



Európai Unió  
Európai Szociális  
Alap



**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**

**SZÉCHENYI**  2020

SOPRONI EGYETEM  
ERDŐMÉRNÖKI KAR

# TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

2020. NOVEMBER 30.

SOPRONI EGYETEM  
ERDŐMÉRNÖKI KAR





Soproni Egyetem  
Erdőmérnöki Kar

# TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

Szerkesztette: Facskó Ferenc, Király Gergely



Soproni Egyetem  
Kiadó

Sopron – 2020

A kötet megjelenését az „EFOP-3.6.1-16-2016-00018 – A felsőoktatási rendszer K+F+I szerep-vállalásának növelése intelligens szakosodás által Sopronban és Szombathelyen” című projekt támogatta.

A kötet publikációit lektorálták: Bartha Dénes, Bidló András, Brolly Gábor, Czimber Kornél, Czupy Imre, Faragó Sándor, Frank Norbert, Pájer-Gálos Borbála, Gribovszki Zoltán, Heil Bálint, Hofmann Tamás, Horváth Adrienn, Horváth Tamás, Jánoska Ferenc, Kalicz Péter, Király Angéla, Király Gergely, Kovács Gábor, Lakatos Ferenc, László Richárd, Szakálosné Mátyás Katalin, Rétfalvi Tamás, Tuba Katalin, Vityi Andrea, Winkler Dániel

Soproni Egyetem Kiadó, 2020  
Felelős kiadó: Prof. Dr. Fábíán Attila általános rektorhelyettes  
Kézirat lezárva: 2020. november 30.

ISBN 978-963-334-376-0 (on-line verzió)

On-line verzió elérhetősége: [http://emk.uni-sopron.hu/images/dekani\\_hivatal/Kiadvanyok/TudomanyosKozlemenyek2020.pdf](http://emk.uni-sopron.hu/images/dekani_hivatal/Kiadvanyok/TudomanyosKozlemenyek2020.pdf)

Szerkesztette: Facskó Ferenc  
Király Gergely

Ajánlott hivatkozás:

FACSKÓ F.– KIRÁLY G. (szerk.) (2020): Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar. Tudományos közlemények. Soproni Egyetem Kiadó, Sopron.

## Tartalomjegyzék

|  |     |
|--|-----|
| Előszó.....  | 5   |
| Ács Norbert, Czímber Kornél: Webes földmérési alappontsűrítést végző alkalmazás .....  | 6   |
| Báder Mátyás, Németh Róbert: Rostirányban tömörített faanyag zsugorodásának és dagadásának csökkentése .....   | 13  |
| Balázs Pál, Király Géza, Nagy Dezső, Konkoly-Gyuró Éva: Az első katonai felmérés tartalmi ellenőrzése egy felső-rába-völgyi példán keresztül .....   | 19  |
| Balázs Pál, Berki Imre, Konkoly-Gyuró Éva: Tájváltozással kapcsolatos kutatások a hazai és nemzetközi szakirodalomban .....  | 26  |
| Barta Edit, Bakki-Nagy Imre Sándor: Vasúti felsővezeték elektromos terének mérése és számítása ...   | 33  |
| Brolly Gábor, Bazsó Tamás: Oktatási fejlesztések az okleveles erdőmérnök szak Földmérés tantárgy gyakorlatain .....  | 40  |
| Brolly Gábor, Király Géza: Földi lézerszkennelt pontthalmazok tájékozására alkalmas szoftverek összehasonlítása erdei fák térképezése szempontjából.....   | 45  |
| Czímber Kornél, Burai Péter, Román András: Légi lézeres és hiperspektrális faállomány-felmérés első eredményei.....  | 51  |
| Czupy Imre, Mészáros Imre, Vágvölgyi Andrea: A soproni szennyvíztisztító telep biogázüzemre vetített energiamérlege.....   | 61  |
| Csáki Péter, Czímber Kornél, Király Géza, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán: Erdőállományok vízháztartásának vizsgálata az Alföldön, leskálázott párolgástérképek segítségével ..... | 69  |
| Csanády Viktória: Vízszennyezési adatok modell vizsgálata .....  | 74  |
| Deák István György, Horváth Sándor: Pamo Mangala farm (Észak-Zambia) vadállományának állapota .....  | 81  |
| Elekne Fodor Veronika, Biró Barbara, Horváth Adrienn, Polgár András : A közlekedés környezeti hatásainak lehetséges monitorozása az M85 gyorsforgalmi út tükrében.....   | 85  |
| Fülöp Viktor Géza, Horváth Sándor: A tűzifa, az energetikai célú erdei apríték, valamint az ipari fakitermelési és piaci változásai 2007 és 2018 között .....  | 91  |
| Gálos Borbála, Kiss Márton: Meteorológiai mérések a Soproni-hegységben.....  | 97  |
| Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter: Párolgás okozta napi ingadozás és annak információtartalma (módszerek az evapotranszpiráció számítására).....   | 105 |
| Gribovszki Zoltán: Vízpótlások erdőterületen, elmélet és esettanulmányok .....   | 112 |
| Herceg András, Kalicz Péter, Primusz Péter, Gribovszki Zoltán: Az éghajlatváltozás hatása az útpályaszerkezetre .....  | 119 |
| Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente: Bükk ( <i>Fagus sylvatica</i> L.) faanyag polifenol készletének folyadékkromatográfiás/tömegspektrometriás vizsgálata .....                                 | 127 |
| Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente : Bükk ( <i>Fagus sylvatica</i> L.) levél antioxidáns kapacitásának és polifenol készletének vizsgálata.....   | 132 |
| Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente: Tölgyfajok levél-antioxidáns tartalmának összehasonlító vizsgálata .....  | 137 |
| Horváth Attila László, Szakálosné Mátyás Katalin: A harveszteres fakitermelés teljesítményének javítási lehetőségei szimulátor segítségével .....  | 142 |
| Horváth Attila László, Szakálosné Mátyás Katalin: A harveszteres gépkezelők szimulátoros képzésének hatása a munka gazdaságosságára .....  | 149 |
| Horváth Attila László, Major Tamás, Szakálosné Mátyás Katalin: Harveszteres fakitermelési módszerek termelékenységeinek összehasonlítása .....   | 156 |
| Horváth Bíbor Júlia, Németh Róbert, Báder Mátyás: A rostirányban tömörített faanyag zsugorodás-dagadásának vizsgálata.....   | 163 |
| Kapocsi Gergely, Horváth Sándor, László Richárd: N agyvadállomány vagyon-kezelésének elemzése az Országos Vadgazdálkodási Adatbázis állománybecslési és elejtési adatainak tükrében .....                        | 170 |
| Katona Csaba, Bazsó Tamás, Péterfalvi József, Primusz Péter: BLK360 lézerszkennő alkalmazása vonalas létesítmények felmérésére: jelek és távolságok.....   | 177 |
| Kovács Gábor, Heilig Dávid, Heil Bálint: Fás szárú energetikai ületvények technológiáját és ökonómiáját befolyásoló tényezők a gyakorlatban.....   | 187 |

|  |     |
|--|-----|
| Kovács Klaudia, Vityi Andrea, Horváth Attila László: Agroerdészeti erdei köztes termesztésű rendszerek technológiája.....  | 195 |
| Major Tamás, Pintér Tamás, Szakálosné Mátyás Katalin: Gyökérsarj eredetű akác állományok összehasonlító vizsgálata a SEFAG Erdészeti és Faipari Zrt. területén.....  | 200 |
| Major Tamás, Horváth Attila, Virág Vivien: Harveszteres gépi faanyagfelvételezés összehasonlító vizsgálata.....  | 205 |
| Marcisin Tamás, Király Gergely: Az állomány záródása és az újulatszám összefüggéseinek vizsgálata nyírségi vörös tölgyesekben .....  | 210 |
| Németh Zsolt István, Kiss Péter Áron, Rákosa Rita: Faanyagok FT-IR spektrum alapú osztályozása kemometriás módszerekkel .....  | 217 |
| Nevezi Csenge, Bazsó Tamás, Csáki Péter, Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita: Hidrológiai és botanikai folyamatok összefüggéseinek vizsgálata egy patakmenti erdőállomány és nedves rét területén..... | 221 |
| Novák Dominik, Németh Róbert, Báder Mátyás: A jövő faimpregnáló polimerje. A tejsav tömörfában történő felhasználásának áttekintése .....  | 227 |
| Papp Viktória, Szalay Dóra: Pirolízis korom és faanyag keverék pelletek energetikai és mechanikai vizsgálata.....  | 232 |
| Péterfalvi József, Primusz Péter: Talajstabilizációk szerepe az erdészeti útépítésben .....  | 237 |
| Polgár András, Jagodics Nóra, Horváth Adrienn, Elekné Fodor Veronika: Szántóföldi növénytermesztés környezeti hatásai .....  | 247 |
| Polgár András, Antal Mária Réka: Faipari élzárési típusok környezeti hatásainak vizsgálata.....  | 254 |
| Rákosa Rita, Pásztory Zoltán, Börcsök Zoltán, Németh Zsolt István: IR spektrometria a faanyag hőkezelésének monitorozására .....   | 263 |
| Rákosa Rita, Szegleti Csongor, Németh Zsolt István: Műanyag hulladékok osztályozása FT-IR spektrumok alapján.....  | 268 |
| Szakálosné Mátyás Katalin, Fekete György, Horváth Attila László: Lovak alkalmazása és jövője a hazai fahasználatokban .....  | 273 |
| Szakálosné Mátyás Katalin, Gimesi Kristóf Szilárd, Major Tamás, Horváth Attila László: Kötélpályás közelítés vizsgálata a soproni hegyvidéken .....  | 278 |
| Szakálosné Mátyás Katalin, Sudár Ferenc János, Horváth Attila László: A többműveletes fakitermelő gépek kíméletességének fokozása harveszter szimulátor segítségével.....  | 284 |
| Szöke Előd, Csáki Péter, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán: Hidrológiai vizsgálatok egy fás legelőn.....   | 291 |
| Tari Tamás, Sándor Gyula, Náhlik András: A vaddisznó lakott-területi megjelenésének jellemzői kérdőíves felmérés eredményeinek tükrében.....   | 298 |
| Tóth Mihály Zoltán, Németh Róbert, Báder Mátyás: Fahegesztés vízgőz és nyomás segítségével.....  | 305 |
| Vadkerti Tóth Balázs, Németh Róbert, Báder Mátyás: Fahajlítás anatómiája – Áttekintés.....   | 311 |
| Vágvölgyi Andrea, Szalay Dóra: Stratégiai elemzőmódszer alkalmazása az energetikai célú fás szárú ültetvények vizsgálatára.....  | 318 |
| Vágvölgyi Andrea, Mészáros Imre, Czupy Imre: Szennyvíziszap komposztálás anyagmérlegére irányuló vizsgálatok .....   | 325 |
| Vágvölgyi Andrea, Szigeti Nóra, Czupy Imre, Beszédes Sándor, Szalay Dóra: Fás szárú ültetvények technológiai és ökológiai szempontú siker-kudarcc tényezőinek vizsgálata.....  | 329 |
| Vajda József, Horváth Sándor: A COVID-19 hatása az amerikai agrártámogatási rendszerre.....  | 336 |
| Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente, Hofmann Tamás: A fakéreg antioxidáns tulajdonságainak kiértékelése .....   | 342 |
| Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente, Bocz Balázs, Bocz Dániel, Hofmann Tamás: Tobozok antioxidáns tulajdonságainak vizsgálata .....   | 348 |
| Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter, Szöke Előd, Varga Jenő, Csáki Péter: Agrárerdészeti rendszer talajnedvességének vizsgálata fertődi mintaterületen.....  | 354 |

# SZÁNTÓFÖLDI NÖVÉNYTERMESZTÉS KÖRNYEZETI HATÁSAI

POLGÁR ANDRÁS, JAGODICS NÓRA, HORVÁTH ADRIENN, ELEKNÉ FODOR VERONIKA  
Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Földtudományi Intézet  
polgar.andras@uni-sopron.hu

## *Bevezetés*

A mezőgazdasági tevékenység az egyik legfontosabb és legősibb folyamat az emberiség történelme során, mivel nélkülözhetetlen a fennmaradásunkhoz (DOMOKOS et al. 2012). Az egyre növekvő társadalomban azonban komoly kihívást jelent a népesség ellátása olyan módon, hogy ne zsigereljük ki a rendelkezésre álló természeti adottságokat. A jelent és a jövőt tekintve az egyik legnagyobb feladat, hogy a mezőgazdasági műveletek fenntartható körülmények között menjenek végbe, hogy a jövő nemzedékei is ki tudják elégíteni ezen igényeiket (MATTSON et al. 2000).

Magyarország területének mintegy felén, kb. 4,5 millió hektáron folyik szántóföldi növénytermesztés. A tartós versenyképesség egyik alappillére a mezőgazdaságban a környezeti egyensúly fenntartása, a klímaváltozásból adódó anomáliák okozta károk csökkentése (NAGY 2019). A szántóföldi növénytermesztés hozamaira – részben időjárás, részben talajminőség, részben technológiai okok, valamint az alacsony öntözési kapacitás miatt – hazánkban jellemző az indokoltnál nagyobb ingadozás. A főbb növények hozamai a két-három évtizeddel ezelőtti szint közelében állnak (OTP 2017).

NAGY (2018) szerint a jövő mezőgazdaságát a klímaválság, az élelmiszerek iránti egyre növekvő kereslet, a digitalizáció, a precíziós gazdálkodás, a robotok elterjedése jellemzi majd. 2050-re hetven százalékkal több élelmiszerre lesz szükség a világon, miközben a klímaválság miatt harminc százalékkal kevesebb termőföld és negyven százalékkal kevesebb ivóvíz áll majd rendelkezésre (NAGY 2018). Ezeknek a kihívásoknak csak a tudomány segítségével leszünk képesek megfelelni.

Több szerző felhívja azonban arra a figyelmet, hogy a biomassza szántóföldi előállításának csak akkor lehet létjogosultsága, ha olyan technológiákat alkalmazunk, amelyek környezeti és fenntarthatósági szempontból egyaránt megfelelnek az elvárásoknak. DINYA (2018) a szakmai szempontokat előtérbe helyező, tágabb rendszerbe illeszkedő, hosszú távú és termékpályákban gondolkodó döntéshozatal fontosságát hangsúlyozza a helyi és országos szintű döntések során egyaránt.

A fentiekből következik, hogy a mezőgazdaság területén is rendkívül fontos a fenntartható fejlődés jegyében történő gondolkodás és cselekvés. A mezőgazdasági növénytermesztés során tehát lényeges megvizsgálni, hogy az milyen hatással van a környezeti elemekre, valamint a tájképre (MATTSON et al. 2000). Kutatásunkban a célul tűztük ki a jelentős környezeti tényezők és környezeti hatások átfogó bemutatását.

## *Anyag és módszer*

Tanulmányunkban hazai és nemzetközi tanulmányok és dokumentumok elemzésével mutatjuk be a szántóföldi növénytermesztés során jelentkező potenciális környezeti tényezőket és hatásokat. A környezeti hatások komplex és átfogó értékelésére szolgáló módszerként bemutatjuk a környezeti életciklus-elemzés alkalmazását a témakörben.

## *Eredmények*

A növénytermesztés környezeti hatásainak vizsgálatához először ismernünk kell, hogy a termeléshez milyen erőforrásokra van szükség. Ezek a felhasznált források a termőtalaj (talaj), a nedvesség (víz), a hő, fény, CO<sub>2</sub> (levegő), valamint az élővilág (SZABÓ 1996). Ezeken túl figyelembe kell venni a tájat, amely a mezőgazdasági tevékenység hatására jelentősen megváltozhat. A növények szükségletein kívül a technológiai folyamatokat, a munkagépeket is figyelembe kell vennünk, mint jelentős hatótényezőket.

A környezeti elemek állapotában bekövetkező negatív változások különösen a helytelen művelés és erőforrás-felhasználás következtében lehetnek nagymértékűek, ezért a helyes technológiák és anyaghasználat megválasztása kulcsfontosságú (SZABÓ 1996). Az alábbiakban a mezőgazdasági növénytermesztés fontosabb környezeti hatásait mutatjuk be JAGODICS (2019) nyomán az egyes környezeti elemekre lebontva.

### *Levegőminőségre gyakorolt hatás*

A mezőgazdasági növénytermesztés során a levegőkörnyezet minőségét főként a különböző üvegházhatású gázok, a többlet nitrogén, valamint a porszennyezés befolyásolhatja. A kibocsátott szén-dioxid mennyiség leginkább a mezőgazdasági gépekkel történő munkavégzés eredménye, melyek a CO<sub>2</sub>-n kívül a különböző NO<sub>x</sub> vegyületek emissziójáért is felelősek.

A levegőbe többlet nitrogén a műtrágyagyártás, illetve felhasználás során juthat. A gyártás tekintetében jelentős a N<sub>2</sub>O, valamint a NO<sub>x</sub> kibocsátás, a felhasználás során pedig az ammónia és a N<sub>2</sub>O-t termelés. Ezen vegyületek közül a dinitrogén-oxid üvegházhatású (ÜHG) gáz, az ammónia és a különböző nitrogén-oxidok pedig savas esőt, savas ülepedést idézhetnek elő. Fontos megemlíteni azonban, hogy a nitrogén vegyületek nem csak a műtrágya használatkor, hanem az állati eredetű trágya és a zöldtrágya alkalmazása során is kerülnek a légkörbe (SZABÓ 2010). Emiatt lényeges, hogy bármiféle trágyázás a növénytermesztés során ésszerű keretek között történjen.

A porszennyezés különösen akkor lehet jelentős, amikor száraz időszakban történik a gépi munkavégzés, illetve amikor a talajok növényvel nem fedettek. Az erős szél fokozhatja a defláció mértékét. A levegőbe kerülő por, valamint a műtrágya és növényvédőszer maradványok jelentős mértékben ronthatják a levegő minőségét (SZABÓ 1996).

### *Vízminőségre gyakorolt hatás*

A felszíni és felszín alatti vizeinket tekintve egyaránt a műtrágya és a növényvédő szerek használata jelenti a legnagyobb problémát a vízminőség romlását illetően. Főként a nitrogén- és foszforműtrágyák alkalmazása okoz gondot a vizek szempontjából. Ezek az anyagok kimosódnak a talajból, átalakulva a felszíni vagy felszín alatti vizekbe jutva azok elszennyeződését okozhatják. A nitrogén alapú műtrágyák a vizeink nitrátosodásáért felelősek. Az ivóvízben a határérték feletti koncentrációban jelenlévő nitrát pedig nitritionná alakulva súlyos egészségügyi problémákat okozhat, főként a csecsemők esetében. Magyarországon a talajvizekben kimutatható nitrát legnagyobb mennyiségben a műtrágyahasználat következtében kerül oda, ezt követi a szerves trágya felhasználásból, a nitrogénülepedésből, majd lakossági tevékenység következtében kibocsátott nitrát. Azonban a műtrágyából a vizekbe kerülő mennyiség meghaladja a többi forrás által összesen kibocsátott nitrát mennyiséget (SZABÓ 1996).

A foszfor alapú műtrágyák elsősorban nem humán-egészségügyi szempontból okoznak problémát, hanem az állóvizekbe kerülve azok eutrofizációját idézi elő, illetve gyorsítja fel (KRISTÓ 2014). Ez a tavak és környezetük élővilága szempontjából igen negatív következményekkel jár.

A tóban lévő oldott oxigén koncentráció folyamatosan csökken a növényzet túlszaporodása miatt, a vízi állatok így nem tudnak tovább életben maradni a kevés oxigén miatt. Végül a tó teljes megszűnése következik be, ami a tóhoz kapcsolódó szárazföldi fajokra is negatív hatással lesz. Ezen szennyezések megelőzhetők a megfelelő körültekintéssel és szakértelemmel alkalmazott műtrágyázással, ahol figyelembe veszik a műtrágyázás irányelveit (DOMOKOS et al. 2012).

#### *A növénytermesztés és a talaj állapota*

A növénytermesztés talajra gyakorolt hatásai több szempont alapján is jellemezhetők, ezek a következők: a talaj szerves anyag tartalmának alakulása, a talajerózió, a talaj szerkezete, a tápanyagok egyensúlya, a talaj kémhatása, és a nehézfém szennyezés (MATTSON et al. 2000).

Az intenzív növénytermesztés egyik negatív hatása lehet, hogy a talaj szerves anyag tartalma jelentősen csökken, így a terméshozam előbb-utóbb elmaradna a várt mennyiségtől. Emiatt kezdték alkalmazni a különféle műtrágyákat. Ezek az anyagok azonban nem csak a talajba bevinni kívánt tápanyagot tartalmazzák, hanem különféle adalékanyagokat is, többek között nehézfémeket, például a foszfor műtrágyák esetében kadmiumot, ami egy toxikus jól akkumulálódó anyag (SZABÓ 1996). A kadmiumot a növények savas közegben, savanyú talajon könnyebben képesek felvenni, emiatt Magyarországon körültekintően kell alkalmazni a kadmiumot tartalmazó műtrágyákat, mivel az ország művelés alatt álló talajainak körülbelül fele savanyú kémhatású (URL 1).

A talajok kémhatására is negatív hatással lehetnek a különböző trágyák, ahogy fentebb említettük, a savas esők, és a savas ülepedés kialakulása miatt egyaránt. Ez azt eredményezheti, hogy a különféle növények nem tudják felvenni a nekik szükséges tápanyagokat, míg más káros anyagokat könnyebben felvesznek, amik végül bekerülnek az emberi szervezetbe.

A mezőgazdasági gépek alkalmazása a talajszerkezet romlását okozhatja, a tömörödés pedig fokozza a talajerózió veszélyét. A termőréteg lemosásán túl a különféle növényvédőszer-maradékok is lemosódhatnak, vagy a szél által bekerülhetnek ily módon a vizekbe (SZABÓ 1996).

#### *Tájképre gyakorolt hatás*

A növénytermesztés és a tájkép szoros kapcsolatot alkot. A tájban bekövetkező változás nagy hatással van a növénytermesztésre, ahogy a növénytermesztés módjának, méretének és egyéb tényezőinek változása is jelentősen átalakíthatja a tájat. Amennyiben olyan helyen kezdenek bele szántóföldi növénytermesztésbe, ahol az tájidegen, ott jelentősen átalakíthatja a tájat a tevékenység, feltehetően negatív irányba. Fordított esetben viszont, ha egy mezőgazdasági területen felhagynak a növénytermesztéssel és nincs megfelelő rekultiváció, az szintén tájképi romlást idézhet elő, tehát ebben az esetben a felhagyás előtti állapotot tekintve a szántóföldi növények pozitívan hatottak a tájképre (BIRKÁS 2006).

Az adott termőföld használatát mindig annak természeti adottságai határozzák meg. Néhány helyen a mezőgazdasági termelés megszűnik, például tájvédelmi szempontok miatt, máshol azonban épp az adott terület termelési tájjellegét erősíti meg a szántóföldi tevékenység (NYÍRI 1993).

#### *Az élővilágra gyakorolt hatás*

A mezőgazdaság és a környezet szoros kapcsolatának hatásai a biodiverzitást vizsgálva is megmutatkoznak. A növénytermesztésnek lehetnek pozitív és negatív hatásai is az élővilág szempontjából. Az ökológiai adottságokhoz alkalmazkodó gazdálkodás elősegítheti a biodiverzitás növekedését, a környezet egyensúlyának fenntartását, ám az iparszerű, kizsigerelő gazdálkodás egyértelműen a fajok sokszínűségét csökkenti (ÁNGYÁN - MENYHÉRT 2004).

Az állat- és növényvilágra jelentős hatást gyakorolnak a munkagépekkel végzett folyamatok, valamint a túlzott növényvédőszer- és műtrágyahasználat. A különböző fajok alkalmazkodóké-



pességét a növénytermesztés hatásai közvetlenül vagy közvetve is befolyásolhatják. A közvetlen befolyásolás alatt a különböző – a fajok számára zavaró hatású – technológiai folyamatokat értjük, míg a közvetett hatás a fajok számára elérhető táplálék mennyisége miatt következik be (MCLAUGHLIN - MINEAU 1995).

További jelentős hatás a biodiverzitásra nézve, hogy a növekvő népesség ellátásához egyre több területet kell bevonni mezőgazdasági művelés alá, ami jelentősen csökkenti az állat- és növényfajok életterét. Ez a kedvezőtlen hatás elsőként a nagytestű állatokat érinti. A művelés alá vont területeken a monokultúrák elterjedése a leginkább jellemző, ami a biológia sokféleségre egyértelműen negatív hatással van. A fentiekben túl a túlzott peszticid használat főként a rovarokat érinti negatívan. A növényt károsító rovarokkal együtt a hasznos rovarok pusztulása is jelentős mértékű. Egyes fajok esetleges eltűnése pedig hatással van az adott fajhoz a táplálékláncon keresztül kapcsolódó összes többi fajra is. A talajművelés folyamatát tekintve elmondható, hogy az célzottan a növények fajszerkezetének csökkentésére irányul, nyilvánvalóan egy adott táblában egyféle növény termesztése a cél. A növények változatosságának csökkenésével a növényevők diverzitása is csökkenni fog. A talajművelési munkálatok továbbá a földön fészkelő madarakra nézve is veszélyt jelentenek, mivel megzavarhatják a költési időszakot (ÁNGYÁN - MENYHÉRT 2004).

Végül megemlítenéd még az invazív fajok elszaporodásának veszélye, amelyek a vetőmaggal kerülhetnek a talajba és egyre nagyobb területet szennyezhetnek be a talajművelési munkálatok során.

### *Következtetések*

Az életciklus-elemzés (LCA) módszere alkalmazható a mezőgazdasági növénytermesztés környezeti hatásainak becslésére is. Az elemzés során az adott növény termesztésének technológiai lépéseinél az input és output oldali anyagokat és energiákat vizsgálva lehetőség van meghatározni a teljes növénytermesztési folyamat környezeti hatásait. A témában számos külföldi és magyar kutatás készült, ezek közül ismertetünk néhányat az alábbiakban.

SCHMIDT (2008) tanulmányában az életciklus-elemzés rendszerhatárait vizsgálja. A mezőgazdasági témában készült LCA kutatások általában mind helyi jellegűek, csak az adott vizsgálati területen elemzik a környezeti hatásokat, a vizsgált folyamat távolabbra kiterjedő hatásait már nem vizsgálják. Az ő kutatása Dániában adott területen lévő búzatermesztési folyamatra terjed ki, amely hatásait következményes életciklus-elemzéssel vizsgálja, tehát nemcsak a növénytermesztés folyamatait, hanem az általa okozott egyéb folyamatokat is elemzi. A cikkben arra is rávilágít, hogy az egyes műveleteknél mennyire fontos a rendelkezésre álló mezőgazdasági módszerek közül a legideálisabbat választani, mivel a különböző technológiák között igen nagy lehet az eltérés a környezetre gyakorolt hatások szempontjából.

BRENTROP et al. (2000), valamint PETERS et al. (2003) olyan módszereket kutattak, amelyekkel a mezőgazdasági életciklus-elemzés módszere specifikusabbá válhat. Az előbbi tanulmányban a növénytermesztés során a környezetbe kerülő nitrogén mennyiségének pontosabb meghatározására dolgoztak ki vizsgálati módszert, mivel úgy vélik, hogy a hagyományos szántóföldi életciklus-elemzés használata során a nitrogén emisszióra kevésbé térnek ki a tanulmányok. A második említett kutatásban pedig olyan eljárást igyekeztek kialakítani, amivel a vizsgálatok univerzálisabbá válhatnak. Úgy vélik, hogy az LCA módszer alkalmazásának a földhasználat során egyik nagy gyengesége, hogy a tanulmányt készítőket tetszőleges hatás indikátorokra vizsgálva adják meg az eredményeket. Ezért meghatároztak 17 univerzális indikátort, majd indikátor pontszámokat, amelyek alapján a vizsgálatok eredménye valóságosan tükrözi a környezeti hatásokat. Ez a módszer valamennyi éghajlati övben alkalmazhatónak bizonyult.

MATTSSON et al. (2000) tanulmányukban három növény környezeti hatásait vizsgálták, a világ különböző pontjain. Brazíliában a szójabab, Svédországban a repce, Malajziában pedig az olajpálma termesztés életciklus-elemzését készítették el. 7 indikátorra gyakorolt hatás alapján mutatták be eredményeiket, melyek alapján kiderül, hogy a növényi olajokat tekintve a szójaolajnak sokkal nagyobbak a negatív környezeti hatásai, mint a repceolajnak. Az olajpálma esetében a tanulmány kevésbé részletezi a kapott eredményeket, de azt egyértelműsíti, hogy az ültetvények egyre több területet foglalnak el, ami sokszor az esőerdők pusztításával jár.

A hazai kutatások közül megemlítendő POLGÁR et al. (2014) és POLGÁR et al. (2019) tanulmánya, melyben különböző szántóföldi növénytermesztési technológiák életciklus-elemzését készítették el. Az általuk vizsgált növénytermesztési technológiák: kukorica (elővetemény: őszi búza), őszi búza 1. (elővetemény: káposztarepce) és az őszi búza 2. (elővetemény: kukorica). A karbonlábnyom alapján történő elemzésükkel a következő eredményeket kapták, növekvő sorrendben: őszi búza 2. (elővetemény: kukorica) – őszi búza 1. (elővetemény: káposztarepce) – kukorica (elővetemény: őszi búza). Ezen kívül a növénytermesztési technológiákat besorolták környezeti kockázatuk szerinti osztályokba.

A fenti kutatások alapján is látható, hogy a szántóföldi növénytermesztés technológiáinak életciklus-szemléletű vizsgálata igen hasznos eredményeket szolgáltat a környezet és a gazdaság szempontjából is.

### *Összefoglalás, kitekintés*

A környezeti hatások elemzésére az életciklus-elemzés (LCA) lehet alkalmas, amely valamennyi biomasz-előállítás és -felhasználás módszerre vonatkozóan pontos becslést ad a károsanyag-kibocsátásra, valamint az energiamérlegre vonatkozóan (HELLER et al. 2003). HAYASHI et al. (2007) a mezőgazdasági termelési rendszer sematikus folyamatait vizsgálták életciklus szemléletben, amely során kiemelték, hogy az elsődleges folyamatok mellett a háttér-folyamatok környezeti hatásai is számba veendőek.

Mivel az egyik legnagyobb üzemanyag felhasználással járó művelet a vizsgált technológiák esetében a talaj mélyszántása, ezért az említett műveleti lépés alternatív megoldásokkal való helyettesítése kulcsfontosságú. A 'no-till' technológiát az USA-ban már több évtizede alkalmazzák országszerte. Lényege, hogy a növénytermesztés folyamata a talaj szántása nélkül zajlik, így a felső talajrétegben felhalmozódó humuszréteg jobb terméshozamot eredményez, és jelentősen csökkenti a talajművelésből származó környezeti hatásokat. A talaj fizikai bolygatását igyekeznek elkerülni a módszer alkalmazása során, így a területen a gyomok eltüntetésére leginkább takarónövények telepítésével történik, illetve néhány szélsőséges esetben gyomirtószereket alkalmaznak. A technológia során azonban igyekeznek minimalizálni a vegyszerek használatát is. A takarónövényeket a vetés előtt ledarálják és közvetlenül a mulcsba vetik el a haszonnövényeket. Általában 10-15 év elteltével a talajok így módon biztosítani tudják a növények számára a megfelelő tápanyagmennyiséget, de amíg ez ki nem alakul szükséges trágyázni a területet. Ez a technológia sajnos hazánkban még nem elterjedt, pedig az intenzív fizikai beavatkozások miatt egyre rosszabb minőségű talajoknál több szempontból is kifizetődő lenne a külföldön már jól működő technológia alkalmazása (PAULIK 2019).

*Köszönetnyilvánítás:* Jelen publikáció az „EFOP-3.6.1-16-2016-00018 – A felsőoktatási rendszer K+F+I szerepvállalásának növelése intelligens szakosodás által Sopronban és Szombathelyen” című projekt támogatásával valósult meg.

### *Irodalomjegyzék*

ÁNGYÁN J. - MENYHÉRT Z. (2004): Alkalmazkodó növénytermesztés, környezet- és tájgazdálkodás. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest

- BIRKÁS M. (2006): Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- BRENTROP F. - KÜSTERS J. - LAMMEL J. - KUHLMANN H. (2000): Methods to estimate on-field nitrogen emissions from crop production as an input to LCA studies in the agricultural sector. In: The Int. J. LCA, 5:349, <https://doi.org/10.1007/BF02978670>
- DINYA L. (2018): Biomassza-alapú energiahasonosítás: a múlt és a jövő. Magyar Tudomány 179(2018)8, 1184–1196. DOI: <https://doi.org/10.1556/2065.179.2018.8.8>
- DOMOKOS E. - NÉMETHY S. - KÁRPÁTI Á. (2012): Mezőgazdaság környezeti hatásai, Pannon Egyetem, Digitális Tankönyvtár
- HAYASHI ET AL. (2007): Life Cycle Assessment of Agricultural Production Systems: Current Issues and Future Perspectives. National Agricultural Research Center 3-1-1 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8666, Japan Agroscope FAL Reckenholz Swiss Research Station for Agroecology and Agriculture Reckenholzstr. 191 CH-8046 Zurich, Switzerland, 2007-05-16., URL: <http://www.ag-net.org/library/bc/>
- HELLER ET AL. (2003): Life cycle assessment of a willow bioenergy cropping system. Biomass and Bioenergy 25(2): 147-165. [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(02\)00190-3](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(02)00190-3)
- JAGODICS N. (2019): Szántóföldi növénytermesztés vizsgálata környezeti életciklus-elemzéssel. Diplomamunka. Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar Környezet és Földtudományi Intézet, Sopron, 92 p.
- KRISTÓ I. (2013): A növénytermesztés és növényvédelem. In: TÁMOP-4.1.1.C- 12/1/KONV-2012-0014: Élelmiszerbiztonság és gasztronómia vonatkozású egyetemi együttműködés, DE-SZTE-EKF-NYME azonosító számú projekt, Szegedi Tudományegyetem, Mezőgazdasági Kar, Hódmezővásárhely, 58-72.
- MATTSON B. - CEDERBERG C. - BLIX L. (2000): Agricultural land use in life cycle assessment (LCA): case studies of three vegetable oil crops. In: Journal of Cleaner Production, 8, 283-292.
- MCLAUGHLIN A. - MINEAU P. (1995): The impact of agricultural practices on biodiversity. In: Agriculture, Ecosystem & Environment, 55:3, 201-212.
- NAGY I. (2018): Korszakváltás előtt áll a magyar mezőgazdaság. 2018. szeptember 5., URL: <http://drnagyistvan.hu/2018/09/05/nagy-istvan-korszakvaltas-elott-all-a-magyar-mezogazdasag/>
- NAGY I. (2019): Nagy István agrárminiszter: ki kell törni az alapanyag-termelő szerepből! Magyar Mezőgazdaság 2019/1. 2019. január 2., URL: <https://magyarmezogazdasag.hu/2019/01/02/nagy-istvan-agrarminiszter-ki-kell-torni-az-alapanyag-termelo-szerepbol>
- NYIRI L. (szerk.) (1993): Földműveléstan. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- OTP (2017): OTP Agrár. Javaslat a magyar agrárgazdaság középtávú stratégiájára. OTP Nyrt. Agrár-ágazati Igazgatósága, Budapest, 60 p.
- PAULIK K. (2019): A talajmegújító mezőgazdaság gondolkodó embert kíván. In: Innotéka – Tudomány, Innováció, Zöldkörnyezet, 2019. január 7., [https://www.innoteka.hu/cikk/a\\_talajmegujito\\_mezogazdasag\\_gondolkodo\\_embert\\_kivan.1851.html](https://www.innoteka.hu/cikk/a_talajmegujito_mezogazdasag_gondolkodo_embert_kivan.1851.html)
- PETERS J. - GARCÍA QUIJANO J. - CONTENT T. - VAN WYK G. - HOLDEN N. M. - WARD S. M. - MUYS B. (2003): A new land use impact assessment method for LCA: theoretical fundamentals and field validation. In: DIAS report: Life Cycle Assessment in the Agri-food sector, Danish Institute of Agricultural Sciences, Bygholm, Denmark, 143-156.
- POLGÁR A. - PÉCSINGER J. - ELEKNÉ FODOR V. - PINTÉRNÉ NAGY E. (2014): Szántóföldi növénytermesztési technológiák vizsgálata életciklus szemléletben. In: A klímaváltozás helyi és regionális kihívásai, zöld technológiák, Konferencia-kiadvány, Nyugat-Magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar, Sopron: 89-99.
- POLGÁR, A. - KOVÁCS, Z. - ELEKNÉ FODOR, V. - BIDLÓ, A. (2019): Environmental Life-Cycle Assessment of Arable Crop Production Technologies Compared to Different Harvesting Work Systems in Short Rotation Energy Plantations. Acta Silvatica et Lignaria Hungarica (an International Journal in Forest, Wood and Environmental Sciences issued by the Forestry Commission of the Hungarian Academy of Sciences). HU ISSN 1786-691X (Print), HU ISSN 1787-064X (Online), DOI: <https://doi.org/10.2478/aslh-2019-0005> Open access. Acta Silv. Lign. Hung., Vol. 15, Nr. 2 (2019) 55-68.
- SCHMIDT J. H. (2008): System delimitation in agricultural consequential LCA. Outline of methodology and illustrative case study of wheat in Denmark. In: The International Journal of Life Cycle Assessment, 13:350, <https://doi.org/10.1007/s11367-008-0016-x>

- SZABÓ L. (1996): A növénytermesztés környezeti vonatkozásai In: Thyll Sz. (szerk.) Környezetgazdálkodás a mezőgazdaságban. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 225-255.
- SZABÓ Z. (2010): A növénytermesztés környezeti hatásainak értékelése, különös tekintettel a biodiverzításra. Egy intenzív- és egy ökogazdaság externális hatásai. Ph.D. értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Gazdálkodástani Doktori Iskola, Budapest
- URL 1.: <https://vegianyag.kormany.hu/kadmium-strategia>, Letöltés dátuma: 2019.09.10.