2,12	2,51
Max.	768	652	355	256	413	396	2,22	2,59

IGY: Igen gyenge tápanyag-szolgáltató képességű talaj

IJ: Igen jó tápanyag-szolgáltató képességű talaj

Forrás: saját számítás Pupos T. és Bánhegyi G.

a búza esetében 150,9–159,2%-kal nagyobb hozamigényt jelentenek. *A példa alapján könnyen belátható, hogy a fenntarthatósággal kapcsolatos intézkedések eszközrendszerének kialakításánál a termőhelyi adottságokat nem lehet figyelmen kívül hagyni. Ezt nem csak a hatóanyagigény különbözősége, de a növények eltérő tájigénye stb. is indokolja.*

A modellszámításnál a tervezett vágóbaromfi mennyisége 450 ezer tonna. E volument alapul véve, a szükséges keveréktakarmány és a fontosabb inputok mennyiségének alakulását a 14. táblázatban foglaltuk össze.

A fenntarthatóság szempontjából fontos szerepe van a területigény alakulásának is. A táblázat adatai alapján megállapítható, hogy 0,1 kg FCR-növekedés 2409 ha, illetve 2416 ha területnövekedést eredményez. A kukorica- és búzaigény műtrágya-hatóanyagköltségének alakulásában a termőhelyi adottságoknak – ahogy az előzőekben láttuk – nagyon fontos szerepe van (9. ábra).

A modell-kalkuláció esetében az FCR és termőhelyi adottságok a műtrágya-hatóanyagigény költségének alakulásában 9513–10 684 millió Ft különbséget jelentenek.

A ráfordítások között – a klímaváltozás miatt is – egyre fontosabb erőforrássá válik a víz, ami a mezőgazdasági termelés szempontjából nélkülözhetetlen. A modell-

számítás szintjén a szükséges kukorica- és búzamennyiség vízigényének alakulását szemlélteti a 10. ábra. A legkedvezőbb 1,6 kg/kg FCR-hez viszonyítva az 1,7 kg/kg FCR esetében 6036 ezer m<sup>3</sup>, az 1,8 kg/kg FCR esetében 12 090 ezer m<sup>3</sup>többetvíz kell a szükséges kukorica- és búzamennyiség megtermeléséhez. Ez az eltérés egy kg élősúlyra vetítve 13,41 litert, illetve 26,87 litert jelent.

## KÖVETKEZTETÉSEK

A mezőgazdasági termeléssel szemben megfogalmazott elvárások, mint a növekvő élelmiszerigény kielégítése, a környezetre gyakorolt kedvezőtlen hatások csökkentése, olyan kérdéseket generálnak, amelyekre napjainkban – véleményünk szerint – még nincs minden szempontból szakmailag megalapozott és a tudományos elvárásoknak is megfelelő válasz. A megfogalmazott stratégiai célok és azok megvalósításának stratégiai eszközrendszere az ágazat helyzetét illetően több problémát is felvet. A kapcsolódó tanulmányok eredményei alapján az állapítható meg, hogy a fenntarthatóság biztosítása érdekében kidolgozott és alkalmazni kívánt eszközök – egyes inputok felhasználásának csökkentése, a talajművelés rendszerének felülvizsgálata, a művelt területek pihentetése stb. – a hozamok és ennek következményeként a jövedelmek csökkené-

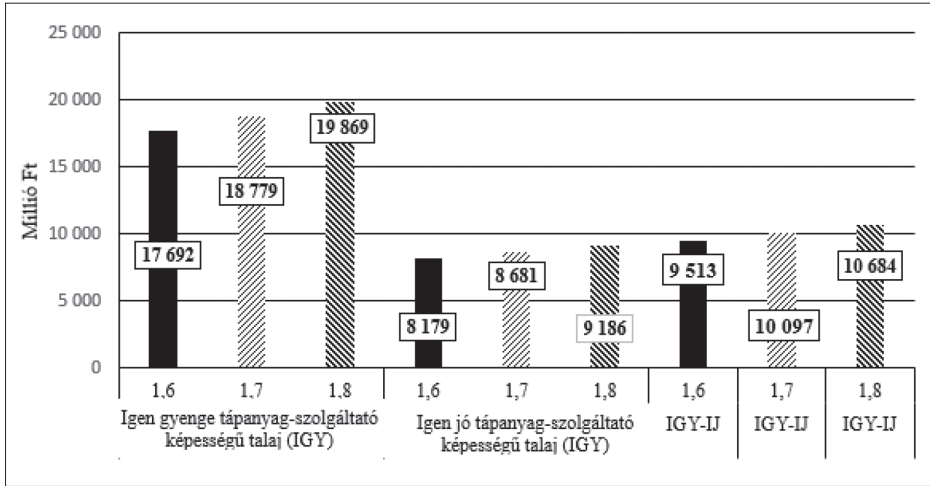
**14. táblázat**  
**A tervezett vágóbaromfi mennyiségének (450 ezer tonna) fontosabb adatai különböző FCR esetén**

*(Data of the planned quantity of slaughter poultry (450 thousand tons) for various FCRs)*

Megnevezés	Mértékegység	FCR (kg/kg)		
		1,6	1,7	1,8
Súlyozott takarmányigény	tonna	720 000	765 000	810 000
Kukoricaigény	tonna	205 848	218 484	231 174
Búzaigény	tonna	72 000	76 500	81 000
Kukorica területigény	ha	25 413	26 973	28 540
Búza területigény	ha	13 585	14 434	15 283
Területigény összesen	ha	38 998	41 407	43 823

9. ábra

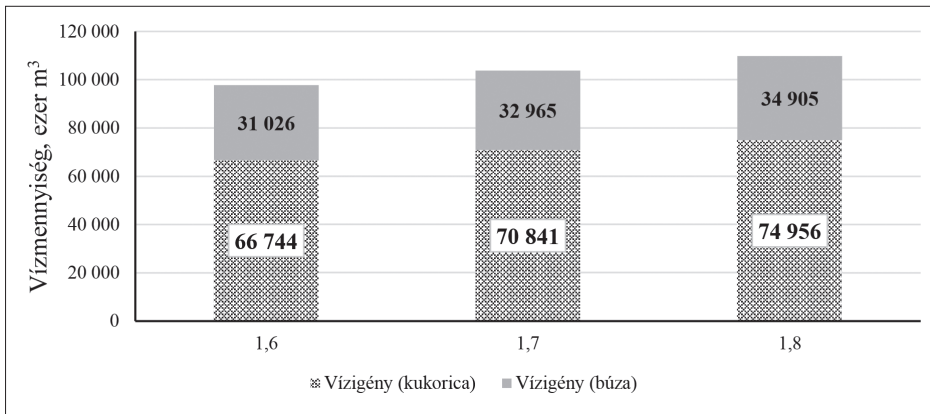
**A tervezett vágóbaromfi-mennyiség (450 ezer tonna) takarmányozásához szükséges műtrágya-hatóanyagigény költségének alakulása 2022. évi árszínvonalon**  
*(The change of cost of the necessary active substance of fertilizer to meet the feed requirements for the planned quantity of slaughter poultry (450 thousand tons), on 2022 price level)*



Forrás: saját számítás

10. ábra

**A tervezett vágóbaromfi-mennyiség (450 ezer tonna) abrakigényéhez szükséges vízmennyiség alakulása**  
*(The change of the water requirement of feed for the planned quantity of slaughter poultry (450 thousand tons) for various FCRs)*



Forrás: saját számítás Pupos T. és Bánhegyi G.

sét eredményezik. Úgy ítéljük meg, hogy a fenntarthatóság és versenyképesség egyidejű biztosításának – a tudományos elvárásoknak is megfelelő – eszközrendszere és algoritmus a mezőgazdaságban még nem kiforrott. A jövőt illetően prioritást kell, hogy kapjon ennek kutatása, mivel a mezőgazdaság természeti erőforrásokhoz való sajátos viszonya, a kapcsolódó térgazdaságtani hatások gazdasági vetületei kizárják az általános érvényű, receptszerű ajánlások gyakorlati

alkalmazását. A térgazdaságtani hatásokat is tükröző modellek kidolgozásának a rendszerelméleten és multidiszciplináris megközelítésen kell alapulniuk. A kívánt egyensúlyi helyzet megtalálásának szinterei **a természet- és tartástechnológiák** kell, hogy legyenek. *Ezen technológiák kialakítása az értékláncok szintjén és az egyes ágazatok között fennálló belső üzemi teljesítményeket is figyelembe vevő algoritmusokkal kell, hogy történjen.*

### FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

- Agriculture and Horticulture Development Board (2019). 2019 pig cost of production in selected countries. Letöltve 2022. március 20. <https://ahdb.org.uk/knowledge-library/2019-pig-cost-of-production-in-selected-countries>
- Agrárközgazdasági Intézet, Agrárstatisztikai Információs Rendszer. Vágóhidak élőállat-vágása. Letöltve 2023. november 10. <https://adat.aki.gov.hu/Agazati/Allattenyesztes>
- Agrárközgazdasági Intézet, Agrárstatisztikai Információs Rendszer. Műtrágya és növényvédő szerek értékesítése. Letöltve 2023. november 10. <https://adat.aki.gov.hu/Agazati/Novenytermesztes>
- Altieri, M. A., Rosset, P. és Thrupp, L. A. (1998). The potential of agroecology to combat hunger in the developing world. Letöltés 2023. október 5. [https://www.academia.edu/2891727/The\\_potential\\_of\\_agroecology\\_to\\_combat\\_hunger\\_in\\_the\\_developing\\_world?auto=download&email\\_work\\_card=download-paper](https://www.academia.edu/2891727/The_potential_of_agroecology_to_combat_hunger_in_the_developing_world?auto=download&email_work_card=download-paper)
- Altieri, M. A., Lana, M. A., Bittencourt, H. v., Kieling, A. S., Comin, J. J. és Lovato, P. E. (2011). Enhancing Crop Productivity via Weed Suppression in Organic No-Till Cropping Systems in Santa Catarina, Brazil. *Journal of Sustainable Agriculture*, 35(8), 855–869. <http://dx.doi.org/10.1080/10440046.2011.588998>
- Anda A. (2005). A globális felmelegedés és várható mezőgazdasági következményei, különös tekintettel a növénytermesztésre. In Glück, R. és Rácz, G. (Eds.) *ÉVKÖNYV 2004–2005*. IV. kötet. Környezetvédelem, regionális versenyképesség, fenntartható fejlődés c. konferencia előadásai (pp. 44–55.). Pécsi Tudományegyetem Közgazdaság-tudományi Kara. Letöltés 2023. augusztus 10. [https://ktk.pte.hu/sites/ktk.pte.hu/files/images/kepzes/phd/evkonyv2004\\_05\\_4.pdf](https://ktk.pte.hu/sites/ktk.pte.hu/files/images/kepzes/phd/evkonyv2004_05_4.pdf)
- Andtné Lőrinci, R. és Kristóf, D. (2004). A természetvédelmi szempontú mezőgazdálkodás földhasználati rendszerének fejlesztése Bonyhád külterületének példáján. *Tájökológiai Lapok*, 2(1), 109–139.
- Antal, J. (szerk.) (2005). Növénytermesztés tan 1. Mezőgazda Kiadó, Budapest. Letöltés 2022. március 5. <https://docplayer.hu/15242276-Novenytermesztestan-1.html>
- Barreiro-Hurle, J., Bogonos, M., Himics, M., Hristov, J., Domínguez, I. P., Sahoo, A., Salputra, G. és Weiss, F. (2021). Modelling Transitions to Sustainable Food Systems: Are We Missing the Point? <https://doi.org/10.1111/1746-692X.12339>
- Becker, S., Grajewski, R. és Rehburg, P. (2022). Wohin fließt das Geld? Finanzielle und inhaltliche Schwerpunkte der eingereichten GAP-Strategiepläne 2023 bis 2027. Letöltés 2023. szeptember 5. [https://literatur.thuenen.de/digbib\\_extern/dno64913.pdf](https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dno64913.pdf)
- Beckman, J., Ivanic, M., Jelliffe, J. L., Baquedano, F. G. és Scott, S. G. (2020). Economic and Food Security Impacts of Agricultural Input Reduction Under the European Union Green Deal's Farm to Fork and Biodiversity Strategies. Letöltés 2020. október 1. <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/99741/eb-30.pdf?v=105>
- Besenyei, M., Hetesi, Zs. és Földi, L. (2016). Jólét, harmóniában a természettel. Természet és társadalom dinamikus egyensúlya: fenntartható fejlődés. *Államtudományi Műhelytanulmányok*, 26.sz. [https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/7258/2016\\_-evi-26\\_-szam-jollet\\_-harmonianban-](https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/7258/2016_-evi-26_-szam-jollet_-harmonianban-)

- a-termeszettel\_-termeszet-es-tarsadalom-dinamikus-egyensulya-fenntarthato-fejlodes.original.pdf?sequence=1
- Bohár Gy. - Péntek Cs. (2022) amazon: posztemergens kijuttatású nitrogénkötő baktérium készítmény <https://agroforum.hu/szakcikk/novnytermesztes-szakcikk/amazon-posztemergens-kijuttatasu-nitrogenkoto-bakterium-keszitmeny> Letöltve: 2022. április 1.
- Bozzay B. (2019). Káros tévhitek alapján vásárolunk tojást. Index. [https://index.hu/gazdasag/2019/10/29/tojas\\_vilagnap\\_tojastermeles\\_fenntarthatosag\\_ketreces\\_tartas\\_alternativ\\_tartas/](https://index.hu/gazdasag/2019/10/29/tojas_vilagnap_tojastermeles_fenntarthatosag_ketreces_tartas_alternativ_tartas/) Letöltés, 2023. március 2.
- COM (2001). „Environment 2010: Our future, Our choice” - The Sixth Environment Action Programme. Letöltés 2024. június 3. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=celex%3A52001DC0031>
- COM (2019). COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN COUNCIL, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS The European Green Deal. Letöltés 2022. március 5. [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0002.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_1&format=PDF)
- De Clero M. – A. Vats – A. Biel (2018). Agriculture 4.0: The Future of Farming Technology Mezőgazdaság 4.0: A mezőgazdasági technológia jövője. Letöltés 2022. október 10. <https://www.slideshare.net/Learningade/oliver-wyman-report-englishlow>
- Duke, O. Stephen – Antonio Evidente – Maurizio Vurro (2019). Natural Products in Pest Management: Innovative Approaches for Increasing their Use. Letöltés 2022. október 7. <https://doi.org/10.1002/ps.5552>
- ENSZ előjelzés <https://populationmatters.org/the-facts-numbers/>
- Fodor L. – Bai A. – Balogh P. – Bujdos Á. – Czibere I. – Gabnai Z. – Kovács I. (2020). Szabályozási problémák a precíziós gazdálkodás hazai helyzetének társadalomtudományi elemzése alapján. Letöltés 2022. március 5. Miskolci Jogi Szemle 15. évfolyam 1. szám pp. 5-23.
- Fogarassy Cs. - Horváth B.- Herczeg B.- Böröcz M. (2017). Cirkuláris gazdasági modellek alkalmazása és hatékonyságuk mérése. In: Lehota J. (szerk.) (2017). Dr. Molnár József 70 éves. Életem a felsőoktatásban. (pp. 90–102.). Gödöllő, Szent István Egyetemi Kiadó.
- Henning, C.- Witzke, P.- Panknin, L. & Grunenberg, M. (2021). Ökonomische und Ökologische Auswirkungen des Green Deals in der Agrarwirtschaft. Eine Simulationstudie der Effekte der F2F-Strategie auf Produktion, Handel, Einkommen und Umwelt mit dem CAPRI- Modell. <https://www.bio-pop.agrarpol.uni-kiel.de/de/f2f-studie/vollversion-derstudie-deutsch>
- Horn, P. (2008). Új helyzetben a világ élelmiszer ellátása. Magyar Tudomány, (9) 1108. Letöltés 2022. március 2. <http://www.matud.iif.hu/o8sze/o8.html>
- Horváth, B. (2019). Körforgásos gazdasági modellek és hatékonyságuk mérése. Doktori (PhD) értekezés Tézisei. Szent István Egyetem, Gazdálkodás és Szervezéstudományok Doktori Iskola, Gödöllő.
- Howden, M. and R.N. Jones, 2004: Risk assessment of climate change impacts on Australia's wheat industry. *New Directions for a Diverse Planet: Proceedings of the 4th International Crop Science Congress*, Brisbane, [http://www.cropsscience.org.au/icsc2004/symposia/6/2/1848\\_howdensm.htm](http://www.cropsscience.org.au/icsc2004/symposia/6/2/1848_howdensm.htm). Letöltés 2023. augusztus 22.
- ISPA (2019): Forms Official Definition of 'Precision Agriculture'. Letöltés 2022. március 5. <https://www.precisionag.com/market-watch/ispa-forms-official-definition-of-precision-agriculture/>
- Jóri I. (2017). CEMA: A Digitális Mezőgazdaság fejlődésének története. <https://agroforum.hu/szakcikk/gepeszet/cema-adigitalis-mezogazdasag-fejlodesenek-tortenete/>
- Kapronczai, I. – Udovecz, G. (2023). A magyar élelmiszer-gazdaság fejlesztésének stratégiai dilemmái. *Gazdálkodás*, 67(5), 398–409.
- Kemény G. – Takácsné György K. – Gaál M. – Kemény Horváth Zs. (2017). A precíziós szántóföldi növénytermesztési technológiára való áttérés becsült makrogazdasági hatásai, különös tekintettel a beruházási költségekre és megtérülésére *Gazdálkodás*, 61 (3) 61(3), 87–198.
- Kovács-Hostyánszki, A. - Espíndola, Anahí - Vanbergen Adam J.- Settele J. - Kremen, Claire - Dicks Lynn V. (2017): Ecological intensification to mitigate impacts of conventional intensive land use on pollinators and pollination. *Ecology Letters*, 20. pp. 673-679. <https://doi.org/10.1111/ele.12762> [2022. április 5.]

- Krengel, S. B. – KlocKe, B. – Seidel, P. – Freier, B. (2014): Veränderungen im Auftreten von Pflanzenkrankheiten, Schädlingen und deren natürlichen Gegenspielern. In Lozán, J. L. – Graßl, H. – Jendritzky, G. – Karbe, L. – Reise, K. (Hrsg.): Warnsignal Klima: Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen. Elektronische Veröffentlichung (Kap. 4.3). Hamburg: Universität Hamburg [https://www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de/wp-content/uploads/pdf/de/gesundheitsrisiken/warnsignal\\_klima-gesundheitsrisiken-kapitel-4\\_3.pdf](https://www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de/wp-content/uploads/pdf/de/gesundheitsrisiken/warnsignal_klima-gesundheitsrisiken-kapitel-4_3.pdf)
- KSH-1: 1.1.1.12. A mezőgazdasági ráfordítások átlagárai [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/ara/hu/ara0012.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/ara/hu/ara0012.html) Letöltés, 2023. szeptember 30
- KSH-2: 1.1.1.13. Gabonafélék felvásárlási átlagára [Ft/tonna] [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/ara/hu/ara0013.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/ara/hu/ara0013.html) Letöltés, 2023. szeptember 30.
- KSH-3: 3.6.14. A fontosabb állatok és állati termékek felvásárlási átlagára (2002-) [https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat\\_eves/i\\_qsmao03.html](https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_qsmao03.html) Letöltés, 2023. szeptember 30.
- KSH-4: 1.2.1.15. A fontosabb élőállatok és állati termékek felvásárlási átlagára, havonta [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/ara/hu/ara0053.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/ara/hu/ara0053.html) Letöltés, 2023. szeptember 30.
- Lajos M. (2022): Őszi búza nitrogén trágyázási kísérletek eredményei az AgroFIELD Termelői Club-ban <https://agroforum.hu/szakcikkek/novenytermesztes-szakcikkek/oszi-buza-nitrogen-tragyazasi-kiserletek-eredmenyei-az-agrofield-termeloi-club-ban/> Letöltve: 2022. október 10.
- Loch, J. – Kiss Sz. (2014): AGROKÉMIA BSc hallgatók számára. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen <https://dea.lib.unideb.hu/server/api/core/bitstreams/42071d60-a6c4-41e2-bb27-83328da31d0c/content> Letöltve, 2022. március 5.
- Marrone G Pamela (2019): Pesticidal natural products – status and future potential <https://doi.org/10.1002/ps.5433> 2022. október 7.
- Mézes, M. (2018): Rovarfehérjék a takarmányozásban. <https://agraragazat.hu/hir/rovarfeherjek-a-takarmanyozasban/> Letöltés: 2022. március 10.
- Millberg, E. (2020): The future of drones and where the market currently stands. SmartBrief, Online: [www.smartbrief.com/original/2020/03/future-drones-and-where-market-currently-stands](http://www.smartbrief.com/original/2020/03/future-drones-and-where-market-currently-stands) Letöltve: 2020. október 2.
- MTA közleménye (2017): ORIGO 2017.03.29. <https://www.origo.hu/tudomany/20170329-a-mehek-vedelmeben-okologiailag-intenzivebbe-kellene-tenni-a-foldmuvelest.html> [2022. április 5.]
- Orosz Sz. (2020): A tejtermelés input és output rendszerei holland és magyar termelési rendszerek fejlesztési opciói <http://egt-newenergy.szie.hu/sites/default/files/presentations/%C3%89lelmiszer/Orosz-Ozsv%C3%A1ri.pdf> Letöltve: 2022. március 10.
- Pepó P. (2019): Tartamkísérletek – eredmények és lehetőségek. <https://agroforum.hu/szakcikkek/novenytermesztes-szakcikkek/tartamkiserletek-eredmenyek-es-lehetosegek/> Letöltve: 2022. október 10.
- Pepó P. (2021): Fajtaspecifikus hatások a növénytermesztésben. XXXVIII. Óvári Tudományos Nap. Konferencia. Előadás Mosonmagyaróvár, 2021. november 11
- Pfohl M. – A. Martel (2022): The Top Applications in Food 3D Printing [https://www-3dnatives-com.translate.google/en/food-3d-printing220520184/?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=hu&\\_x\\_tr\\_hl=hu&\\_x\\_tr\\_pto=sc](https://www-3dnatives-com.translate.google/en/food-3d-printing220520184/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=hu&_x_tr_hl=hu&_x_tr_pto=sc) Letöltés, 2022. október 10.
- Pomázi I. (1997): Az Európai Unió környezetpolitikája és a szabályozás várható tendenciái. Magyarország az ezredfordulón MTA stratégiai kutatások Budapest. [https://mek.oszk.hu/09800/09809/pdf/zold\\_belep0\\_44.pdf](https://mek.oszk.hu/09800/09809/pdf/zold_belep0_44.pdf) Letöltés, 2023. augusztus 5.
- Popp J.- E. Pethő – J. Nagy (2013): Pesticide productivity and food security. A review. *Agron. Sustain. Dev.* (33). pp. 243–255. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s13593-012-0105-x.pdf> Letöltve: 2022. október 15.
- Popp, J. – E. Erdei – J. Oláh (2018) A precíziós gazdálkodás kilátásai Magyarországon Outlook of precision farming in Hungary *International Journal of Engineering and Management Sciences (IJEMS)* Vol. 3, (2018). No. 1 DOI: 10.21791/IJEMS.2018.1.15.



- Potori, N. (szerk.) (2021). AKAP-reform tervezett intézkedései és azok várható hatásai. Kézirat. Agrárközgazdasági Intézet, 42 p.
- Reddy A Amarender (2021): Incentives for climate resilient agriculture in India. ICAR-Indian Agricultural Research Institute, New Delhi. <https://www.researchgate.net/publication/356640378>
- Scherer, L. A., Verburg, P. H., & Schulp, C. J. E. (2018). Opportunities for sustainable intensification in European agriculture. *Global Environmental Change*, 48, 43-55. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.11.009> [2022. március 20.]
- Szabó L. (2022): Az Európai Zöld Megállapodás potenciális hatása az EU és Magyarország növénytermesztésére. „Az EU klíma- és környezetvédelmi céljaiból adódó kihívások és ezek hatásai a magyar agrárgazdaságra (Európai Zöld Megállapodás)” Tematikus konferencia. Debreceni Egyetem GTK TVK/GTK épület 104. előadó 2022. május 13. (Kézirat: A Gazdálkodás Konferencia 2022. május 13-án elhangzott előadás bővített, átdolgozott gondolatai alapján)
- Székely Cs. (2018): Döntéshozatal a digitalizáció korában. In Illés B. Cs. (szerk.): Proceedings of the International Conference „Business and Management Sciences: New Challenges in Theory And Practice” / „Gazdálkodás és szervezéstudomány: Új kihívások az elméletben és gyakorlatban” nemzetközi tudományos konferencia tanulmánykötete (pp. 563–571.). Volume II/II. kötet. Gödöllő: Szent István Egyetemi Kiadó
- Székely, Cs. – Lencsés, E. – Kovács, A. (2023): Innovatív mezőgazdasági technológiák üzemgazdasági elemzése. *Gazdálkodás*, 67. évf. 5. sz. pp. 385–397
- Szöke, V. és Kovács, L. (2020). mezőgazdaság 4.0 – relevancia, lehetőségek, kihívások. *Gazdálkodás*, 64 (4), pp. 289–304. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.305196>
- Takácsné György, K. (2011). A precíziós növénytermelés közgazdasági összefüggései. Szaktudás Kiadó Ház.
- Tata J. Robert – Ronald R. Schultz (1988): World Variation in Human Welfare: A New Index of Development Status <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1467-8306.1988.tb00232.x>
- Thakur, N. (2021): Food Security, Safety and Environmental Concerns: Restoring Long-term Agricultural Sustainability. *Academia Letters*, Article 888. <https://doi.org/10.20935/AL888>. Letöltés, 2022. március 10.
- Thomashow S. Linda – Young-Sig Kwak – David M Weller (2019): Root-associated microbes in sustainable agriculture: models, metabolites and mechanisms <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ps.5406> 2022. október 7.
- Tóth J. (2018): Technológiai fejlődés. In Mizik T. (szerk.): Agrárgazdaságtan II. (pp. 153–183.). Budapest: Akadémiai Kiadó
- Trademagazin (2018): A rovar lehet az új fehérjeforrás. <https://trademagazin.hu/hu/a-rovar-lehet-az-uj-feherjeforras/> Letöltés: 2022. március 10.
- Wesseler, J. (2019): Perspective: regulation of pest and disease control strategies and why (many) economists are concerned. *Pest Manag Sci.* 75. pp. 578–572. <https://doi.org/10.1002/ps.5204>. Letöltve 2022. február 10
- Wesseler, J. (2022): The EU's farm-to-fork strategy: An assessment from the perspective of agricultural economics. *Applied Economic Perspectives and Policy*. 18 March 2022 <https://doi.org/10.1002/aapp.13239> <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/aapp.13239> Letöltve: 2022. október 5.
- Vidékfejlesztési Minisztérium (2011) Nemzeti Vidékstratégiai Koncepció – 2020 II. (agrár-, élelmiszer-, környezet- és vidékstratégiai alapvetések) (Vitaanyag) A vidék felemelkedéséért és a fenntartható agrárjövőért, Budapest. [http://www.obtt.hu/sites/default/files/uploads/nvs\\_koncepcioi\\_alapvetesek\\_vitaanyag\\_20110408.pdf](http://www.obtt.hu/sites/default/files/uploads/nvs_koncepcioi_alapvetesek_vitaanyag_20110408.pdf) Letöltés, 2022. március 20.