

Az Európai Zöld Megállapodás potenciális hatása az EU és Magyarország növénytermesztésére

SZABÓ LEVENTE – NÁBRÁDI ANDRÁS

Kulcsszavak: ökológiai gazdálkodás, precíziós növénytermesztés, zöld megállapodás termelési stratégia, szabályozás felülvizsgálata

JEL-kód: O13, Q15

ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Az európai szántóföldi növénytermesztés, benne a magyar is óriási dilemma előtt áll: hogyan járuljon hozzá a globális élelmiszer-ellátáshoz és miként tartsa fenn azt, miközben csökkentenie kell az üvegházhatású gázok kibocsátását, viszont tartsa fenn a biológiai sokféleséget, de szorítsa vissza a társadalmat és a környezetet potenciálisan károsító ráfordításokat, miközben biztosítja, hogy ne kerüljön ki több termőterület a termelésből? Nem beszélve arról, hogy az éghajlatváltozás kezelésének egyre sürgetőbb szükségessége is többletfeladatokat ró az EU mezőgazdaságának döntéshozóira. Az Európai Zöld Megállapodás (GD) keretében a „Termőföldtől a villáig” (F2F) stratégia az éghajlat semlegességének 2050-ig történő elérését segíti elő, és 2030-ra az üvegházhatású gázok kibocsátásának 55%-os csökkentését célozza meg. Ennek eléréséhez az élelmiszer-termelésben jelentős módosításra, a növényegészségügyi stratégiák átállítására és a mezőgazdasági ágazatban az innováció felgyorsítására lesz szükség. A tanulmány ezekkel a kérdésekkel foglalkozik. Első feltételezésünk (A1), hogy a GD és az F2F stratégia problémamentesen kivitelezhető, veszteség nélkül megvalósítható. Második feltételezésünk (A2), hogy a jelenleg is rendelkezésre álló know-how-megoldások, a precíziós mezőgazdaság technológiai feltételei adottak, ezek összessége már most igazolja az A1 megvalósíthatóságát. A szaktanulmányban mindezek igazolása érdekében áttekintettük a GD-vel és az F2F-fel kapcsolatos legújabb, aktuális szakirodalmakat. Az A1 esetében megállapítottuk, hogy a szakirodalomban pró és kontra megállapítások lelhetők fel. A summas megállapítás viszont nem pozitív. A tanulmányok adatokon-kalkulációkon alapuló megállapítása az, hogy az EU mezőgazdasága óriási többletkiadásoknak néz elébe, ha szinten kívánja tartani a termelést, és csökkenteni akarja a környezeti terhelést. Számításaink alapján több ember kerül hátrányos helyzetbe a döntések miatt, ezért milliós nagyságrendű veszteség érheti a lakosságot. A nemzetközi és a magyar gyakorlatban fellelhető technológiai és know-how-megoldások, ezek üzemszintű kísérleteinek tényadatai igazolják, hogy a GD célkitűzéseinek elérhetősége már most is részlegesen megvalósítható. Megállapításra került, hogy a precíziós technológiák rendszerszintű használata lehetővé teszi a természetes és ugyanakkor a gazdasági hatékonyság növelését. Munkánk során primer és a legújabb szekunder kutatások eredményeit használtuk fel. Bemutattuk a GD árnyoldalait, de azt is, hogy célzott támogatásokkal a fenntarthatóság és a GD célkitűzései közelíthetők. A 2022-es esztendőben bekövetkezett változások, az inputanyagok, benne a műtrágyák, növényvédőszer drasztikus áremelkedése, az infláció 20 éve nem látott magassága, az energia-

árak elszabadulása a növénytermesztést és kertészetet sújtó eddig szinte soha nem tapasztalt aszály arra hívja fel a figyelmet, hogy gyökeres technológiaváltásra, más gondolkozásra és szabályozásra van szükség azért, hogy legyen elegendő megfizethető élelmiszer Magyarországon, legyen exporttermék a közösségen belül és azon kívül, a mezőgazdaságban dolgozóknak legyen tisztességes megélhetése.¹

BEVEZETÉS

Az 1962-ben létrehozott Közös Agrárpolitika (KAP) forrásigénye az EU kiadásainak több mint 40 százalékát tette ki. A KAP eredeti célkitűzései között szerepelt a termelékenység növelése, az, hogy elfogadható életszínvonalat biztosítson a mezőgazdasági közösség számára, tegye stabillá a piacokat és elegendő élelmiszerhez juttassa az európai fogyasztókat. A KAP bevezetését követően számos módosításon esett át, a főbb célkitűzések újabb és újabb felhangot kaptak, melyben szerepelt az élelmiszerbiztonság, az állategészségügy és állatjólét, majd a környezet- és természetvédelem. A XXI. század második dekádját érintő új KAP legfontosabb szakpolitikai céljai a következők: méltányos jövedelem biztosítása a mezőgazdasági termelők számára; a versenyképesség javítása; a mezőgazdasági termelők helyzetének javítása az értékláncon belül; az éghajlatváltozással kapcsolatos intézkedések meghozatala; a környezet védelme; a tájak és a biológiai sokféleség megőrzése; a generációs megújulás támogatása; a vidéki térségek gazdaságának élénkítése; az élelmiszer-minőség és az egészség védelme; az ismeretek bővítése és az innováció fokozása. A célokkal párhuzamosan új politikai gondolkodás indult meg a fenntartható fejlődés kapcsán az EU döntéshozói körében. Ennek eredményeként új irányelvek és cselekvési tervek születtek. Ezek közé tartozik az Európai Zöld Megállapodás (*European Green Deal* – GD), a *Next Generation EU*,

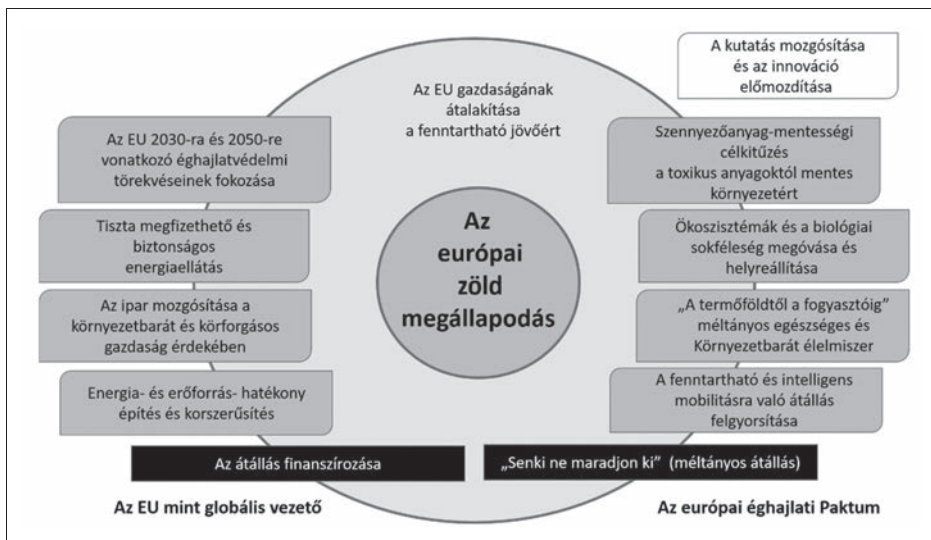
az EU biodiverzitási stratégiája, az európai erdőgazdálkodási stratégia és végül 2020 májusában az agráriumra vonatkozó Termőföldtől az asztalig (*Farm to Fork* – F2F) stratégia.

Az Európai Zöld Megállapodást az Európai Bizottság 2019 decemberében terjesztette elő, melyben deklarálta, hogy Európa 2050-re klímasemleges kontinenssé válik. A közlemény közzétételét követően (2019. december 11.) számos területen elindult a jogszabályalkotás, ennek következtében a klímacélokban, az energiaszektorban, a közlekedésben, a környezetvédelemben, a mezőgazdaságban és az iparpolitikában is várhatóak jogszabályváltozások (COM, 2019). Talán érdekességnak is számít az a nyolc évvel korábbi vélemény miszerint „a »zöldítés« önmagában nem kelt túl nagy figyelmet az agrár-élelmiszeripari vállalkozások vezetői körében, hacsak nem párosul a gazdasági pazarlás megszüntetésével”. Legalábbis ezt vélték 2015-ben (Zokaei et al., 2015). Az Európai Bizottság 2020 márciusában előterjesztette a klímarendelet elfogadására irányuló javaslatát, melyet követően 2020 decemberében az európai vezetők elfogadták az új célértékre vonatkozó javaslatot, mely szerint az EU-nak 2030-ig legalább 55%-kal kell csökkentenie az EU nettó szén-dioxid-kibocsátását. Az Európai Parlament és a tagállamok 2021 áprilisában jutottak politikai megállapodásra az európai klímarendelet ügyében, így a rendelet 2021 júniusában hatályba lépett. Az ott leírtak

¹ Készült A Gazdálkodás Konferencia 2022. május 13-án elhangzott előadás bővített, átdolgozott gondolatai alapján.

I. ábra

**Az Európai Zöld Megállapodás területei
(Areas of the European Green Deal)**



Forrás: COM, 2019

egyben a biológiai sokféleségre vonatkozó stratégiai célokat is magukban foglalták. A mezőgazdaságot érintő területek a következők:

1. az EU földterületének legalább 30%-át védett területként határozzák meg;
2. korlátozzák a városok terjeszkedését;
3. csökkentsék a növényvédő szerek kockázatát;
4. a mezőgazdasági területek legalább 10%-át újra nagy sokféleségű tájképi jellemzőkkel ruházzák fel;
5. az EU mezőgazdasági területének 25%-át biogazdálkodással műveljék;
6. haladást érjenek el a szennyezett területek helyreállításában;
7. csökkentsék a talajromlást és
8. több mint hárommilliárd új fát ültessenek (Montanarella és Panagos, 2021).

A klímarendeletet követően az Európai Bizottság 2020 májusában terjesztette elő a „Termőföldtől az asztalig” az F2F stratégiát, amely az Európai Zöld Megállapodás egyik fő intézkedése. A klímasemlegesség 2050-

ig történő megvalósítását célzó stratégia deklarálja, hogy

1. a növényvédőszer-használatot 50%-kal,
2. a műtrágyahasználatot 20%-kal csökkenteni 2030-ig.
3. Az antibiotikumok terén szintén 50%-os vágást irányoz elő,
4. az ökológiai gazdálkodással érintett területek arányát pedig 8-ról legalább 25%-ra emelné.

Ahogy ezt több szerző is hangoztatta, a F2F úgy kapcsolható az ENSZ fenntartható fejlődés célkitűzéseihez, hogy annak egyik fő célja az élelmiszerek és italok előállításához kapcsolódó környezeti, társadalmi és gazdasági negatív externáliák csökkentése (Capozzi et al., 2021). Az Európai Parlament 2021. október 19-én megszavazta az Európai Bizottság által betervezett „Farm to Fork” stratégiáról szóló jelentést, ezzel zöld utat adott a stratégiában foglalt célkitűzések eléréséhez szükséges jogszabályalkotási munka megkezdéséhez.

Az Európai Zöld Megállapodás több ki-

emelt területet kezel, melyek közül négy nagy csoport könnyen beazonosítható és a megállapodás megvalósítását népszerűsítő 1. ábra igen átfogó képet nyújt az említett területekkel kapcsolatosan.

Az egyik ilyen megvalósítási terület a tiszta energia, mely azt jelenti, hogy amennyiben megvalósulnak a célok, akkor az energiafogyasztás 36%-kal fog csökkenni és mellette a megújuló energia használatának aránya 40%-ra emelkedik. Az EU 2022 júniusában Oroszországra kiterjesztett energetikai embargói nagy valószínűséggel hátráltatni fogják a célkitűzés időben történő megvalósítását. Az épületek megújítása – mely magában foglalja a középületek energetikai korszerűsítését – ugyancsak hozzájárul a megújuló energia használatának növeléséhez. A fenntartható közlekedés célja a szén-dioxid-kibocsátás jelentős csökkentése, így a tervek szerint 2035-től csak zéró kibocsátású új autókkal találkozhatunk az utakon. A negyedik hívószó az együttműködés a természettel, mely előirányoz hárommilliárd új fa telepítését, és magában hordozza a biomassza fenntartható használatát. Az GD és az F2F rendeleteinek ismeretében úgy véljük, kijelenthető, hogy a *Green Deal* a mezőgazdaságon belül a legnagyobb hatást a szántóföldi növénytermesztésre és annak hozamaira, valamint a termelés hatékonyságára fogja gyakorolni. Az F2F-stratégia 2030-ig teljesítendő céljai között hangsúlyosan szerepel a környezeti fenntarthatóság érdekében meghozott szigorú előírás-csomag. Ezek mindegyike közvetlenül vagy áttételesen, de hat a szántóföldi növénytermesztésre. Tanulmányunkban azt kívánjuk elemezni, lehetséges-e az amúgy rendkívül szimpatikus környezeti fenntarthatóság előtérbe helyezése és ez összeegyeztethető-e a társadalmi és a gazdasági fenntarthatósággal. Feltárjuk az ezzel kapcsolatos szakirodalmi véleményeket, a környezeti megvalósíthatóság elérése érdekében a most potenciálisan rendelkez-

zésre álló eszközöket, technológiákat, az ezzel kapcsolatos empirikus tapasztalatokat.

A témával kapcsolatos kutatási feltételezések:

A1: Első feltételezésünk, hogy a GD és az F2F-stratégia problémamentesen kivitelezhető, veszteség nélkül megvalósítható.

A2: Második feltételezésünk, hogy a jelenleg is rendelkezésre álló know-how-megoldások, a precíziós mezőgazdaság technológiai feltételei adottak, ezek összességében már most igazolja annak relevanciáját, hogy a GD által felállított kívánalmak teljesíthetők.

A SZAKIRODALMI FELDOLGOZÁS ÉS KUTATÁS MÓDSZERTANI KÉRDÉSEI

A szekunder kutatás módszertana

A témával kapcsolatos nemzetközi szakirodalom feldolgozására a következő módszert, illetve módszereket alkalmaztuk: a Clarivate Web of Science, a tudományos élet egyik legnagyobb és online hozzáférhető adatbázisában először a témára és kulcsszavakra történő keresés alapján a „*Green Deal*”, azaz Zöld megállapodás címszóra kerestünk rá. Eredményként 8079 találatot kaptunk. Ezek a publikációk 1982–2022 között jelentek meg, számosságukat tekintve pedig főleg a legutóbbi 5–7 évben. Emiatt is 1982-ről 2015-re változtattuk a kezdő évszámot. Ennek következtében a cikkek száma lecsökkent 5240 esetre.

Ez követően két irányban indultunk el a publikációk szűkítése területén: egyrészt tovább csökkentettük az időintervallumot, másrészt a Web of Science kategóriáit korlátoztuk.

Az időintervallum szűkítését a *Green Deal* megjelenéséhez kötöttük, azaz 2019-re, pontosabban ettől az évtől kezdődően kerestük a publikációkat. Indokolhatta döntésünket az, hogy munkánkban nem a GD kidolgozásának tudományos előkészítése volt a fő fókussterület, hanem annak potenciális hatása az EU és Magyarország növény-

termesztésére. Ekkor a korábbi találatok száma lecsökkent 3340-re. 2019-ben 692, 2020-ban 928, 2021-ben 1256 publikáció szólt a Zöld megállapodásról. 2022-ben a publikációk száma tovább növekedett 464 írással.

A publikációk alkategóriáit tekintve környezetvédelmi tudományokkal 978, zöld fenntarthatósággal 446, gazdaságtudományokkal kapcsolatosan pedig 118 szakkikk foglalkozott.

A publikációk meglehetősen nagy számát, azok tudományterületi „klasztereit” azonosítva ismételten szűkítést hajtottunk végre. Itt már felhasználtuk az ún. Rayyan interaktív, szakirodalmi feldolgozásokat segítő szoftvert. A szoftver lényege, hogy a kulcsszavakat és a cikkek összefoglalóját az elemző rendelkezésére bocsájítja, továbbá kizárja az esetleges duplikációkat. Követve az EB és az EP határozatainak időbeni megjelenését, a Farm to Fork kifejezés és a Green Deal kulcsszavak együttes megjelenését írtuk elő 2019 és 2022 között. Az eredmény 2022 júniusában már csupán 37 találat volt. A 37 publikáció feldolgozását mindezeket követően végeztük el. Amennyiben a publikáció absztraktját a tanulmány címéhez kapcsolhatóan relevánsnak találtuk, azokat külön legyűjtöttük, ha szükségesnek láttuk, teljes terjedelemben a számítógépre letöltöttük. A letöltéseket követően történt szakkikkünk részletes irodalmi feldolgozása.

A primer kutatás adatbázisa

A KITE Zrt. a politikai döntéseket jóval megelőzően kínálta a GD, és az F2F elvárásainak megfelelő technológiákat, a zöldítéssel kapcsolatos javaslataikat. A gyakorlat megelőzte a politikai döntéseket, a teóriák kidolgozása és a szükséges elméleti alapok lefektetése gyakorlatorientált szemlélet mellett történt meg és történik mind a mai napig, ma már az IoT, a felhőalapú információáramlás, az adatbányászat, a mobilinternet adta lehetőségek 10 év alatt legalább

megötszörözték az információ áramlásának, elérhetőségének lehetőségét.

A mezőgazdasági erő- és munkagépek intelligens szenzorai számos olyan adatot rögzítenek, amelyek komplex térbeli és időbeli, valamint műszaki és agrotechnológiai típusú elemzések alapjául szolgálnak. Ezek az adatok a John Deere saját fejlesztésű rendszerében képződnek, az erőgépben használt fedélzeti számítógépben (monitorban) tárolódnak, vagy távoli adatátvitellel közvetlenül szinkronizálódnak a MyJohnDeere portálra, ahol a szaktanácsadó és/vagy a gazdálkodó értékelni/analizálni tudja a szükséges információkat. A műveleti/üzemeltetési ún. dokumentált adatok begyűjtését követően a KITE Zrt. 2012 és 2013 között egy saját mérésen alapuló, átfogó kutatásban mérte, vizsgálta és számszerűsítette az eltérő természetéstechnológiák (hagyományos, precíziós, sávós) ráfordításainak, valamint a jövedelmek alakulását. A vizsgálatok kiterjedtek az üzemanyag-felhasználás, a munkaidő-ráfordítás, a tápanyag-utánpótlás, a differenciált tőszám és a növényvédelem inputanyagigényének áthatóbb tanulmányozására.

A vizsgálat során egy több mint 2000 ha-os gazdálkodás technológiai adatait használtuk fel. Ezek az adatok egzakt méréseken alapulnak, ugyanis a tesztgazdaság korszerű erő- és munkagépei olyan szenzoráltsággal rendelkeznek, amelyek az egyes gépdiagnosztikai, valamint agronómiai (inputanyag-kijuttatási és betakarítási) paramétereket folyamatosan dokumentálták. A rögzített adatokat a traktor/kombajn fedélzeti számítógépéből kinyertük, majd az adatokat technológia, illetve táblaszintű elemzéseknek vetettük alá. A kinyerhető adatok jelentős része térbeli információként értelmezhető, mivel a modern technológiának köszönhetően a GPS-rendszer koordinátáihelyesen dokumentál. A korábban említett hagyományos, precíziós, illetve sávós technológia is – az adatrögzítés érdekében – GPS használatával került elvégzésre.

A tér- és időbeli információk a táblaszint alá történő bontást is lehetővé teszik, bár ilyen (termő)helyspecifikus célú elemzések nem készültek. A munkaidő-ráfordítás és a fajlagos üzemanyag-felhasználás az adott technológia menetszámának függvényében került kiszámításra, amihez az adott cég agronómiai vezetőjével folytatott szakmai egyeztetések biztosították az alapot.

Az adatokat összevetettük az AKI (Agrárközgazdasági Intézet) Tesztüzemi Információs Rendszerével, amely a magyar árutermelő mezőgazdasági vállalkozások vagyoni, pénzügyi és jövedelmi helyzetét figyeli meg évről évre egy 2100 mezőgazdasági termelőből álló reprezentatív mintán keresztül. A rendszer működtetése az EU-tagországok számára kötelező, de az üzemek adatszolgáltatása önkéntes. Magyarországon a gazdaságszintű könyvelési és termelési adatok mellett a rendszer fontos részét jelentik az ágazati szintű költség- és jövedelemadatok (Keszthelyi és Molnár, 2015).

A KITE Zrt. tesztgazdaságától származó adatainak rendezéséhez (adattisztítás, adatszűrés, térbeli interpoláció, táblaszintű adatösszefűzés) speciális térinformatikai szoftvereket (SMS Advance és ArcGIS), majd az alapstatisztikai elemzésekhez Microsoft Office™ és SPSS programokat használtunk.

SAKIRODALMI FELDOLGOZÁS

A legutóbbi publikációk arról tanúskodnak, hogy az GD és az F2F rendelkezésekkel kapcsolatban egyrészt egyetértés mutatkozik a zöld politikát követők esetében, ugyanakkor negatív vélemények is megmutatkoznak. Baquedano et al. (2022) tanulmányukban előre vetítik, hogy a mezőgazdasági inputanyagok használatát korlátozó politikák bizonyítottan csökkentik a termelést, a mezőgazdasági termelők jövedelmét és növelik az élelmiszerárakat, ami végső soron az élelmiszer-ellátás bizonytalanságának fokozódásához vezethet.

Az EU-ra és a világra kiterjedő becsléseket végeztek. Eredményeik azt mutatják, hogy a jelenlegi helyzethez képest az inputanyagok korlátozása az élelmiszer-biztonság hiányának nettó növekedését eredményezi, amely 2030-ra 30 millió főt (csak az EU) és 171 millió főt (globális) érint.

Az Európai Bizottság Farm to Fork (F2F) stratégiája az Európai Zöld Megállapodás keretében elismeri, hogy az innovatív technikák, beleértve a biotechnológiát is, szerepet játszhatnak a fenntarthatóság növelésében. Ugyanakkor a biogazdálkodást is támogatni fogják, és 2030-ra az EU mezőgazdasági területének legalább 25%-át biogazdálkodással kell művelni. Hogyan lehet a biotechnológiát és a biogazdálkodást egyszerre fejleszteni és támogatni, hogy hozzájáruljanak a fenntartható fejlődési célok eléréséhez? A biotermelésnek az F2F stratégiában tervezett növelése nem fenntarthatóbb, hanem kevésbé fenntartható élelmiszer-rendszerpolitikát eredményezhet. A kutatás szerzői (Purnhagen et al., 2021) olyan kérdéseket vetettek fel, melyek megválaszolása egyértelműen célzott az EU szaktekintélyei, de lehet, hogy a fenntartható fejlődés elhivatottjai irányába is. Ezek a következők voltak:

1. Hogyan lehet olyan szabályozási keretet kialakítani, amely lehetővé teszi a biogazdálkodás és a biotechnológiai innovációk együttes előnyeinek kiaknázását?
2. Hogyan lehet hatékony kommunikációt kialakítani annak szemléltetésére, hogy számos biotechnológiai tenyésztési innováció nem sérti a sejtek integritásának megőrzésére vonatkozó organikus alapelveket?
3. Hogyan lehet hatékony politikákat kialakítani az EU Bizottság F2F-stratégiájának ellentmondásos céljainak kezelésére?
4. A biogazdálkodás mely jellemzői járulnak hozzá és/vagy veszélyeztetik a fenntartható fejlődési célok elérését?
5. A biotechnológiai innovációk mely jellemzői segíthetnek orvosolni a biogaz-

dálkodás gyengeségeit az SDG-k elérése szempontjából? (Purnhagen et al., 2021)

Tovább elemezve a kapcsolódó szakirodalmakat észrevehető, hogy a fenntarthatóság egyre inkább prioritást élvez az Európai Unió politikáiban, különösen a Közös Agrárpolitikában. Ilyenek többek között a fenntartható fejlődési célokra, az Európai Zöld Megállapodásra és az F2F-stratégiára összpontosító, és azokra, amelyek megpróbálnak kapcsolatot teremteni mindezekkel és az Európai Unió kereskedelempolitikájával (Pietrzyck et al., 2021).

Az Európai Zöld Megállapodás, az F2F és a biológiai sokféleséggel kapcsolatos stratégia meghatározza a Közös Agrárpolitika (KAP) jövőbeli felülvizsgálatának színterét. A KAP egyre több célkitűzéssel fog foglalkozni, többek között a fenntartható fejlődési célokhoz és a párizsi éghajlatváltozási megállapodáshoz való hozzájárulással. A tényeken alapuló szakpolitikai döntéshozatal és nyomon követés lehetővé tétele érdekében a Farm to Fork stratégia a jelenlegi nyomonkövetési rendszer kiterjesztését javasolja a fenntarthatósági kérdések szélesebb körére. A Mezőgazdasági Számvetési Adathálózat (*Farm Accountancy Data Network* – FADN) monitoringrendszere nagy hangsúlyt fektet a pénzügyi és gazdasági adatokra. Az FADN az EU Közös Agrárpolitikájának nyomon követését és értékelését szolgáló eszköz, amely 80 000 gazdaság könyvelési eredményeit gyűjti össze. A mezőgazdasági üzemek fenntarthatósági adathálózatává (*Farm Sustainability Data Network* – FSDN) történő bővítésnek a mezőgazdasági üzemek fenntarthatósági teljesítményére vonatkozó mutatók szélesebb körét kell magában foglalnia. Ez a dokumentum a 9 tagállamban végzett kísérleti projekt tapasztalatait és az összes tagállam körében végzett felmérés alapján megbecsüli a fenntarthatósági mutatók e szélesebb körű gyűjtésének költségeit az FSDN-ben. Az eredmények azt mutatják,

hogy a fenntarthatósági adatok összegyűjtése az FADN-ben szereplő összes gazdaságtól mintegy 40%-kal növelné a költségeket. Az eredmények nagy különbségeket mutatnak az egyes országok között az adatgyűjtés jelenlegi költségeitől és a fenntarthatósági mutatók felvételével járó várható többletmunkától függően. Mivel ezekre az adatokra nagy szükség van, kidolgoztak egy olyan forгатókönyvet, amelyben a fenntarthatósági adatokat 15 000 gazdaságból álló részmintából gyűjtik össze. Ez a jelenlegi költségvetési kereteken belül megvalósítható, ha az INHH-minta 85 000-ról 75 000 gazdaságra csökkenne. A vitaszakasz foglalkozik az FADN FSDN-re való kiterjesztésével kapcsolatban felmerült néhány aggálllyal, mint például a gazdálkodók hajlandósága, adminisztratív terhek, az FADN gazdasági háttere és az adatok minősége (Vrolijk és Poppe, 2021). Az olasz gazdaságok diverzifikációs rendszere úgy tűnik, hogy a következő tíz évre szóló új európai Green Deal stratégiát valamilyen módon megelőzte, mivel egyszerre vannak jelen olyan kulcsfontosságú elemek, amelyek nemcsak a mezőgazdasági gyakorlatot, hanem etikai és társadalmi szempontokat is érintenek a gazdák és a területhez ragaszkodó közösségek esetében. A szerzők állítása szerint Olaszországban a 2015-ös milánói világkiállítást követően történtek az első lépések. Az agroökológiai gyakorlatokra és cselekvési tervekre vonatkozó pozitív visszajelzések a biokörzetek tapasztalatainak voltak tulajdoníthatók (Gargano et al., 2021).

Hogyan mérjük az előrehaladást? Az GD-elméletben is új elemzések, indexek kialakítására inspirálta a kutatókat. Például (Dabkiene et al., 2021) az agrárkörnyezetvédelmi lábnyomindex (*Agri-environmental Footprint Index* – AFI) bevezetését javasolja mint a környezeti helyzet jelenlegi állapotának meghatározására, valamint a gazdaságokban bekövetkező változások és eredmények nyomon követésére szolgáló mutatót. A téma és an-

nak területe annyira nagy ívű, hogy ebbe belefér a körkörös gazdaság, a bioökonómia egyes részterülete is. Egyes szerzők szerint tápanyagokban gazdag hulladékokból való tápanyag visszanyerése érdekében kezelési folyamatokba kell irányítani a figyelmet, amelyek tovább használható ásványi műtrágyák előállításához vezetnek. Az Európai Bizottság határozottan ajánlja ezt a megoldást az F2F-stratégia keretében, amely az GD szerves részét képezi. Ilyen jellegű kutatásokat mutat be Smol (2020). Érdekes megközelítést közöl Lalander és Vinneras (2022), amikor is leírják, hogy a rovarok a természet hulladékkezelői, és létfontosságú szerepet játszhathatnak a társadalomból az élelmiszeriparba visszajuttatott tápanyagok körforgásának lezárásában, és ezáltal az élelmiszer-előállítási rendszerünk környezeti hatásainak csökkentésében, ahogyan azt az EU F2F-stratégiája is célul tűzte ki. A rovarok segítségével a biológiailag lebomló hulladékot olyan biomasszává alakíthatják, amely élelmiszerként vagy állati takarmányként felhasználható, így összekapcsolva a hulladékgazdálkodást az élelmiszer-termeléssel. Az élelmiszer-biztonsági előírások azonban megakadályozzák, hogy az EU-ban rendelkezésre álló élelmiszer-hulladék mintegy 70%-át rovarok tenyésztési szubsztrátumaként használják fel. Ahhoz, hogy a rovarok mint alternatív fehérjeforrás valódi környezeti előnyeit kiaknázhassuk, meg kell találni annak törvényes és higiéniai szempontoknak is megfelelő feltételrendszerét, hogy a rovarokat az EU-ban vegyes élelmiszer-hulladékon neveljük.

Újabb területe a témának a növényvédő szerek kérdése. Többen érzik annak a ténynek a kihívását, amit a GD és az F2F sejtet. A *Biológiai sokféleség 2030-ig stratégia* kihívást jelent a növényvédő szerek értékelése és engedélyezése szempontjából, amelyben a kockázatkezelés kulcsfontosságú elem lesz a hatóanyagok jóváhagyása és a növényvédő szerek engedélyezése szempontjából (Molteni és Alonso-Prados, 2020).

A GD és az F2F bevezetésének és végrehajtásának következő kulcskérdése az informatika. Van olyan mondás, hogy „minden változásnak legnagyobb gátló eleme maga az ember”. Az EU GD szinte minden eleme feltételezi a digitális alapismeretek meglétét. Informatikai ismereteket szerzett emberek a digitális technológiákra úgy tekintenek, mint a fenntartható jövő lehetőségére. A mezőgazdaságban dolgozók és a vidéki területeken élők, akik nem rendelkeznek ilyen ismeretekkel, a digitális átalakulási folyamatot nem ismerik el, ellenséggént kezelik (Rijswijk et al., 2021). Vélhetően ezen a területen is olyan felkészítés, széles körű tájékoztatás szükséges, amely növeli a digitális ismeretek be- és elfogadó képességét.

A Covid-világjárvány olyan módon és olyan mértékben érintette a világot, amit kevesen tudtak előre jelezni, és számos iparágban súlyos zavarokat okozott. Ennek ellenére alapanyagot és élelmiszert termeltek, és a mezőgazdaság továbbra is működött, bár ez számos logisztikai kihívással járt. Az európai szántóföldi növénytermesztés dilemma előtt áll: hogyan járuljon hozzá a globális élelmiszer-ellátáshoz és hogyan tartsa fenn azt, ugyanakkor csökkentse az üvegházhatású gázok kibocsátását, ne csökkentse a biológiai sokféleséget, de csökkentse a társadalmat és a környezetet potenciálisan károsító ráfordításokat, miközben biztosítja, hogy ne kerüljön ki több termőterület a termelésből? Jelenleg Európában nem csupán a Covid-járvány, hanem az éghajlatváltozás kezelésének egyre sürgetőbb szükségessége is változtatási erővel bír! Az Európai Zöld Megállapodás keretében az F2F-stratégia az éghajlat semlegességének 2050-ig történő elérését segíti elő, és 2030-ra az üvegházhatású gázok kibocsátásának 55%-os csökkentését célozza meg. Ennek eléréséhez az élelmiszer-termelés módjának jelentős módosítására, a növényegészségügyi stratégiák átállítására és a mezőgazdasági ágazatban az innováció felgyorsítására lesz szükség. Ilyen jellegű eredményekről számoltak be

a kutatók a növényvédelem és a tápanyag-utánpótlás területein.

Bryson (2022) munkájában azt taglalja, hogy szintetikus gombaölő szerek alkalmazása hogyan járul hozzá a növényegészség-ügyhöz, valamint az üvegházhatású gázok kibocsátásának kezeléséhez. Emellett feltárja a jövőbeli kihívásokat és kilátásokat a globális élelmiszer-biztonság eléréséhez való pozitív hozzájárulásukkal kapcsolatban, az új innovatív technológiák egyidejű használata mellett.

Az F2F-stratégia különösen a növényvédő szerek és ásványi műtrágyák alkalmazásának csökkentésére irányul, de támogatja a biogazdálkodás fejlesztését is. Ugyanakkor az élelmiszer-kereslet növekszik. Ezek az ambiciózus kihívások kiterjedt kutatást, fejlesztést és innovációt igényelnek. Ezért a növények növekedésének és a biotikus és abiotikus stresszel szembeni ellenálló képességének javítására szolgáló új, nem kémiai technikákat fel kell tárni az e területen rejlő lehetőségek szempontjából. Az egyik legígéretesebb a nem termikus plazma alkalmazása ilyen célokra. Mivel ez a fizikai tényező ionok, atomok, elektronok, gyökök és molekulák összetett keveréke, a növényekre és kórokozókra gyakorolt hatása is összetett. Pańka et al. (2022) a szakirodalom feltárása során bizonyítékokat talált a nem termikus plazma lehetséges felhasználására a növénynövekedés fokozására és a növényvédelemre.

Wesseler (2022) megállapítja, hogy az F2F-stratégia a GD részeként csökkenti a mezőgazdasági termelést az EU-n belül, és az élelmiszerárak emelkedését idézi elő. Ez várhatóan tovább fokozza a fogyasztói árak inflációját az EU-ban és azon kívül. Viszont a tervek szerint a mezőgazdasági termelők jövedelme az EU-n belül várhatóan nem csökkenhet a közeljövőben. Az F2F-stratégia azt eredményezheti, hogy az EU-ban a fogyasztókról a mezőgazdasági termelők javára történik a támogatások újraelosztása. Az F2F-stratégia gazdasági

hatását értékelő tanulmányok átlagosan a jólét (gazdasági), és bármilyen furcsának tűnik is, a jólét (gazdasági és társadalmi) csökkenését mutatják az EU-n belül az F2F-célkitűzések végrehajtása miatt. A tanulmányok azonban nem számszerűsítik teljes mértékben az F2F-stratégia környezeti és egészségügyi előnyeit, viszont ezek a jólét területébe is tartoznak. Továbbra is kétséges, hogy a környezetre és az emberi egészségre gyakorolt hatásai elegendőek lesznek-e a jólét számított csökkenésének ellensúlyozására. Ugyancsak Wesseler (2022) véleménye szerint kétségek merülnek fel az F2F-célkitűzések és a célok logikai összhangját, valamint a GD és az nCAP célkitűzéseivel való kapcsolatát illetően is. Az EU-n belül a mezőgazdasági termelés csökkenése az EU-n kívüli régiókban szivárgási hatásokat eredményezhet, ami alááshatja a GD célkitűzéseit.

Az F2F-stratégia célkitűzéseinek elérése (gyomirtó szerek használatának korlátozása) várhatóan növelni fogja a talajművelés munkálatait, azok kiadásait. A talajművelés összefüggésbe hozható az üvegházhatású gázok kibocsátásának növekedésével. Az F2F-stratégia hatása az üvegházhatásúgáz-kibocsátás csökkentésére, ami a stratégia fő célkitűzése, továbbra is erősen vitatható. Bár az F2F-et értékelő tanulmányok beszámoltak az üvegházhatású gázok kibocsátására gyakorolt pozitív hatásokról, a földhasználati gyakorlatban bekövetkezett változások nem kerültek feltárrásra. Az F2F-stratégia élelmezésbiztonságra gyakorolt pozitív hatása szintén kérdéses. Azon tanulmányok, amelyek növénytermesztési kibocsátással foglalkoztak, az EU termelésének csökkenését és az élelmiszerárak emelkedését jósolták. A gabonafélék, de más „túlnemesített” kultúrnövények termesztése is nagyobb termelési kockázatnak van kitéve, mivel a betegségekkel szembeni ellenálló képességük a nagyon magas „potenciális termőképesség” miatt alacsonyabb. A növényvédőszer-használat csökkenése miatt

a biotikus és abiotikus stresszhatásokra a növények kihívásokra való reagálása, a szélsőségek kivédése korlátozódik. Ez várhatóan csökkenti az alacsony jövedelmű háztartások élelmezésbiztonságát az EU-n belül, és csökkenti az EU hozzájárulását az élelmezésbiztonsághoz külföldön (Montanarella és Panagos, 2021).

Az F2F-stratégia biológiai sokféleségre gyakorolt hatását nehéz felmérni. A mezőgazdasági termelés és termék-előállítás különböző formái eltérő hatással vannak a biológiai sokféleségre. Az, hogy a hatás pozitív vagy negatív lesz-e, attól függ, hogy miként méri a biológiai sokféleséget. Az olyan mérések alkalmazása, amelyek egyes fajok számát és a fajok bizonyos gyakoriságát veszik figyelembe, nem biztos, hogy a biológiai sokféleség magasabb szintjét eredményezik az F2F-stratégia céljainak megfelelően. A részletesebb értékeléshez a fajok értékének rangsorolására lenne szükség, ami felveti a rangsorolás végrehajtásának és a civil társadalom ebben való részvételének kérdését. Egy tanulmány biodiverzitási mutatót használt, és a biológiai sokféleségre gyakorolt pozitív hatásról számolt be a gazdaságok szintjén (Beckman et al., 2020).

Az előzőekben tárgyalt feltételezések és következmények azon alapulnak, hogy a GD és az F2F bevezetését követően nem várható további drasztikus intézményi-stratégiai változások, a technológiai fejlesztések és innovációk pedig ezek alá rendeltlen történnek. Wesseler (2022) szerint hosszabb távon az F2F-stratégia várhatóan a ráfordítási tényezők átcsoportosítását eredményezi, növelve a termelés és az elosztás hatékonyságát az EU mezőgazdaságában. Viszont ezek a változások időbe telnek, és az is egyértelmű, hogy a politika szintjén befolyásolható a változások időbeli hossza. A tényezők átcsoportosítását megkönnyítheti a földcserére vagy az EU-n belüli és kívüli közvetlen külföldi befektetésekre vonatkozó korlátozások csökkentése. A technológiai változásokat úgy lehet támogatni, hogy

csökkentjük a kémiai növényvédő szerek alternatíváinak engedélyezéséhez szükséges időt, és erősebb ösztönzőket biztosítunk a modern biotechnológia használatára a növénytermesztés számos kihívásának megoldása érdekében. Az EU politikai döntéshozóinak saját kezében van az F2F-stratégia jóllétnövelő stratégiává való átalakítása a szükséges intézményi változások végrehajtásával.

Az Európai Unió 2020-ban indított F2F-stratégiája az európai agrár-élelmiszeripari ágazat átfogó fenntarthatósági állását is célozza. Azonban, ahogyan azt maga a stratégia is elismeri és különböző hatásvizsgálatok (Barreiro-Hurle et al., 2021; Beckman et al., 2020; Henning et al., 2021; Noleppa és Carstburg, 2021) kimutatták, a politikai akarat önmagában nem fogja elérni az ambíciózus célokat. A siker nagymértékben függ az innovációtól, mind a meglévő innovációk skálázásától, mind a teljesen új innovációk kifejlesztésétől (Reinhardt, 2022). Álljon itt ezek alátámasztására először Beckman et al. (2020) által bemutatott eredmény (1. táblázat).

A becsült hatások az EU-ban egyértelműen a termelői jövedelmek csökkenését 8-16 százalékpont intervallumban, a fogyasztói kiadások növekedését 153-651 USD/fő/év tartományban, a GDP csökkenését 71-186 milliárd USD-ban prognosztizálják. Ami pedig tovább súlyosbítja a helyzetet, hogy az élelmezésbizonytalanságban élők száma világviszonylatban 22-103 millió fővel növekedhet.

Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a mezőgazdasági politikák gazdasági értékelése nem triviális feladat. Minden gazdasági értékelési modell a valóság leegyszerűsítése; ezért tartalmazhat bizonytalan feltételezéseket. Mindazonáltal a modellek segíthetnek azáltal, hogy információt nyújtanak a politikai döntések lehetséges következményeiről. Az EU-ban az új jogszabályok és szakpolitikák hatásvizsgálatot igényelnek, beleértve az előre tekintő tanulmányokat

I. táblázat
Becsült hatások az EU-ban és a világban az F2F és Biodiverzitási stratégiák nyomán, különböző scenáriók alapján, 2030-ig
(Estimated impacts in the EU and the world following the F2F and Biodiversity Strategies under different scenarios up to 2030)

Szcenárió		Termelői jövedelmek változása, %	Fogyasztói kiadások változása, USD/fő/év	GDP változása, milliárd USD	Élelmezés- bizonytalanságban élők számának változása, millió fő
EU-adaptáció	EU	-16	153	-71	-
	világ	+2	51	-94	22
EU+ EFTA-adap- táció	EU	-8	651	-186	-
	világ	+4	159	-381	103

Forrás: Beckman et al. (2020)

is a jobb szabályozás programja keretében, hogy a Bizottság szavaival élve bizonyítékokon alapuló és átlátható uniós jogalkotást biztosítsanak, amely az érintettek véleményén alapul. Az uniós agrárpolitikák értékelésére azonban nemcsak egy, hanem több alkalmazott modellt is kidolgoztak. Viszont ezek eltérnek egymástól az általuk felölelt időbeli és térbeli dimenziók, az általuk lefedett ágazatok részletei, valamint a környezeti és egyéb hatások tekintetében. Erről láthattunk áttekintést Varacca et al. (2020) tanulmányában. Mint ahogy erről Wesseler (2022) beszámolt az Európai Bizottság Közös Kutatóközpontjában, az uniós agrárpolitikák hatásának értékelésére szolgáló modelleket tartanak fenn és folyamatosan aktualizálnak. Az egyik széles körben használt modell a Közös Agrárpolitika regionális hatását vizsgáló modell (CAPRI), amely az agrár- és nemzetközi kereskedelempolitikák előzetes hatásvizsgálatára szolgál. Barreiro-Hurle et al. (2021) és Henning et al. (2021) a CAPRI-modellt használták az F2F-stratégia hatásainak értékelésére. Noleppa és Carlsburg (2021) a Lüttringhaus és Carlsburg (2020) és Beckman et al. (2020) által leírt többpiaci modellt, a GTAP-AEZ (*Global Trade Analysis Project – Agro Ecological Zone*) multiregionális, több ágazatra kiterjedő, számítható általános egyensúlyi modellt használták az F2F-stratégia

hatásának értékelésére. A Bremmer et al. (2021) által készített F2F-stratégia értékelése hét ország (Finnország, Franciaország, Németország, Olaszország, Lengyelország, Románia és Spanyolország) tiz terményére vonatkozó esettanulmányokat kombinált az AGMEMOD (*Agricultural Member State Modeling*) részleges egyensúlyi modellel.

Az F2F-stratégia modellezésének egyik kihívása a különböző célok kombinálása, mivel a hatások átfedik egymást. Például a biogazdálkodás növelése már magában foglalja a vegyszeres növényvédőszer- és ásványi műtrágyahasználat csökkentését is.

A Termelőtől az asztalig és a Biológiai sokféleség stratégiák kapcsán, mint azt láttuk, számos hatásvizsgálat készült. Wesseler (2022) munkájában feldolgozta az F2F-stratégiák eltérő szerzői csoportok által közölt megállapításait. Munkájából itt két összefoglaló táblázatot mutatunk be (2. és 3. táblázat).

A tanulmányok különböző scenáriókkal számolnak, mely forgatókönyvek vizsgálják a Termelőtől az asztalig (F2F) és a Biológiai sokféleség stratégiáknak az EU mezőgazdasági termelésére, a termelési árakra és az élelmiszer-gazdasági külkereskedelemre gyakorolt hatásait, a jóléti hatások mellett. Ezen túl számszerűsítik a várható környezeti hatásokat és említést tesznek az átszivárgási effektusról is. Mindezeokról a részletes mód-

2. táblázat

Az F2F-stratégia mezőgazdasági termelésre gyakorolt hatásáról szóló tanulmányok eredményei, % az EU-ban
(Results of studies on the impact of the F2F strategy on agricultural production, % in the EU)

Gabona-félék	Olajos magvak	Zöldségek, gyümölcsök, ültetvények	Takarmanynövények	Marhahús	Tejtermékek	Szerzők
-15,0	-15,0	-12,0		-13,0	-10,0 ^d	Barreiro-Hurle et al., 2021
-48,5 ^a	-60,7	-5,2 ^c		-13,5	-11,6	Beckman et al., 2021
-18,0 ^a						Bremmer et al., 2021
-23,6	-7,3	-13,0	-30,0	-17,0	-6,0	Henning et al., 2021
-26,0 ^a	-24,0 ^b					Noleppa et al., 2021

^a Csak búza; ^b Csak repce; ^c Csak gyümölcsök és zöldségek; ^d Nyers tej;

Forrás: Wesseler (2022)

3. táblázat

Az F2F-stratégia összesített gazdasági hatásáról szóló tanulmány eredményei
(Results of the study on the aggregate economic impact of the F2F strategy)

Farmjövedelem	Élelmiszerkiadások	GDP	EU termelési érték, milliárd EUR	Szerzők
Növekszik	Növekszik	Csökken		Barreiro-Hurle et al., 2021
-16%	153,2 USD/fő	-84,2 milliárd USD ^d		Beckman et al., 2021
Csökken			-140	Bremmer et al., 2021
+35,08 milliárd EUR	70 milliárd EUR ^b	Csökken	Növekszik	Henning et al., 2021
>15 milliárd ^a	Növekszik ^c	Csökken ^c	Csökken	Noleppa et al., 2021

^a Csak a növénytermelést vették figyelembe, és 2040-re számították ki. ^b A teljes fogyasztói többletben kifejezve. ^c Közvetett következtetés a termelés csökkenéséből és az általános modell-leírásból. ^d Csak az EU esetében.

Forrás: Wesseler (2022)

szertani és kivitelezési gyakorlat az eredeti tanulmányban lehető fel.

A tanulmányok megállapításai szerint, mint ahogyan ezt már megemlítettük, az új szabályozás várhatóan negatívan fog hatni az EU mezőgazdasági termelésére, a termelési árakra, az EU élelmiszer-gazdasági külkereskedelmére és a jóléti hatások is negatív előjellel bírnak, ugyanakkor a várható környezeti hatások pozitívak még akkor is, ha számolunk az átszivárgási effektussal.

Az előzőekben leírtak figyelembevételével első feltételezésünket (A1) miszerint: „a GD és az F2F-stratégia problémamentesen kivitelezhető, veszteség nélkül megvalósítható”, nem tekintjük igazolhatónak. Öt

modellszámítás eredményei egyaránt azt jelzik, hogy az új szabályozás a legtöbb mérhető esetben negatív hatással bír (termelés, termelési árak, külkereskedelem, jólét). A tanulmányok azonban nem számszerűsítik az F2F-stratégia környezeti és egészségügyi előnyeit. Kétséges, hogy a környezetre és az emberi egészségre gyakorolt hatásai elegendőek lesznek-e a jólét számított csökkenésének ellensúlyozására. Viszont azt is láthattuk, hogy több ígéretes újszerű, már meglévő kutatási eredmény állítható a GD-t támogatók tarsolyába. Azt is meg kell említenünk, hogy valamennyi tanulmány alapvetően a múltbéli idősorok elemzéséből indul ki, és a várható hatások esetében abszolút

hozamcsökkenéssel kalkulál a különböző mezőgazdasági ágazatok esetében. Ez azzal is magyarázható, hogy nem veszi figyelembe a szabályok változására adott technológiai válaszok, fejlesztések hozamokra, inputanyag-felhasználásra, valamint a termelés hatékonyságára gyakorolt hatásait.

A PRIMER KUTATÁSOK EREDMÉNYEI

A mezőgazdasági termelésben használt gépek, gépkapcsolatok, telepített berendezések, a modern genetikai háttér, az IT-fejlesztések és velük együtt a digitális megoldások térhódítása történik napjainkban. Az alkalmazott adaptív technológiák az elmúlt évtizedekben jelentős fejlődésen mentek át, amelyek fejlődés által kiváltott hatékonyságjavulást eredményeztek a hozam- és a ráfordításoldalon egyaránt. Ezek összességében tompítja az F2F-stratégia várható negatív hatásait, önmagában hordozza az Európai Zöld Megállapodásban foglaltaknak való részleges megfelelést.

A szántóföldi növénytermesztés kiemelt figyelmet érdemel, hiszen a természetes hatékonyság javulása nemcsak mérhető, de a mai kor információtechnológiai megoldásainak köszönhetően dokumentálható is.

A legújabb IT-fejlesztések gyakorlati alkalmazásának tekintetében ma az elsők között van a mezőgazdaság, leginkább a mezőgazdasági gépekbe épített áramkörök, kijelzők, információtechnológiai eszközök, AMS-eszközök, szenzorok, chippek, automata elektropneumatikus és hidraulikus rendszerek használata, alkalmazása és a térinformatikai, azon belül is a helymeghatározó rendszerek használata okán.

A nagy területen termesztett, konvencionális szántóföldi növények, kultúrák esetében a technológiai fejlődés első mérőjelzője a helymeghatározó rendszerek megjelenése, majd mezőgazdasági célú használatának elterjedése tekinthető.

Ezek a rendszerek ugyanis lehetővé teszik, hogy a sikeres termesztéstechno-

lógiához szükséges munkaműveleteket gyorsabban, nagy felületen, megismételhető módon (térben és időben), átfedés és kihagyásmentesen, nagy munkaszélességek esetében is pontosan és hatékonyan lehessen végrehajtani, amennyiben a gépgyártók által kieszközölt fejlesztésekben (pl.: automata kormányzás) rejlt lehetőségeket, adottságokat a gépeket üzemeltető személyzet szakszerűen használja.

Önmagában az automata kormányzás és bizonyos technológiai műveletek automatizálása következtében *legalább 5-8% üzemanyag-megtakarítással* lehet kalkulálni, ami együtt jár a károsanyag-kibocsátás csökkenésével és a művelési hatékonyság növelésével.

A szakaszvezérlés megjelenésével és alkalmazásával az igen-nem műveletek elkülönítése válik lehetővé. A szakaszvezérlés lehetővé teszi, hogy bizonyos technológiai műveletek végrehajtása esetén az erőgéphez épített helymeghatározó rendszerek használatával, valamint az erőgép és a munkagép közötti direkt kommunikáció segítségével a technológiai műveletet végrehajtó munkagép nemcsak teljes munkaszélességben tudja kijuttatni az inputanyagot, hanem képes az erőgép által küldött jelek alapján a már kezelt vagy éppen kezelést nem igénylő területen szüneteltetni az inputanyag kijuttatását. Eklatáns példa, amikor az erőgép által vontatott és fedélzeti számítógépe által kontrollált permetezőgép szakaszokra osztott szórókeretén lévő fúvókák egy része deaktiválódik, amikor áthalad az egyszer már kezelt növényállomány felett, melynek következtében *további művelési hatékonyságjavulás, valamint 2-7% közötti inputanyag-megtakarítás érhető el.*

A precíziós technológia következő lépcsőfoka, ha bizonyos technológiai műveleteket összevonunk és ezzel együtt *menetszámcsoökkentést* érünk el, melyre jó gyakorlati példa a magágykészítés, sávpermetezés, talajfertőtlenítő szer kijuttatása, vetés és starter trágyázás műveletek egy menetben

2. ábra

Az automatikus kormányzás pozitív hozadécai
(Positive benefits of automatic steering)



Forrás: KITE Zrt.

történi összevonása. A fentiekben ismerttetett összevont technológia végrehajtására alkalmas erőgép-vetőgép kapcsolat, az üzemanyag-megtakarítás és az inputanyag-megtakarítás mellett megfeleltethető a talajkímélő technológia (kevesebb bolygatás, porosítás, talajtaposás) elvárásainak és lehetővé teszi az inputanyagok kedvezőbb hasznosulását.

A differenciált és pozicionált inputanyag-kijuttatásra alkalmas gépkapcsolatok használata további természetes hatékonyságjavulással jár. Az átlagolás elvét követő kijuttatás helyett táblán belül differenciáltan, a termőhelyi adottságokhoz igazított, a természetű növény egyedi szükségleteit kielégítő, a tervezett hozamcél eléréséhez optimalizált dózisban és pozicionáltan kijuttatott inputanyagok esetében a megtakarítás ráfordításon eléri az 50%-ot.

Mind a növényvédelem, mind a tápanyagutánpótlás területén találunk példákat (pozicionált sávgyomirtás, sorközre pozicionált mechanikai gyomirtás differenciált és pozicionált N-kijuttatással, differenciált, menedzsmentzónák alapján történő tápanyag-utánpótlás) arra, hogy a valós megtakarítás mellett egyes beavat-

kozások további haszonnal kecsegtetnek. Egyik tipikus példája kukorica esetében a sorközműveléssel egybekötött és a növény gyökérzónájába pozicionáltan kijuttatott folyékony nitrogén, amennyiben inhibitort is használnak, hiszen a ráfordításoldali megtakarítás együtt jár az inputanyag hasznosulásának javítása mellett a veszteségek csökkentésével.

A differenciálás elvének minden technológiai beavatkozás során meg kell felelni (változtatható mélységű alapművelés, tápanyag-utánpótlás, vetés, növényvédelem) annak érdekében, hogy a hatások összeadódjanak, így a rendszerszemléletű gondolkodás gyakorlatban történő alkalmazása során minél nagyobb természetes (és ennek következtében, változatlan hozamok mellett) és ökonómiai hatékonyságjavulást érjünk el.

A fenti kijelentéseket alátámasztják a KITE Zrt. saját vizsgálati eredményein alapuló, természetes hatékonyságban is mérhető, számszerűsíthető adatok, összehasonlítások, melyet a takarmánykukorica természetstechnológiájának példáján keresztül fogunk bemutatni.

A KITE Zrt. 2012 és 2013 között saját vizsgálataiban mérte és számszerűsítette

az eltérő kukorica-termesztéstechnológiák (sávos művelés, lazítás és szántás) fajlagos üzemanyag-felhasználását. A kutatás során 11 helyszínen, összesen 198 táblán folytak az elemzések, eltérő talajtípusokon (homokos vályog, vályog, agyagos vályog és agyag) és eltérő elővetemények (kukorica, szója, őszi búza, napraforgó, repce és zöldtrágyaként alkalmazott mustár) mellett. A vizsgálat napraforgó- és kukoricakultúrákban került végrehajtásra.

Az üzemanyag-fogyasztási adatokat elemezve viszont jelentős különbségek adódtak, amit nemcsak a technológia, hanem a talajtextúra is eredményezett (4. táblázat).

Az eltérő technológiák összevetése során a fajlagos (hektárra vetített, liter/ha-ban kifejezett) üzemanyag-felhasználás 15%-os megtakarítást (összesített átlag) eredményezett a talajkímélőbb (lazítás) technológia használata esetében, míg strip-till (sávos művelés) esetén ugyanez az érték 30% volt, ami azt eredményezte, hogy a hektáronkénti szemtermésre vetített üzemanyag-felhasználás (azonos hozamszinteket feltételezve) 5 liter/t-át meghaladó eltérést mutat, ami egy átlagos termésszint esetén is több mint 40 liter/ha.

Jelen gazdasági környezetben, az emelkedő termelési költségek mellett, a magas terményárak ellenére, a szélsőségesen száraz időjárás miatt bekövetkezett termésdepresszió (hozamoldali kiesés) miatt, bizonyos növénykultúrák esetében az döntheti el, hogy eredményes-e adott növénytermesztése, hogy mennyi üzemanyagot

használnak fel a technológia végrehajtása során.

A vizsgálat kiterjedt továbbá a természetéstechnológiák területarányos munkaidő-ráfordításának mérésére és összehasonlítására is. Az üzemeltetési jellemzők tekintetében elmondható, hogy eltérő talajtípusok esetén, adott technológia mellett nem volt szignifikáns eltérés a területteljesítményben:

- sávos művelés területteljesítménye: 2,8–3,3 ha/h,
- lazítás területteljesítménye: 2,5–2,9 ha/h,
- szántás területteljesítménye: 1,5–1,6 ha/h.

A hagyományos, szántásra alapozott technológiát és a strip-till technológiát összehasonlítva több, mint 50%-os munkaidő-megtakarítást jelent. Az eltérés részben a menetszámcsökkenésből (összevont műveletek), részben pedig a helymeghatározó rendszerek és ezzel összefüggésben az automata kormányzás használata és egyes technológiai műveletek automatizálása miatti (ráfedés- és kihagyásmentes, szakaszvezérelt munkagép-erőgép kapcsolatok) hatékonyságjavulásból ered. Amennyiben az elővetemény függvényében végezzük az elemzéseket, akkor megállapítható, hogy a későn lekerülő elővetemények esetén, művelési módoktól függően kb. 11-14%-kal csökkennek a munkaidők, ezáltal a művelési költségek is.

Az alkalmazott technológia és a fajlagos inputanyag-felhasználás közötti össze-

4. táblázat

**Üzemanyag-fogyasztás adott művelés mód esetén, liter/ha
(Fuel consumption for a given cultivation mode, l*ha⁻¹)**

Talajtextúra	Üzemanyag-fogyasztás adott művelés mód esetén		
	sávos művelés	lazítás	szántás
Homokos vályog	10,2–11,3	12,7–14,2	21,9–23,6
Vályog	11,8–12,9	14,6–16,7	24,8–27,8
Agyagos vályog	13,2–14,6	17,2–19,8	28,2–31,8
Agyag	14,7–16,9	20,2–23,5	32,1–35,7

függést vizsgálva és naturáliákban mérve (műtrágya kg/ha, vetőmag mag/ha, kukorica gyomirtó szer l/ha) kijelenthető, hogy a hagyományos technológiához képest a precíziós technológia alkalmazása 5-10% közötti inputanyag-megtakarítást eredményezett, amellelt, hogy a fajlagos hozamok nem csökkentek az AKI teszttüzemi átlagával összehasonlítva.

Ennél nagyobb mértékű megtakarítást is el lehet érni abban az esetben, ha a vetésforgóban szereplő valamennyi kultúrára kiterjesztjük a technológiát. Nyilvánvalóan érdemes figyelembe venni, hogy a technológiaváltás intenzitásnöveléssel jár együtt, ami a hozamok emelkedésében is megmutatkozik, leginkább akkor, ha a vetésforgóban szereplő kultúrák nagy hányadánál áttérünk a száraz gazdálkodásról az öntözéses gazdálkodásra.

A GD-nek való megfelelés technológiai aspektusból megközelítve részben már ma is biztosított, ugyanakkor a legnagyobb kihívást még mindig az élelmiszer-biztonsági követelményeknek, elvárásoknak való megfelelés jelenti, ami a szántóföldi növénytermesztők számára azt jelenti, hogy a legnagyobb változáson a növényvédelem megy keresztül a közeli jövőt illetően.

A kihívásokat lehetőségként kezelve hangsúlyozni kell az előrejelzésen alapuló növényvédelmi beavatkozások fontosságát, figyelembe kell venni a biológiai növényvédelem kínálta lehetőségeket, valamint a kémiai és mechanikai gyomirtás területén végbement változásokat, fejlesztéseket.

Az előrejelzésen alapuló növényvédelmi beavatkozásokat leginkább a meteorológiai mérőállomások által mért adatokat feldolgozó, elemző és azt kórokozó- és kártevő-előrejelzéssel kiegészítő applikációk, internetes felületek hivatottak segíteni.

A beavatkozások indokoltsága és időzítése igen nagy hatással van a technológiai beavatkozás hatékonyságára, sikerére, valamint a kijuttatott és a teljes természettechnológia során összesen felhasznált

növényvédő szer mennyiségére. Egy-egy indokolatlan vagy nem jól időzített beavatkozás miatti ismételt beavatkozás többletráfordítást eredményez, ami nehezíti a Farm to Fork stratégiában megfogalmazott mennyiségi céloknak való megfelelést.

A biológiai növényvédő szerek piacán az elmúlt években számos K+F és gyártói megállapodás jött létre és több tíz fúzió, akvizíció vagy éppen közös vállalati megállapodás valósult meg. Az agrokémiai óriások becslések szerint évente több száz millió dollárt fordítanak fejlesztésre, így ha lassan is, de egyre több kártevővel és kórokozóval szemben lesz biológiai megoldás, míg a gyomirtás területén egyelőre a hagyományos kémiai megoldásokra vagy a mechanikus gyomirtásra kell támaszkodni. Így például ma már rendelkezésre állnak biológiai csávázószerkezetek, vagy kalászosok esetén egyre nagyobb arányban és hatékonyan alkalmaznak biológiai gombaölő szereket kalászfuzáriózis ellen, mely termékek a kémiai szerekkel azonos hatásokkal bírnak, így teljes mértékben helyettesíteni tudják a kemikáliákat. Ugyanakkor a kukorica posztemergens gyomirtására használt növényvédő szerek kiváltását egyelőre nem lehet biológiai eredetű anyagokkal megoldani, így a kemikáliamentes alternatív út a sorközművelő kultivátorok használata marad.

A felhasznált, kijuttatott növényvédő szer mennyiségét erősen befolyásolja a kijuttatás módja, valamint a kijuttatásra használt gép, géprendszer technikai, technológiai fejlettsége. A drónok megjelenése új távlatokat nyit mind a technológia végrehajtását megelőző állományfelmérés, mind pedig a kijuttatás szempontjából, ami ugyancsak lehetővé teszi, hogy naturáliákban mérve akár 20% megtakarítást érjünk el.

A legújabb fejlesztésű precíziós permetezőgépek, legyen az önjáró vagy vontatott, az „intelligens permetezés” zászlaja alatt, érzékelő kamerákkal felszerelve, képesek a kultúrnövény és a gyomok detektálására,

megkülönböztetésére, így csak akkor jutnak ki növényvédő szert, amikor a gyom felett áthaladó érzékelő kamera jelez a permetezőgép fúvókáinak, ezzel lehetővé válik a felhasznált, illetve kijuttatott gyomirtó szerek dózisének 50%-os csökkentése egy hagyományos permetezőgéphez képest.

A mechanikai gyomirtás területén is új eljárások, gépek jelentek meg az elmúlt pár évben, így létező alternatívája lehet a kémiai gyomirtásnak az egyelőre még futurisztikusnak tűnő, lézerrel történő gyomirtás, gyomirtó, illetve kapálórobotok használata.

Mindent összevetve, az Európai Zöld Megállapodásban és annak a mezőgazdaságot érintő, arra hatással lévő stratégiájában foglaltak megvalósításának alapvető feltétele, hogy tudatosuljon valamennyi ágazati szereplőben, hogy a kihívásoknak való megfelelés megkívánja a rendszerszemléletű gondolkodást és a dokumentációt.

Rendszerszemlélet alatt a precíziós gazdálkodás alapelveit kell érteni, melyek a konvencionális szántóföldi növények termesztése esetében a következők: jó időben, megfelelő helyre, megfelelő mennyiségben, megfelelő anyagokat, eszközöket, megfelelő módszerrel.

Mivel valamennyi technológiai beavatkozás végrehajtása dokumentálható a gépekbe épített mesterséges intelligencia, az újabb és újabb IT-megoldások által, a mezőgazdaság digitális átállását célzó applikációk, az internetes felületek használatával, csupán csak az a kérdés, hogy a jövő kihívásainak milyen gyorsan tudunk megfelelni? Nevezetesen annak, hogy a termelést alapvetően nem a hozamvárások, hanem a fenntarthatósági előírások határozzák meg. Ez pedig részben oka a termelési költségek emelkedésének, és velejárója a szaktudás iránti igény növekedésének és a döntéstámogató rendszerek alkalmazása ismeretének hatványosan megjelenő igénye érdekében. A szaktanulmány írói pedig boldogan konstatálják, hogy az információ-technológia iránti mély érdeklődés végül is

együtt járója a technológiai fejlesztésnek, a hatékonyság növekedésének, legyen ez természetes vagy ökonómiai!

ÖSSZEFOGLALÁS

Számos előrejelzés, melyet e tanulmányban részlegesen vagy éppen teljesen bemutatunk, ellentmondásos eredményeket közöl. Egyesek szerint az Európai Bizottság által javasolt F2F-stratégiában az adott inputcsökkentések az EU mezőgazdasági termelésének és az exportpiacokon való versenyképességének csökkenéséhez vezetnének. Ezen közlemények alapján a jelenlegi mezőgazdasági termelési eljárás mellett a stratégiákban szereplő mezőgazdasági inputanyagok csökkentett felhasználásából eredő változások az élelmiszerek árának emelkedéséhez, a fogyasztó, és bármilyen furcsa is, a GDP csökkenéséhez vezetnének.

Első feltételezésünk, hogy „a GD és az F2F-stratégia problémamentesen kivitelezhető, veszteség nélkül megvalósítható” nem állja meg a helyét, nem fogadható el. Igazolja ezeket a szekunder kutatás során bemutatott modellszámítások eredményeinek összessége. A hatás elsősorban az EU tagállamait érinti, a GDP és a gazdasági jólét és a jólét csökkenését is előre jelzi.

Látva a ma már globális szinten jelentkező és a mezőgazdasági termelés közvetlen és közvetett költségeire, valamint az élelmiszeriparra is hatást gyakorló inputárak és általános költségek emelkedését, amely mellé társul 2022-ben Európa több országában jelen lévő tartósan száraz periódus, prognosztizáljuk, hogy az élelmiszerárak drasztikus emelkedése várható. A tanulmány írása során még meg sem gondoltuk, hogy egy kétoldalúnak tűnő (orosz–ukrán) háború globális hatásokat eredményez. Milyen hatások lehetnek ennek következtében? Szerintünk korlátozások bevezetése nélkül is, időszakosan és lokálisan, valamint termékspecifikusan még hiány is kialakulhat egy-egy termék

piacra jutása tekintetében. Nem szeretnénk ennek megvalósulását.

A kínálat hiánya ugyanolyan kereslet szintjén áremelkedéshez vezethet, hiszen az alapvető élelmiszerek esetében a kereslet importból történő kielégítése árfelhajtó hatással bír. Az ellátási láncok lassulása mellett a tengerentúli és a szárazföldön belüli szállítmányozás költségei is jelentősen megemelkedtek az elmúlt néhány évben az energia árának emelkedése miatt. 2021-től pedig elszabadultak az energiaárak. Áttételesen ehhez a körhöz tartozik a második feltételezés, az *A2*, amely az volt, hogy a „jelenleg is rendelkezésre álló know-how-megoldások, a precíziós mezőgazdaság technológiai feltételei adottak, ezek összessége már most igazolja az *A1* feltételezést, megerősíti annak megvalósíthatóságát”. Tudomásul kell vennünk, hogy ez nem valós. Több ismeretanyag, technika és technológia is rendelkezésre áll, ami már most segíti a *GD* és az *F2F* célkitűzéseit, elvárásait. Egy nagy „csoport” viszont hiányzik a megvalósíthatóság tárházából, nevezetesen a „szükséges feltételek”. A feltételek is több szegmensből állnak: *politikai feltételek, makro- és mikrogazdasági feltételek, vállalati- pénzügyi, de hangsúlyozottan még az emberi erőforrás feltételei az összes gazdasági feltételeken túlmenően.*

A tanulmányok közül egy olyan (Beckman et al., 2021) forrásmunkát találtunk, amely megvizsgálta, hogy mekkora mezőgazdasági termelékenység-növekedésre lenne szükség az inputkorlátozás kompenzációjához. Az empirikus szakirodalomból származó bizonyítékok azt sugallják, hogy az új technológiák kifejlesztéséhez és az új technológiákra való áttéréshez a stratégiák 10 éves időszakának 2-3-szorosa szükséges. Ebben az összefüggésben a termelési veszteségek és az élelmiszerár-emelkedés elkerülése mellett csak akkor lehet elérni a ráfordítások felhasználásának várható csökkentését, ha a szükséges beruházásokat rövid távon végzik el, és az időkeretet 10-20 évvel meghosszabbítják. Ahogyan

arra a tanulmány is utal, érdemes lehet a modern, hatékony technológiák bevezetését, elterjedését, nagy felületen és területen való alkalmazását segítő, a szükséges beruházásokat minél hamarabb meglépni. Így érdemes célzottan támogatni a precíziós technológiai beruházásokat, az azok használatához szükséges szolgáltatásokat, képzéseket, tudástranszfert, a jövőbe mutató fejlesztéseket és kutatásokat, hiszen az ágazatfüggetlen energiaáremelkedés mellett további input-, élőmunka- és egyéb költség-emelkedés várható.

A sorozatos áremelkedések mellett (mely szinte minden költségnemben jelentkezik) a támogatással megvalósuló rövid megtérüléssel kecsgetett beruházások által indukált közvetlen hatékonyságjavulás a növénytermesztés esetében a növényi igényeihez illeszkedő, hozammaximalizálást célzó, fajspecifikus modern termesztéstechnológiák használatát teszi lehetővé. Ha a fajlagos hozamok szinten tartása vagy emelkedése költséghatékonysággal párosul, az ágazat eredménye, eredményessége, versenyképessége javul. A nagyobb fogyasztás, az emelkedő beruházás a növekvő export GDP-hez való hozzájárulását fokozza. Így csökken az EU élelmiszerimport-függősége amellet, hogy a fenntartható, modern, egyben környezettudatos technológiák alkalmazásával csökkenthető a felhasznált inputok, kemikáliák mennyisége. Ezzel a közvetlen és közvetett környezetterhelés is csökken elsősorban a légszennyezés tekintetében, hiszen fajlagosan egyre kevesebb szén-dioxid-kibocsátással lehet előállítani egységnyi mezőgazdasági terményt.

A stratégiákból a környezet és az emberi egészség szempontjából várható előnyök a szakirodalomban folyamatos vita tárgyát képezik, leginkább amiatt, hogy a stratégiákhoz kapcsolódó környezeti költségek és előnyök mérését miként végzik. A modell készítői megjegyezték, hogy az ott becsült változások nagy strukturális politikai sokkokon alapulnak, de azzal nem lehetett

számolni, hogy a Covid még jelenleg is korlátozza a piaci folyamatokat, azt sem lehetett kalkulálni, hogy az orosz–ukrán háború felülírja a fenntarthatósági és az energiagazdálkodási politikát, és azzal sem lehetett kalkulálni, hogy a globális klímaváltozás drasztikusan beköszönt az európai országokban 2022-ben.

A stratégiák kidolgozói ösztönzőket vezettek be az új technológiák és innovációk elfogadására. Feltételezhetően e technológiák elfogadása segít majd a stratégiák által bevezetett inputcsökkentések termelékenységi hatásainak mérséklésében. Bár e célok részletei nincsenek teljesen meghatározva, több figyelmet érdemelnek. A jelenlegi csúcstechnológiák azonban valószínűleg nem elegendőek ahhoz, hogy kompenzálják a termelési veszteségeket, amelyek a mezőgazdasági inputok csökkentésének nagyságrendjéből adódnak. A mezőgazdasági technológiák átvételének tényleges taposómalma, valamint az elégtelen K+F-készletek és -kiadások egyértelmű kihívást jelentenek a termelékenység jövőbeni növekedése és a

növekvő népesség élelmezése szempontjából. Ez aggodalomra ad okot az EU stratégiáinak megvalósíthatóságával kapcsolatban a javasolt ütemtervben, valamint a fenntarthatóbb élelmiszer- és mezőgazdasági rendszer létrehozásához szükséges lépések megfontolásával kapcsolatban.

Végső gondolatként úgy véljük, egyet érthetünk Beckman és munkatársai álláspontjával, miszerint végső soron egy erős és ellenálló élelmiszerrendszer számára előnyös lehet az innovatív mezőgazdasági K+F-be történő nagyobb beruházás. Ott, ahol végül is a fenntarthatóságot az új és egyedi kihívásokhoz való folyamatos alkalmazkodással érik el a tudomány, az innováció és a gazdák által a saját területükön világszerte történő elfogadás révén (Beckman et al., 2021). Viszont azt is látjuk, hogy óriási a kihívás a mezőgazdaságban. Megoldásához egyetemi, kutatóintézeti és mezőgazdasági vállalkozások munkatársainak százai szükségesek, hogy a következő dekádban, megfelelően a kihívásoknak, meg-, illetve egyáltalán élhessünk a mezőgazdaságból!

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

- Alapjaitól át kell gondolni a farm to fork stratégiát. (2021. október 26.). NAK sajtóközlemény. <https://www.nak.hu/sajto/sajtokozolemenyek/103940-alapjaitol-at-kell-gondolni-a-farm-to-fork-strategiat>
- Baquedano, F., Jelliffe, J., Beckman, J., Maros, I., Zereyesus, Y. & Johnson, M. (2022). Food security implications for low- and middle-income countries under agricultural input reduction: The case of the European Union's farm to fork and biodiversity strategies. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 44(4), 1942–1954. <https://doi.org/10.1002/aep.13236>
- Barreiro-Hurle, J., Bogoš, M., Himics, M., Hristov, J., Domínguez, I. P., Sahoo, A., Salputra, G., Weiss, F., Baldoni, E. & Elleby, C. (2021). *Modelling Environmental and Climate Ambition in the Agricultural Sector with the CAPRI Model. Exploring the Potential Effects of Selected Farm to Fork and Biodiversity Strategies Targets in the Framework of the 2030 Climate Targets and the Post 2020 Common Agricultural Policy*. Publications Office of the European Union. 89 p.
- Beckman, J., Ivanić, M., Jelliffe, J. L., Baquedano, F. G. & 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*. United States Department of Agriculture. Economic Research Service. Economic Brief Number 30. 52 p. <https://ageconsearch.umn.edu/record/307277>
- Beckman, J., Ivanić, M. & Jelliffe, J. L. (2021). Market impacts of Farm to Fork: Reducing agricultural input usage. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 44(4), 1–19. <https://doi.org/10.1002/aep.13176>
- Bremmer, J., Gonzalez-Martinez, A., Jongeneel, R., Huiting, H. & Stokkers, R. (2021). *Impact Assessment Study on EC 2030 Green Deal Targets for Sustainable Food Production*. Wageningen Economic Research. Report 2021-150. 69 p.

- Bryson, R. (2022). Evaluating the contribution of synthetic fungicides to cereal plant health and CO2 reduction targets against the backdrop of the increasingly complex regulatory environment in Europe. *Plant Pathology*, 71, 1170–1186. <https://doi.org/10.1111/ppa.13494>
- Capozzi, V., Fragasso, M. & Bimbo, F. (2021). Microbial Resources, Fermentation and Reduction of Negative Externalities in Food Systems: Patterns toward Sustainability and Resilience. *Fermentation*, 7(2), 54. <https://doi.org/10.3390/fermentation7020054>
- COM (2019). *A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, az Európai Tanácsnak, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának. Az európai zöld megállapodás.* Európai Bizottság, 28 p.
- Dabkiene, V., Balezentis, T. & Streimikiene, D. (2021). Development of agri-environmental footprint indicator using the FADN data: Tracking development of sustainable agricultural development in Eastern Europe. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 2121–2133.
- Gargano, G., Licciardo, F., Verrascina, M. & Zanetti, B. (2021). The Agroecological Approach as a Model for Multifunctional Agriculture and Farming towards the European Green Deal 2030-Some Evidence from the Italian Experience. *Sustainability*, 13(4), 2215.
- Henning, C., Witzke, P., Panknin, L. & Grunenberg, M. (2021). Ökonomische und Ökologische Auswirkungen des Green Deals in der Agrarwirtschaft. Institut für Agrarökonomie, Abteilung Agrarpolitik, Christian-Albrechts-Universität. <https://www.bio-pop.agrarpol.uni-kiel.de/de/f2f-studie>
- Keszthelyi, Sz. és Molnár, A. (2015). *A Tesztüzemi Információs Rendszer eredményei 2013.* Agrárgazdasági Kutató Intézet. 153 p.
- Lalander, C. & Vinneras, B. (2022). Actions needed before insects can contribute to a real closed-loop circular economy in the EU. *Journal of Insects as Food and Feed*, 8(4), 337–342. <https://doi.org/10.3920/JIFF2022.x003>
- Lüttringhaus, S. & Carlsburg, M. (2020). *Methodological Paper Modelling Agricultural Markets with the HFFA-Model.* HFFA Research Paper 02/2018. HFFA Research GmbH. 14 p.
- Molteni, R. & Alonso-Prados, J. L. (2020). Study of the Different Evaluation Areas in the Pesticide Risk Assessment Process. *EFSA Journal*, 18(S1), EU-FORA SERIES 3. e181113, <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.e181113>
- Montanarella, L. & Panagos, P. (2021). The Relevance of Sustainable Soil Management Within the European Green Deal. *Land Use Policy*, 100, 104950, <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104950>
- Noleppa, S. & Carlsburg, M. (2021). *The Socio-Economic and Environmental Values of Plant Breeding in the EU and Selected EU Member States.* HFFA Research Paper. HFFA Research GmbH. 296 p.
- Pańka, D., Jeske, M., Lukanowski, A., Baturó-Ciesniewska, A., Prus, P., Maitah, M., Maitah, K., Malec, K., Rymarz, D., Muhire, J. D. & Szwarz, K. (2022). Can Cold Plasma Be Used for Boosting Plant Growth and Plant Protection in Sustainable Plant Production? *Agronomy-Basel*, 12(4), 841, <https://doi.org/10.3390/agronomy12040841>
- Pietrzyck, K., Jarzębowski, S. & Petersen, B. (2021). Exploring Sustainable Aspects Regarding the Food Supply Chain, Agri-Food Quality Standards, and Global Trade: An Empirical Study among Experts from the European Union and the United States. *Energies*, 14(18), 5987, <https://doi.org/10.3390/en14185987>
- Purnhagen, K. P., Clemens, S., Eriksson, D., Fresco, L. O., Tosun, J., Qaim, M., Visser, R. G. F., Weber, A. P. M., Wesseler, J. H. H. & Zilberman, D. (2021). Europe's Farm to Fork Strategy and Its Commitment to Biotechnology and Organic Farming: Conflicting or Complementary Goals? *Trends in Plant Science*, 26(6), 600–606. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2021.03.012>
- Reinhardt, T. (2022). The farm to Fork strategy and the Digital Transformation of the Agrifood sector – An assessment from the Perspective of Innovation Systems. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 1–20. <https://doi.org/10.1002/aep.13246>
- Rijswijk, K., Klerkx, L., Bacco, M., Bartolini, F., Bulten, E., Debruyne, L., Dessein, J., Scotti, I. & Brunori, G. (2021). Digital Transformation of Agriculture and Rural Areas: A Socio-cyber-physical System Framework to Support Responsibilisation. *Journal of Rural Studies*, 85, 79–90. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.05.003>

- Smol, M. (2021). Implementation of the Green Deal in the Management of Nutrients Phosphorus Recovery Potential from Sewage Sludge. *Desalination and Water Treatment*, 232, 208–215.
- Varacca, A., Sckokai, P., Chakrabarti, A., Verkerk, H., Lovrić, M., Hasegawa, M., van Leeuwen, M., González Martínez, A. R., Banse, M., Salamon, P., Sturm, V., Vrachlioli, M., Zhu, B. & Sauer, J. (2020). Existing Models That Investigate the Bioeconomy. BioMonitor Deliverable. 4.1. <http://biomonitor.eu/Google Scholar>
- Vroljik, H. & Poppe, K. (2021). Cost of Extending the Farm Accountancy Data Network to the Farm Sustainability Data Network: Empirical Evidence. *Sustainability*, 13(15), 8181, <https://doi.org/10.3390/su13158181>
- Wesseler, J. (2022). The EU's Farm-to-fork Strategy: An Assessment from the Perspective of Agricultural Economics. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 44(4), 1826–1843. <https://doi.org/10.1002/aapp.13239>
- Zokaei, K., Manikas, I. & Reza, S. (2015). Improving Environmental and Economic Performance in the Food Chain; the Lean and Green Paradigm. In Vlachos, I. P. & Malindretos, G. (eds), *Markets, Business and Sustainability* (pp. 173–183.). Bentham eBooks. <https://doi.org/10.2174/9781681080253115010013>