

ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS



VOLUME 61.

NUMBER 1.

**Mosonmagyaróvár
2020**



**SZÉCHENYI
EGYETEM**
UNIVERSITY OF GYŐR



ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS



Mosonmagyaróvár

VOLUME 61.

NUMBER 1.

2020

SZÉCHENYI ISTVÁN UNIVERSITY
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Mosonmagyaróvár
Hungary

SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

Közleményei

Volume 61. Number 1.

Mosonmagyaróvár

2020

Editorial Board/Szerkesztőbizottság

Bali Papp Ágnes Jolán PhD	Pinke Gyula DSc
Hanczné Dr Lakatos Erika PhD	Reisinger Péter CSc
Hegy Judit PhD	Salamon Lajos CSc
Kovács Attila József PhD	Schmidt János MHAS
Kovácsné Gaál Katalin CSc	Schmidt Rezső CSc
Manninger Sándor CSc	Szalka Éva PhD <i>Editor-in-chief</i>
Molnár Zoltán PhD	Varga László DSc
Nagy Frigyes PhD	Varga-Haszonits Zoltán DSc
Neményi Miklós MHAS	Varga Zoltán PhD
Ördög Vince DSc	

Reviewers of manuscripts/A kéziratok lektorai

Acta Agronomica Óváriensis Vol. 61. No. 1:

Benkó András, Bíró Szabolcs, Egerszegi István, Gombkötő Nóra, Gulyás László, Kalmár Sándor, Kalocsai Renátó, Koltai Judit Petra, Molnár Zoltán, Pecze Zsuzsa, Szakál Pál, Troján Szabolcs, Vanó Imre

Acta Agronomica Óváriensis Vol. 61. No. 1:

Cover design/Borítóterv: Andorka Zsolt © 2000
Competitor-21 Kiadó Kft., Győr

Address of editorial office/A szerkesztőség címe
H-9201 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.



MIKROALGA TÖRZSGYŰJTEMÉNYEK JELENTŐSÉGE ÉS REGIONÁLIS ELHELYEZKEDÉSE

¹MAKRA NÓRA -²BALÁZS ERVIN -³ÖRDÖG VINCE

¹Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Orvosi Mikrobiológiai Intézet,
Budapest

²Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Alkalmazott Genomikai
Osztály, Martonvásár

³Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,
Növénytudományi Tanszék, Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÓ

A termelő ágazatokban egyre fontosabb szemponttá válik a fenntartható működés. A fenntartható mezőgazdaságban különösen jelentős és sokrétű szerep jut a mikroorganizmusoknak, azon belül is a fotoszintetizáló mikroalgáknak. A tudomány egyik fontos feladata a hasznos szervezetek felkutatása és megismerése. Ehhez az alapanyagot a mikrobiális génbankok szolgáltatják. A törzsgyűjtemény történet kezdeteinek felvázolása után összegyűjtöttük a világ algákkal foglalkozó génbankjait a World Federation for Culture Collections (WFCC) adatbázisa alapján. Kiemeltük a legfontosabb régiókat és gyűjteményeket, ahol algákat tartanak fenn. Végül áttekintettük a Mosonmagyaróvár Algal Culture Collection felépítését, és a benne fenntartott törzseken ez idáig publikált kutatások típusait.

BEVEZETÉS

A Földön megjelenő első élőlények egyszerű felépítésű mikroorganizmusok voltak. Az évmilliók során sokat változtak, de a lényeg megmaradt: képesek egyetlen sejtben megvalósítani valamennyi anyagcsere folyamatukat, az élet továbbadását gyorsan és hatékonyan oldják meg, és sokan közülük extrém környezeti hatások között is életben maradnak. Mikroorganizmusok már évmilliókkal ezelőtt, nélkülünk is léteztek a Földön, a mi életünk viszont mára már elképzelhetetlen nélkülük. Ma a fenntartható mezőgazdaság egyik nagyon fontos alappilléret képezik a hasznos mikroorganizmusok, gondoljunk csak a szennyezett talajok bioremediációjára, a mezőgazdasági kórokozó- és kártevő-ellenes vagy a növényi növekedésserkentő hatásukra. A környezeti problémákra a természet általában „kitermeli” a maga megoldásait. A mi feladatunk, hogy ezeket a megoldásokat felismerjük és hatékonyan alkalmazzuk.

A mikroorganizmusok egy különleges, a fotoszintézis képességével rendelkező csoportját algáknak nevezzük. Az algológusok negyed évszázaddal ezelőtt még klorofill-*a*-t tartalmazó, telepes, valódi gyökérre, szárra és levélre nem tagolódó növényeknek tekintették az algákat (Lee 1989). A megfogalmazásba beleértették a cianobaktériumokat is. Ma a cianobaktériumokat a prokariótákhoz soroljuk, amelyek sejtmagot, Golgi apparátust, endoplazmatikus retikulumot, mitokondriumot és szintesteket nem tartalmazó élőlények, míg az eukarióták mindezen sejtalkotókat tartalmazzák (Hoek *et al.* 1998). Manapság az alkalmazott algológia által használt mikroalga fogalom magában foglalja a mikroszkópikus méretű eukarióta algák különböző divízióit és az oxigéntermelő, fotoszintetikus baktériumokat, vagyis a cianobaktériumokat is (Tomaselli 2004).

Jelen áttekintéssel célunk az, hogy a kezdetek felvázolása után rávilágítsunk a mikroalga törzsgyűjtemények génbanki szerepére, az endemikus fajok gyűjtésének és megőrzésének jelentőségére. Táblázatos formában bemutatjuk a legnagyobb internetes törzsgyűjtemény adatbázisban fellelhető összes gyűjteményt, amely részben vagy egészben mikroalgákkal foglalkozik a világon. Végül röviden bemutatjuk Magyarország legjelentősebb mikroalga gyűjteményét, a mosonmagyaróvári algagyűjteményt (Mosonmagyaróvár Algal Culture Collection - MACC).

A KEZDET

Az alkalmazott algológia, vagyis a mikroalga biotechnológia kezdetét 1890-től számítjuk, amikor Beijerinck az akkor használatos mikrobiológiai módszerekkel létrehozta az első baktériummentes (axénikus) *Chlorella* tenyészetet (Beijerinck 1890). A mikroalga biotechnológia az izolált mikroalgák tenyészetét törzstenyészetnek, ill. mikroalga törzsnek nevezi. Törzsek tömeges izolálását és fenntartását algagyűjteményekben Pringsheim az 1910-es években kezdte meg. Több gyűjteményben helyezte el az izolált mikroalga törzseket, pl. Halle/Saale-ban, Berlinben, Prágában, Cambridge-ben és Göttingenben (Mollenhauer 2004). A gyűjtemények köre azóta is egyre bővül, jelentőségük pedig növekszik.

A World Federation for Culture Collections (WFCC) nevű szervezet World Data Centre for Microorganisms Culture Collections Information Worldwide (WDCM CCInfo) adatbázisának 2020. január 6-i adatai szerint a világon összesen 789 ilyen gyűjteményt tartanak számon. Ezek nagy része kisméretű, speciális igényeket kielégítő, míg mások, főleg a nagy, állami gyűjtemények, az ipar és a kutatóintézetek számára szolgáltatnak alapanyagot. A mikroba gyűjtemények zöme nem a legnagyobb biodiverzitással rendelkező országokban található. Európa, annak ellenére, hogy kis méretéből, a trópusoktól való távolságából és a fajok terjedésének gátat szabó geológiai képződményeiből adódóan a többi kontinenshez képest alacsony biodiverzitással bír, a világ gyűjteményeinek 31%-át tudhatja magáénak (247 a 789-ből).

Jelenleg a kutatók a potenciális gazdasági értékkel rendelkező mikroalga fajok széles skáláját kutatják élelmiszerek, kozmetikumok, gyógyszerek, szennyvízkezelési módszerek, daganatellenes és baktériumellenes vegyületek kifejlesztése céljából. Alapvetően két lehetőség áll a biotechnológusok előtt: 1) előnyös tulajdonsággal rendelkező, vad törzsek szelektálása vagy 2) jól ismert törzsek felvérteztése előnyös tulajdonságokkal molekuláris biológiai eljárások alkalmazásával. A genetikailag módosított mikroorganizmusokban komoly kihívást jelent a rekombináns plazmidok stabilizálása (Sieben *et al.* 2016). Az endemikus fajok ezzel szemben evolúciósan stabil termelő rendszerrel rendelkeznek, és a külföldi gyűjteményekből származó törzsekhez képest tökéletesen adaptálódtak a természetsterület klímájához. Így kevesebb befektetett energiát emészt fel a számukra optimális és steril környezet fenntartása.

Azon régiók számára, melyek nem tudnak, vagy nem akarnak a helyi fajok kutatására áldozni, nagy segítséget jelenthet a meglévő gyűjteményekben a törzs leleghelyének minél pontosabb leírása. Ez segítheti a célnak potenciálisan leginkább megfelelő törzsek kiválasztását. Fontos továbbá a törzsgyűjteményben történő fenntartásnál a természetes élőhely fizikai és kémiai jellemzőinek ismerete, hogy az összeállított tápoldat okozta esetleges adaptív változásokat minimalizáljuk. A fagyasztva tárolás (krioprezerváció) egyszerű megoldást jelenthet erre a problémára, de a mikroalgák egészére még nem kidolgozott eljárás, hosszú távú hatásai még nem eléggé ismertek (*Kapoor et al.* 2019).

Az algákkal együtt élő szimbióták hatással lehetnek a produktivitásra (*Silva et al.* 2019). A kutatók még néhány évtizeddel ezelőtt is a természetes környezetéből kiemelt, axenikus körülmények között fenntartott törzsek használatára törekedtek, sőt ez volt az elvárás. Mára azonban már felmerült a kérdés, hogy a mikroalgákkal együtt élő más mikroszervezetek eltávolítása a rendszerből nem okozza-e számos kiváló alkalmazási lehetőség elvesztését? Működő ipari rendszerben, mesterségesen kell majd esetleg megoldani azt, amit a természetes rendszer költséghatékonyan megoldott volna. Fontos lenne tehát, hogy egy mintavételezés után minél több mikroszervezetet azonosítsunk és ezeket, mint összefüggő rendszereket is elemezzük.

ALGAGYŰJTEMÉNYEK VILÁGSZERTE

A világ mikrobiológiai gyűjteményeinek legnagyobb internetes adatbázisa a WDCM, de ez sem teljes, hiszen csak a szervezethez regisztrált gyűjteményekről találhatunk benne adatokat. A weboldalukon (URL 1) lehetőség van keresésre a gyűjtemények között. Az volt a célunk, hogy ebből, a bárki számára könnyedén hozzáférhető adatbázisból az összes olyan gyűjteményt összeszedjük egy táblázatba, melyben a WFCC kimutatása szerint akár egyetlen alगतörzs is fellelhető. A WFCC honlapján az „ALGAE a world catalogue of algal collections” adatbázis linkje (URL 2) többszöri próbálkozásra sem volt elérhető, pedig feltehetően nagyban megkönnyítette volna a világ algabankjainak áttekintését. Sajnos a WDCM CCInfo keresőjében sem volt lehetőség a fenntartott törzsek kategóriái szerint keresni, így egyetlen eszköz maradt: egyenként átnézni mind a 789 gyűjtemény információs adatlapját. Ez alapján készült el az 1., 2. és 3. táblázat, kontinensek szerint csoportosítva a gyűjteményeket.

Összesen 139 algákkal is foglalkozó gyűjteményt találtunk. Ezekben összesen 64520 alगतörzset tartanak nyilván, amelyek között természetesen akadnak átfedések, hiszen vannak szervezetek, melyek más gyűjtemények törzseinek fenntartásával, forgalmazásával is foglalkoznak, de az adatbázis nem alkalmas ezen átfedések tisztázására. A legtöbb algákkal is foglalkozó gyűjtemény Ázsiában található (59), de Európa a maga 53 gyűjteményével sem marad le túlságosan mögötte. Ráadásul a nyilvántartott alगतörzsek számában Európa messze megelőzi a többi kontinentst a maga 34438 törzsével. A legtöbb algákkal is foglalkozó gyűjtemény (12) Oroszországban található, viszont a legtöbb törzset (6995) az Amerikai Egyesült Államokban (U.S.A.) tartják nyilván. A legtöbb alगतörzset nyilvántartó gyűjtemény címén holtversenyben osztozik a kínai CMCC(B) és a portugál ACOI, mindkettő 4000 törzssel. Az amerikai kontinensen 4 országban található algát fenntartó gyűjtemények: a legtöbb Braziliában (7), viszont a legtöbb alga (6995) az Amerikai Egyesült Államokban (U.S.A.). Óceánia térségében két országban találtunk algákkal is foglalkozó gyűjteményeket. Ezek közül mind a gyűjtemények, mind az alगतörzsek számát tekintve Ausztrália kiemelkedő. Afrikában mindösszesen egy szenegáli gyűjtemény büszkélkedik alगतörzsek fenntartásával. Ázsiában 13 országban találtunk algákkal is foglalkozó gyűjteményeket, melyekből a legtöbb Thaiföldön található (11). A legtöbb nyilvántartott alगतörzs azonban Kínában található (5575). Európában 21 országban vannak alga gyűjtemények, a legtöbb Oroszországban (12). Európában a legtöbb alगतörzset Franciaországban tartják nyilván (5877).

1.táblázat: Amerikai, Óceániai és Afrikai algakultúra-gyűjtemények a WFCC adatbázisalapján

Table 1: Algal culture collections of America, Oceania and Africa based on WFCC database

Number	Acronym	WDCM number	Country	Maintaining organization	Preservation methods	Number of algae strains	Availability of strains	Availability of online catalogue	Services
Amerika									
1.	UTEX	WDCM606	U.S.A.	1	6, 7	3061	10, 11, 12	+	15, 16, 17
2.	NCMA	WDCM2	U.S.A.	2+3	ni.	2799	12	+	15, 16, 17, 18
3.	ARC	WDCM1096	U.S.A.	1	6	718	12	+	ni.
4.	LUCC	WDCM1071	U.S.A.	1	6	250	10	-	15, 17
5.	LMS	WDCM530	U.S.A.	4	ni.	165	12	-	ni.
6.	NRRL	WDCM97	U.S.A.	2	7, 8	2	10, 11	+	17, 18
7.	CCMA-UFSCar	WDCM835	Brazília	1+2	6, 7	1620	10, 11, 12	-	16, 17
8.	BCCUSP	WDCM844	Brazília	1	6	215	10, 11	-	ni.
9.	IOUSP	WDCM728	Brazília	1	6	211	10, 12	-	15, 16
10.	LCF-FURG	WDCM1086	Brazília	1	6, 8	41	ni.	-	15, 16, 17
11.	CCMR	WDCM1214	Brazília	ni.	6, 7	40	ni.	-	ni.
12.	BCMD	WDCM1124	Brazília	1	6	35	ni.	-	16, 17
13.	CMAA	WDCM1149	Brazília	2	7	10	ni.	-	ni.
14.	CPCC vagy UTCC	WDCM605	Kanada	1	6, 7	396	11, 12	+	15, 16
15.	NEPCC	WDCM535	Kanada	1	ni.	340	11, 12	-	16, 17
16.	UAMH	WDCM73	Kanada	1	7, 8	4	12	+	15, 16, 17
17.	CCRI	WDCM861	Kanada	1	7, 8	1	12	-	ni.
18.	CM-CNRG	WDCM1006	Mexikó	2	6, 7, 8	20	10, 11	-	15, 17

Mikroalga törzsgyűjtemények jelentősége és regionális elhelyezkedése

19.	IIBM-UNAM	WDCM48	Mexikó	1	6	10	ni.	-	15, 17
20.	CDBB	WDCM500	Mexikó	2	7	5	10, 11, 12	-	15, 16, 17
21.	ITD	WDCM99	Mexikó	2	ni.	5	ni.	-	17
22.	INDRE	WDCM121	Mexikó	2	ni.	1	ni.	-	17
Óceánia									
1.	ANACC	WDCM532	Ausztrália	2	6	1460	10	-	15, 16, 17
2.	MUACC	WDCM598	Ausztrália	1	ni.	250	ni.	-	15, 17
3.	AMMRL	WDCM42	Ausztrália	2	ni.	10	12	-	16, 17
4.	CICCM	WDCM1042	Új-Zéland	5	6, 7	398	12	+	15, 16
Afrika									
1.	MAO	WDCM53	Szenegál	ni.	ni.	10	ni.	-	15, 16, 17

(A) number, (B) acronym, (C) WDCM number, (D) country, (E) maintaining organization: (1) university, (2) government, (2r) semi-government, (3) private, (4) industry, (5) institute, (F) preservation methods: (6) subculturing, (7) freezing, (8) drying, (9) else, (G) number of algae strains, (H) availability of strains: (10) free in cooperation, (11) exchange with other collections, (12) fee, (13) internal use only, (14) on request, (I) availability of online catalogue: (+) link on WDCM available, (-) link on WDCM not available, (J) services: (15) storage, (16) distribution, (17) identification, (18) patent deposits
(ni.) information in WDCM not available

2. táblázat: Ázsia algatörzset fenntartó gyűjteményei a WFCC adatbázisa alapján

Table 2: Algal culture collections of Asia based on WFCC database

Sor-szám	Rövidítés	Gyűjtemény neve	Ország	Fenntartó	Fenntartás módja	Kezelt algatörzsek száma	Törzsek elérhetősége	Online katalógus	Tevékenységi körök
Ázsia									
1.	MCC-UPLB	WDCM39	Fülöp-szigetek	1	6	235	ni.	-	16, 17
2.	DBUP	WDCM444	Fülöp-szigetek	1	ni.	20	ni.	-	17
3.	PNCM-BIOTECH	WDCM620	Fülöp-szigetek	1	6	15	12	-	15, 16, 17
4.	ITDI	WDCM503	Fülöp-szigetek	2	ni.	1		-	16
5.	BDU	WDCM976	India	1+5	6	290	10	-	15, 16, 17
6.	NAIMCC	WDCM1060	India	2	6	246	10, 11, 12	+	15, 16, 17
7.	VBCCA	WDCM931	India	1	6	50	11	-	ni.
8.	GCC	WDCM1165	India	ni.	6	20	10	-	17
9.	NCIM	WDCM3	India	2	6	20	10, 11, 12	-	18, 15, 16, 17
10.	CM	WDCM1033	India	1+2+3	6	9	11	-	15
11.	MPKV	WDCM448	India	1	ni.	3	ni.	-	ni.
12.	UMFFTD	WDCM562	India	1	ni.	3	ni.	-	ni.
13.	ICBB	WDCM842	Indonézia	3	6, 7	20	12	+	15, 16, 17
14.	ITBCC	WDCM44	Indonézia	1	ni.	12	ni.	-	15, 16
15.	ISRI	WDCM630	Indonézia	2	ni.	10	ni.	-	15, 17
16.	ICEBB	WDCM1215	Indonézia	1	6, 7	8	ni.	-	15, 16, 17, 18
17.	BTCC	WDCM632	Indonézia	2	ni.	7	ni.	-	15, 17
18.	i3LCC	WDCM1137	Indonézia	1+3	7	2	10, 11, 12	-	15, 16, 17
19.	IBRC	WDCM950	Irán	2r	6, 7, 8	157	11, 12	-	15, 16, 17
20.	ACC	WDCM1112	Irán	ni.	ni.	41	ni.	-	ni.
21.	CCATM	WDCM1224	Irán	1	ni.	22	ni.	-	17
22.	ABRIICC	WDCM843	Irán	2	7, 8	10	ni.	-	ni.
23.	PTCCI	WDCM124	Irán	2	6, 7, 8	5	11, 12	+	15, 16, 17
24.	NIES	WDCM591	Japán	2r	6, 7	2841	10, 12	-	16
25.	MBIC	WDCM831	Japán	4	6, 7	1000	12	+	16, 17
26.	NBRC	WDCM825	Japán	2r	6, 7	635	11, 12	+	15, 16

Mikroalga törzsgyűjtemények jelentősége és regionális elhelyezkedése

27.	NKC	WDCM1078	Japán	1	6	550	ni.	-	ni.
28.	IAM	WDCM190	Japán	1	6, 7, 8	457	10	+	16
29.	JCM	WDCM567	Japán	2r	7, 8	26	11, 12	+	16
30.	CMCC(B)	WDCM123	Kína	2	ni.	4000	ni.	-	15, 16
31.	FACHB	WDCM873	Kína	2+5	6, 7	1138	10, 11, 12	+	16, 17
32.	CCTCC	WDCM611	Kína	2	6, 7, 8	214	10, 11, 12	-	15, 16, 17, 18
33.	CMBGCAS	WDCM794	Kína	2	6, 8	138	11	-	15, 16, 17
34.	HGMCC	WDCM1175	Kína	ni.	7	50	ni.	-	ni.
35.	CMM-RNAM	WDCM1011	Kína	2	8, 7	30	ni.	-	ni.
36.	SYSU	WDCM1176	Kína	1+2	6, 7, 8	5	10, 11, 12	-	15, 16, 17
37.	KCTC	WDCM597	Korea	2r	6	1313	11, 12	-	15, 16, 17, 18
38.	KMMCC	WDCM894	Korea	1	6, 7	1299	11, 12	-	15, 16, 17
39.	NIBR	WDCM1116	Korea	2	6	872	ni.	-	15, 16, 17
40.	DBUM;IPT	WDCM765	Malajzia	1	ni.	300	ni.	-	ni.
41.	UMACC	WDCM1059	Malajzia	1	6, 7, 8	224	10, 11, 12	-	15, 16, 17, 18
42.	MACC	WDCM1150	Malajzia	1	8, 9	52	ni.	-	ni.
43.	UKMCC	WDCM1138	Malajzia	1	6, 7, 8	1	ni.	-	15, 16, 17
44.	MCC-MN	WDCM1144	Mongólia	2	ni.	100	ni.	-	ni.
45.	PTCC	WDCM753	Pakisztán	2r	ni.	20	ni.	-	15, 16, 17
46.	MBPCMD	WDCM1123	Pakisztán	1	6, 7	5	10, 11, 12	-	15, 16, 17
47.	UJB	WDCM619	Srí Lanka	1		5	ni.	-	15, 16, 17
48.	TISTR	WDCM383	Thaiföld	2r	6	559	12	-	15, 16, 17, 18
49.	ALEC	WDCM1218	Thaiföld	2r	6, 7	500	ni.	-	16, 17
50.	IFRPD	WDCM676	Thaiföld	1+2	ni.	200	ni.	-	ni.
51.	MSCMU	WDCM692	Thaiföld	2	6	173	12	-	15
52.	MBMU	WDCM665	Thaiföld	1	6, 7	16	ni.	-	15
53.	BSMB	WDCM491	Thaiföld	2	ni.	15	ni.	-	17
54.	SMRG	WDCM703	Thaiföld	2	ni.	15	ni.	-	ni.
55.	DBKKU2	WDCM688	Thaiföld	2	ni.	10	ni.	-	ni.
56.	ABKMI	WDCM698	Thaiföld	1+2	ni.	8	10, 11, 12	-	ni.
57.	KCCC	WDCM969	Thaiföld	3+4	6	2	12	-	17

MAKRA N. - BALÁZS E. - ÖRDÖG V.

58.	DMMU3	WDCM668	Thaiföld	1+2	6, 7	1	ni.	-	15, 16, 17
59.	VCCM	WDCM1095	Vietnám	2	6, 7, 8	25	11	-	15, 16, 17, 18

Fenntartó: (1) egyetem, (2) állam, (2r) részben az állam, (3) magán, (4) ipar, (5) kutatóintézet. Megőrzési módszerek: (6) tenyésztés, (7) fagyasztás, (8) szárítás, (9) egyéb módszer. Törzsek elérhetősége: (10) együttműködő partnereknek ingyenes, (11) gyűjtemények közötti csere, (12) vásárlás, (13) belső használatra, (14) kérésre. Tevékenységi körök: (15) tárolás, (16) forgalmazás, (17) azonosítás, (18) törzsgyűjtemény fenntartás. Online katalógus: (+) van elérhető link a WFCC adatbázisban, (-) nincs elérhető link a WFCC adatbázisban. (ni.) a WFCC adatbázisban nincs erre vonatkozó információ.

3. táblázat: Európa alगतörzset fenntartó gyűjteményei a WFCC adatbázisa alapján

Table 3: Algal culture collections of Europe based on WFCC database

Sorszám	Rövidítés	Gyűjtemény neve	Ország	Fenntartó	Fenntartás módja	Kezelt alगतörzsek száma	Törzsek elérhetősége	Online katalógus	Tevékenységi körök	ECCO
Európa										
1.	ASIB	WDCM505	Ausztria	1	ni.	1570	10, 12	-	ni.	
2.	BCCM/ DCG	WDCM1039	Belgium	2	6, 7	434	10, 12	+	15, 16	✓
3.	BCCM/ ULC	WDCM982	Belgium	2	6, 7	221	12	+	15, 16, 17	✓
4.	ACUS	WDCM965	Bulgária	1	6	125	10, 11, 12	-	ni.	
5.	CCALA	WDCM905	Cseh-ország	5	6, 7, 9	844	10, 11, 12	+	17, 18	
6.	CAUP	WDCM486	Cseh-ország	1	6, 7	252	11, 12	+	15, 16, 17	
7.	SCCAP	WDCM935	Dánia	1	6	2065	12	+	ni.	✓
8.	CCAP	WDCM522	Egy. Királyság	2r	6, 7	2500	11, 12	-	15, 16, 17, 18	✓
9.	PLY	WDCM128	Egy. Királyság	3	6, 7	402	10	-	16	
10.	PHBL	WDCM508	Egy. Királyság	4	ni.	20	ni.	-	ni.	
11.	HAMBI	WDCM779	Finn-ország	1	6, 7, 8	1000	11, 12	-	15, 16, 17	
12.	RCC	WDCM829	Francia-ország	2	6, 7	3570	10, 11, 12	+	15, 16, 17	✓
13.	ALCP	WDCM792	Francia-ország	2	6	600	12	-	15, 16, 17, 18	
14.	PCC	WDCM481	Francia-ország	3+4	ni.	500	11, 12	-	18	✓
15.	ALGOBANK	WDCM796	Francia-ország	1	6	490	12	+	15, 16, 17, 18	

Mikroalga törzsgyűjtemények jelentősége és regionális elhelyezkedése

16.	TCC	WDCM1030	Francia-ország	1+2	6	445	12	+	ni.	
17.	NCC	WDCM856	Francia-ország	1	6, 9	272	10, 12	-	15, 16, 17, 18	
18.	TAU-MAC	WDCM1156	Görög-ország	1	6, 8	85	ni.	-	ni.	✓
19.	CCBA	WDCM914	Lengyel-ország	1	6	230	10, 11, 12	-	15, 17	
20.	SAG	WDCM192	Német-ország	1	6, 7	2269	10, 12	+	16	✓
21.	CCAC	WDCM807	Német-ország	1	6	2061	12	+	15, 17	✓
22.	MZCH-SVCK	WDCM480	Német-ország	1	6	636	10, 11	+	15, 16	
23.	CCCryo	WDCM940	Német-ország	5	6, 7	454	11, 12	+	15, 17	
24.	NIVA CCA vagy NORCCA	WDCM498	Norvégia	2r	6	1118	13	-	16, 17	✓
25.	ACUF	WDCM1074	Olasz-ország	1	6	580	ni.	-	ni.	
26.	COSMI	WDCM1209	Olasz-ország	2	6	136	ni.	+	16	
27.	CSMA	WDCM147	Olasz-ország	1+2	ni.	127	ni.	-	17	
28.	CSC-CLCH	WDCM631	Olasz-ország	2	6, 7	30	11, 12	+	15, 16, 17, 18	
29.	ISE-FI	WDCM1098	Olasz-ország	5	6	30	10, 11, 12	-	15, 16, 17	
30.	MUT	WDCM924	Olasz-ország	1	6, 7, 8	2	11, 12	-	15, 16, 17	✓
31.	BCAC	WDCM1023	Orosz-ország	1	6	1220	10, 11, 12	-	16, 17	
32.	CALU	WDCM461	Orosz-ország	1	6	929	10, 11	-	16, 17	
33.	PGC	WDCM641	Orosz-ország	1+2	ni.	700	ni.	-	16	
34.	BOROK	WDCM602	Orosz-ország	5	6	500	14	+	15	
35.	CCCS	WDCM1024	Orosz-ország	1+2	6	400	10	-	15, 16, 17, 18	
36.	IPPAS	WDCM596	Orosz-ország	2	6, 7	300	ni.	-	15, 16, 18	✓
37.	ACSSI	WDCM1132	Orosz-ország	5	6	258	10, 11, 12	+	15, 17	
38.	SYKOA	WDCM1125	Orosz-ország	2	6	200	10, 11, 12	+	15, 17, 18	
39.	ACCS	WDCM936	Orosz-ország	1	6	90	ni.	-	ni.	
40.	MSUALGDMA	WDCM1166	Orosz-ország	1	6	67	ni.	-	17	
41.	IBSS	WDCM1201	Orosz-ország	1+2	6	60	ni.	-	16	
42.	RC CCM	WDCM1171	Orosz-ország	1	6	28	ni.	-	ni.	
43.	MDC	WDCM803	Örmény-ország	2	6, 7, 8	20	11, 12	-	ni.	
44.	ACOI	WDCM906	Portugália	1	6, 7	4000	12	+	16	

MAKRA N. - BALÁZS E. - ÖRDÖG V.

45.	LEGE	WDCM1089	Portugália	1+5	6	380	ni.	-	ni.	
46.	BEA	WDCM837	Spanyol-ország	1	6, 7	895	12	+	15, 16, 18	✓
47.	CCOS	WDCM944	Svájc	1+3	6, 7, 8	15	12	-	15, 16, 17	✓
48.	DGUB	WDCM657	Szlovákia	1	7	120	10, 12	-	ni.	
49.	EGE-MACC	WDCM845	Török-ország	1	6, 7	43	ni.	-	18, 15, 17	
50.	Soley	WDCM979	Török-ország	5	ni.	ni.	ni.	-	ni.	
51.	ACKU	WDCM994	Ukrajna	1	6, 8	1023	11, 12	-	15, 17	
52.	CAMU	WDCM1158	Ukrajna	1	6	100	ni.	-	17	
53.	CWU-MACC	WDCM886	Ukrajna	1	6, 7	22	10, 11	-	15, 16, 17	

Fenntartó: (1) egyetem, (2) állam, (2r) részben az állam, (3) magán, (4) ipar, (5) kutatóintézet. Megőrzési módszerek: (6) tenyésztés, (7) fagyasztás, (8) szárítás, (9) egyéb módszer. Törzsek elérhetősége: (10) együttműködő partnereknek ingyenes, (11) gyűjtemények közötti csere, (12) vásárlás, (13) belső használatra, (14) kérésre. Tevékenységi körök: (15) tárolás, (16) forgalmazás, (17) azonosítás, (18) törzsgyűjtemény fenntartás. Online katalógus: (+) van elérhető link a WFCC adatbázisban, (-) nincs elérhető link a WFCC adatbázisban. ECCO: (✓) az ECCO adatbázisban is megtalálható gyűjtemény. (ni.) a WFCC adatbázisban nincs erre vonatkozó információ.

ALGAGYŰJTEMÉNYEK MAGYARORSZÁGON

A WFCC nyilvántartásában 8 magyar mikrobiológiai gyűjtemény szerepel, de egyikben sem jegyeznek alगतörzseket. A világhálón történő kereséssel azonban találhatunk algagyűjteményeket Magyarországon is. Az Ökológiai Kutatóközpont Balatoni Limnológiai Intézet Általános Limnológiai Kutatócsoportja tartja fenn az Algal Culture Tihany elnevezésű törzsgyűjteményt (URL 3). A Magyar Természettudományi Múzeum Növénytarában van egy kizárólag preparátumokból álló Algagyűjtemény (URL 4). A Debreceni Egyetem Hidrobiológiai Tanszékén is található egy alगतörzs gyűjtemény (Algal Culture Collection, Department of Hydrobiology, University of Debrecen) (URL 5). A legbővebb információ azonban a Széchenyi István Egyetem Növénytudományi Tanszékén található Mosonmagyaróvár Algal Culture Collection (MACC) elnevezésű gyűjteményről áll rendelkezésre (URL 6).

AZ MACC BEMUTATÁSA

Az MACC a nagy nyilvánosság számára nem elérhető, az itt fenntartott törzsek kizárólag hazai és nemzetközi kutatási együttműködések keretében érhetők el. Ennél fogva a gyűjteményről részletesebb adatok is csak a fenntartók illetve a kutatási projektekben résztvevők publikációiból ismerhetők meg. Doktori értekezésében *Ördög* (2014) részletesen bemutatja a mosonmagyaróvári gyűjteményt. A gyűjtemény kialakítása 1995-ben kezdődött két külföldi vállalat támogatásával. A cégek profiljának megfelelően, elsősorban a gyógyszeripari és mezőgazdasági potenciált rejtő törzsek összegyűjtése volt a cél. Nagy hangsúlyt fektettek a talaj különböző rétegeiből gyűjtött mintákból származó ún. talajalgákra. Összesen 970 mikroalgát tartanak fenn az MACC-ben, melyből 382 édesvízi, 588 pedig talajalga. Saját izolálású 505 és más gyűjteményből beszerzett 465 törzs tenyészetének folyamatos fenntartását biztosítják a gyűjtemény munkatársai. A törzsek 29%-a cianobaktérium, a többi eukarióta alga.

A gyűjtemény létrehozásánál nem annyira a taxonómiai sokszínűség, mint inkább a jól szaporodó törzsek összegyűjtése és fenntartása volt az elsődleges cél. Ez a törzsek későbbi tömegtermesztésénél igen előnyös tulajdonság. A fenntartott cianobaktériumok zöme a Nostocales rendbe, a zöldalgák pedig főleg a Chlorophyceae és Trebouxiophyceae osztályba tartoznak. A 970 mikroalga törzs összesen 134 nemzetséget és 315 fajt képvisel. Az MACC Európa tizenharmadik legnagyobb gyűjteménye, a talajalgák száma szerint pedig a harmadik legnagyobb.

Az MACC különös értékét adják a törzsek kutatásával nyert eredmények. Az elmúlt 25 évben sokoldalú kutató munkát végeztek az MACC törzseinek felhasználásával. A legtöbbet Stirk és munkatársai publikálták a mikroalgákban található növényi növekedési hormonokkal kapcsolatos eredményeikről (*Stirk et al.* 1999, 2002, 2011, 2013/1, 2013/2, 2014, 2018 és 2019; *Ördög et al.* 2004/2). Ezek az eredmények segíthetik a magasabb rendű növények hormonális folyamatainak megértését, valamint a növényi biostimuláns mikroalgák kiválasztását és tenyésztési körülményeinek optimalizálását is. Nemrégiben a sejtfeltárási módszerek bioaktív komponensekre gyakorolt hatásáról is megjelentettek egy tanulmányt (*Stirk et al.* 2020). *Ördög* és munkatársai több száz törzset vizsgáltak meg biotesztek segítségével, növényi növekedésszabályozó hatású vegyületeket és az azokat termelő törzseket keresve (*Ördög* 2014). Ezek a törzsek alkalmasak lehetnek biostimuláns készítmények

előállítására a mezőgazdaság számára. Ebben a témában szabadföldi kísérleteket is végeztek (Mogor *et al.* 2018; Takács *et al.* 2019; Tóth *et al.* 2019).

Ördög és munkatársai 197 MACC törzset tesztelve találtak ígéretesnek tűnő törzseket tumor- és mikrobaellenes hatásuk miatt (Ördög *et al.* 2004/1). Lakatos és munkatársai baktérium-alga konzorciumok biohidrogén termelését vizsgálták mosonmagyaróvári zöldalga törzsek felhasználásával (Lakatos *et al.* 2014 és 2017). Rétfalvi és munkatársai pedig a szubsztrátösszetétel metántermelésre gyakorolt hatását tanulmányozták az MACC egyik *Chlorella* törzsen (Rétfalvi *et al.* 2016). A tenyésztési körülmények (nitrogén koncentráció, hőmérséklet, tenyészet kora) hatását a produktivitásra számos kísérletben vizsgálták (Ördög *et al.* 2012, 2013 és 2016; Aremu *et al.* 2014, 2015 és 2016). Az utóbbi években elindult a törzsek molekuláris taxonómiai módszerekkel történő azonosítása is, mely a korábbi, tisztán morfológiai alapú klasszifikáció pontosításában nyújt segítséget (Horváth *et al.* 2019, Katona *et al.* 2019, Makra *et al.* 2019).

IMPORTANCE AND REGIONAL LOCATION OF MICROALGAE STRAIN COLLECTIONS

¹NÓRA MAKRA – ²ERVIN BALÁZS - ³VINCE ÖRDÖG

¹Semmelweis University, Faculty of Medicine, Department of Medical Microbiology,
Budapest

²Centre for Agricultural Research, Agricultural Institute, Applied Genomics
Department, Martonvásár

³Széchenyi István University, Faculty of Agricultural and Plant Sciences, Department of
Plant Sciences, Mosonmagyaróvár

SUMMARY

Sustainability become an increasingly important aspect in productive sectors. Microorganisms, especially photosynthesizing microalgae, play a particularly important and diverse role in sustainable agriculture. One of the most important tasks of science is

to discover and analyze useful organisms. The microbial gene banks provide the starting material for this. After sketching the beginning of the strain collection's history, we've collected the world's algae gene banks from the World Federation for Culture Collections (WFCC) database. We highlighted the most important regions and collections where algae are maintained. Finally, we reviewed the structure of Mosonmagyaróvár Algal Culture Collection, and the types of research with MACC strains, that have been published so far.

IRODALOM

Aremu, A. O. - Masondo, N. A. - Stirk, W. A. - Ördög V. - van Staden, J. (2014): Influence of culture age on the phytochemical content and pharmacological activities of five *Scenedesmus* strains. *Journal of Applied Phycology*. **26**, (1) 407-415

Aremu, A. O. - Neményi M. - Stirk, W. A. - Ördög V. (2015): Manipulation of nitrogen levels and mode of cultivation are viable methods to improve the lipid, fatty acids, phytochemical content, and bioactivities in *Chlorella minutissima*. *Journal of Phycology*. **51**, (4) 659-669

Aremu, A. O. - Masondo, N. A. - Molnár Z. - Stirk, W. A. - Ördög V. - van Staden, J. (2016): Changes in phytochemical content and pharmacological activities of three *Chlorella* strains grown in different nitrogen conditions. *Journal of Applied Phycology*. **28**, (1) 149-159

Beijerinck, M.W. (1890): Kulturversuche mit Zoochlorellen Lichenogonidien und anderen niederen Algen. *Bot.Z.* **48**, 725

Hoek, C. van den – Man, D.G. – Jahns, H.M. (1998): An introduction to phycology. Cambridge University Press, 627

Horváth N. - Katona Sz. - Berthold, D. E. - Molnár Z. - Bálint P. - Ördög V. - Pap B. - Maróti G. - Bánáti F. - Szenthe K. - Vörös L. - Kilgore, C. - Laughinghouse, H. D. (2019): The reclassification of 37 strains from The Mosonmagyaróvár Algal Culture Collection, Hungary, which were previously identified as *Anabaena* (Cyanobacteria, Nostocaceae). *South African Journal of Botany*. **123**, 333-340

Kapoor, R. V. - Huete-Ortega, M. - Day, J. G. - Okurowska, K. - Slocombe, S. P. - Stanley, M. S. - Vaidyanathan, S. (2019): Effects of cryopreservation on viability and

functional stability of an industrially relevant alga. *Scientific Reports*. **9**, Article number: 2093

Katona Sz. - Horváth N. - Berthold, D. E. - Molnár Z. - Bálint P. - Ördög V. - Pap B. - Maróti G. - Bánáti F. - Szenthe K. - Vörös L. - Kilgore, C. - Laughinghouse, H. D. (2019): Phylogenetic re-evaluation of previously identified *Chlamydomonas* (Chlorophyta, Chlamydomonadaceae) strains from The Mosonmagyaróvár Algal Culture Collection, Hungary, using molecular data. *South African Journal of Botany*. **125**, 16-23.

Lakatos G. - Deák Zs. - Vass I. - Rétfalvi T. - Rozgonyi Sz. - Rákhely G. - Ördög V. - Kondorosi É. - Maróti G. (2014): Bacterial symbionts enhance photo-fermentative hydrogen evolution of *Chlamydomonas* algae. *Green Chemistry*. **16**, (11) 4716-4727

Lakatos G. - Balogh D. - Farkas A. - Ördög V. - Nagy P. T. - Bíró T. - Maróti G. (2017): Factors influencing algal photobiohydrogen production in algal-bacterial co-cultures. *Algal Research – Biomass Biofuels and Bioproducts*. **28**, 161-171

Lee, R.E. (1989): *Phycology*. Second Edition, Cambridge University Press, 645

Makra, N. – Gell, G. – Juhász, A. – Soós, V. – Kiss, T. – Molnár, Z. – Vörös, L. – Balázs, E. (2019): Molecular taxonomic evaluation of *Anabaena* and *Nostoc* strains from the Mosonmagyaróvár Algal Culture Collection. *South African Journal of Botany*. **124**, 80-86

Mogor, A. F. - Ördög V. - Lima, G. P. P. - Molnár Z. - Mogor, G. (2018): Biostimulant properties of cyanobacterial hydrolysate related to polyamines. *Journal of Applied Phycology*. **30**, (1) 453-460

Mollenhauer, D. (2004): Historical aspects of culturing microalgae in Central Europe and the impact of Ernst Georg Pringsheim, a pioneer in algal culture collections. *Nova Hedwigia*, **79**, (1-2) 1-26

Ördög V. (2014): Mikroalgák biotechnológiai alkalmazása a növénytermesztésben és növényvédelemben. Doktori értekezés. Nyugat-magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar Növénybiológiai Intézet, Mosonmagyaróvár

Ördög V. - Stirk, W. A. - Lenobel, R. - Bancirova, M. - Strnad, M. - van Staden, J. - Szigeti J. - Németh L. (2004/1): Screening microalgae for some potentially useful agricultural and pharmaceutical secondary metabolites. *Journal of Applied Phycology*. **16**, (4) 309-314

- Ördög V. - Stirk, W. A. - van Staden, J. - Novak, O. - Strnad, M. (2004/2): Endogenous cytokinins in three genera of microalgae from the chlorophyta. *Journal of Phycology*. **40**, (1) 88-95
- Ördög V. - Stirk, W. A. - Bálint P. - van Staden, J. - Lovász Cs. (2012): Changes in lipid, protein and pigment concentrations in nitrogen-stressed *Chlorella minutissima* cultures. *Journal of Applied Phycology*. **24**, (4) 907-914
- Ördög V. - Stirk, W. A. - Bálint P. - Lovász Cs. - Pulz, O. - van Staden, J. (2013): Lipid productivity and fatty acid composition in *Chlorella* and *Scenedesmus* strains grown in nitrogen-stressed conditions. *Journal of Applied Phycology*. **25**, (1) 233-243
- Ördög V. - Stirk, W. A. - Bálint P. - Aremu, A. O. - Okem, A. - Lovász Cs. - Molnár Z. - van Staden, J. (2016): Effect of temperature and nitrogen concentration on lipid productivity and fatty acid composition in three *Chlorella* strains. *Algal Research – Biomass Biofuels and Bioproducts*. **16**, 141-149
- Rétfalvi T. - Szabó P. – Tukacs-Hájos A. - Albert L. - Kovács A. - Milics G. - Neményi M. - Lakatos E. - Ördög V. (2016): Effect of co-substrate feeding on methane yield of anaerobic digestion of *Chlorella vulgaris*. *Journal of Applied Phycology*. **28**, (5) 2741-2752
- Sieben, M. - Steinhorn, G. - Muller, C. - Fuchs, S. - Chin, L. A. - Regestein, L. - Buchs, J. (2016): Testing Plasmid Stability of *Escherichia coli* Using the Continuously Operated Shaken BIOreactor System. *Biotechnology Progress*. **32**, (6) 1418-1425
- Silva, S. B. - Padua, R. M. - Barbosa, F. A. R. - Silva, M. A. N. - Azevedo, F. R. - Magalhaes, S. M. S. (2019): Phytoplankton Cultures for Tannin Biodegradation. *Water Air and Soil Pollution*. **230**, (7) Article number: 170
- Stirk, W. A. - Ördög V. - van Staden, J. (1999): Identification of the cytokinin isopentenyladenine in a strain of *Arthrocnemum africanum* (Cyanobacteria). *Journal of Phycology*. **35**, (1) 89-92
- Stirk, W. A. - Ördög V. - van Staden, J. - Jäger K. (2002): Cytokinin- and auxin-like activity in Cyanophyta and microalgae. *Journal of Applied Phycology*. **14**, (3) 215-221
- Stirk, W. A. - van Staden, J. - Novak, O. - Dolezal, K. - Strnad, M. - Dobrev, P. I. - Sipos Gy. - Ördög V. - Bálint P. (2011): Changes in endogenous cytokinin concentrations in *Chlorella* (Chlorophyceae) in relation to light and cell cycle. *Journal of Phycology*. **47**, (2) 291-301

Stirk, W. A. – Bálint P. - Tarkowska, D. - Novak, O. - Strnad, M. - Ördög V. - van Staden, J. (2013/1): Hormone profiles in microalgae: Gibberellins and brassinosteroids. *Plant Physiology and Biochemistry*. **70**, 348-353

Stirk, W. A. - Ördög V. - Novak, O. - Rolcik, J. - Strnad, M. - Bálint P. - van Staden, J. (2013/2): Auxin and cytokinin relationships in 24 microalgal strains. *Journal of Phycology*. **49**, (3) 459-467

Stirk, W. A. - Bálint P. - Tarkowska, D. - Novak, O. - Maróti G. - Ljung, K. - Tureckova, V. - Strnad, M. – Ördög V. - van Staden, J. (2014): Effect of light on growth and endogenous hormones in *Chlorella minutissima* (Trebouxiophyceae). *Plant Physiology and Biochemistry*. **79**, 66-76

Stirk, W. A. - Bálint P. - Tarkowska, D. - Strnad, M. - van Staden, J. - Ördög V. (2018): Endogenous brassinosteroids in microalgae exposed to salt and low temperature stress. *European Journal of Phycology*. **53**, (3) 273-279

Stirk, W. A. - Tarkowska, D. - Gruz, J. - Strnad, M. - Ördög V. - van Staden, J. (2019): Effect of gibberellins on growth and biochemical constituents in *Chlorella minutissima* (Trebouxiophyceae). *South African Journal of Botany*. **126**, 92-98

Stirk, W.A. - Bálint P. - Vambe, M. - Lovász Cs. - Molnár Z. - van Staden, J. - Ördög V. (2020): Effect of cell disruption methods on the extraction of bioactive metabolites from microalgal biomass. *Journal of Biotechnology*. **307**, 35-43

Takács G. - Stirk, WA - Gergely I. - Molnár Z. - van Staden, J. - Ördög V. (2019): Biostimulating effects of the cyanobacterium *Nostoc piscinale* on winter wheat in field experiments. *South African Journal of Botany*. **126**, 99-106

Tomaselli, L. (2004): The microalgal cell. In: *Richmond, A. (szerk.): Handbook of microalgal culture: biotechnology and applied phycology*. Blackwell Science Ltd., United Kingdom

Tóth, J. – Gergely, I. – Berzsényi, Z. – Ördög, V. (2019): Influence of *Nostoc entophyllum* and *Tetracystis* sp. on winter survival of rapeseed. *Journal of Agricultural Science and Technology B*, **9**, (4):251-271

Internetes hivatkozások

URL 1

World Data Centre for Microorganisms Culture Collections Information Worldwide
<http://www.wfcc.info/ccinfo/home/>

(2020. 01.06.)

URL 2

Microbiological site in the homepage of World Federation for Culture Collections

http://wcdm.nig.ac.jp/simple_search.html

(2020. 01.06.)

URL 3

Ökológiai Kutatóközpont - Balatoni Limnológiai Intézet - Általános Limnológiai Kutatócsoport

https://www.okologia.mta.hu/BLI_Hidrobotanikai_kutato csoport

(2020. 01.08.)

URL 4

Magyar Természettudományi Múzeum - Növénytar - Algagyűjtemény

<http://www.nhmus.hu/hu/gyujtemenyek/novenytar/algagyujtemeny>

(2020. 01.08.)

URL 5

Novák Z. – Szemán A. – Jánószky M. – Nagy S. A. – Bácsi I. (2014): A *Desmodesmus communis* zöldalga rézzel szembeni érzékenységének és réz-akkumulációjának jellemzése. Hidrológiai Közlöny. 94, 70-73

http://real.mtak.hu/26783/1/Novak_etal_HK_2014.pdf

(2020. 01.08.)

URL 6

Széchenyi István Egyetem – Növénybiológiai Tanszék

https://plantbio.sze.hu/en_GB/mosonmagyarovar-algal-culture-collection

(2020. 01.08.)

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

Makra Nóra

Semmelweis Egyetem, Orvosi Mikrobiológiai Intézet

1085 Budapest, Üllői út 26.

E-mail cím: makra.nora@med.semmelweis-univ.hu



**RÉZ KEZELÉSEK HATÁSA ŐSZI BÚZA (*TRITICUM AESTIVUM* L.)
HOZAMÁRA ÉS NYERSFEHÉRJE TARTALMÁRA**

¹GICZI ZSOLT - ²KALOCSAI RENÁTÓ - ²VONA VIKTÓRIA - ²SZAKÁL TAMÁS -
³TESCHNER GERGELY - ¹LAKATOS ERIKA

¹SZE MÉK Élelmiszertudományi Tanszék, Mosonmagyaróvár,

² SZE MÉK Víz- és Környezettudományi Tanszék, Mosonmagyaróvár

³SZE MÉK Biológiai Rendszerek és Élelmiszeripari Műszaki Tanszék,
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) az egyik legfontosabb és legnagyobb területen termesztett szántóföldi növényünk. Sikeres termesztéséhez elengedhetetlen a kiegyensúlyozott tápanyagellátás, mely figyelembe veszi napjaink minőségi és környezetvédelmi elvárásait is. A jelenlegi mezőgazdasági gyakorlat szerint általában csak a makro tápelemek visszapótlása történik meg, azonban a kutatások szerint a mikroelemek, például a réz relatív hiánya is gátja lehet a terméseredmények növekedésének

Kísérleteink során gyenge rézellátottságú meszes öntéstalajon vizsgáltuk egy hároméves kísérletsorozat keretében a réz-szulfát oldatból szacharóz és karbamid hozzáadásával előállított készítmény hatását az őszi búza hozamára és nyersfehérje tartalmára.

Eredményeink alapján az alkalmazott kezelések 0.5 kg ha⁻¹ dózistól kezdődően pozitívan befolyásolták az őszi búza hozamát és nyersfehérje tartalmát.

Kulcsszavak: őszi búza, réz, mikroelem, lombtrágya, hozam, nyers fehérje

BEVEZETÉS, IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A gabonanövények – köztük az őszi búza – a legfontosabb és legnagyobb területen termesztett szántóföldi növények a világon. Ősi fajtáit a világ különböző területein, mintegy 10-12000 évvel ezelőtt kezdték termesztani (*Pepó és Sárvári*, 2011). Magyarországon az ország területének közel 79%-a (~7.3 millió hektár) termőterület. Ennek majdnem 60%-a, mintegy 4.3 millió hektár szántó. Ebből a 2012-2016-os évek átlagában majdnem 2.8 millió hektár (64%) a gabonafélék vetésterülete. A gabonafélék közül a két legnagyobb volumenben termesztett növény a kukorica (~27%) és az őszi búza (~1 millió hektár, 24.8%) (*KSH*, 2018). Az őszi búzát legnagyobb mértékben élelmezési célokra használják fel, elsősorban lisztes áruk készítésére. Emellett fontos a termés és egyes melléktermékek takarmányozási célú alkalmazása (*Udvardy*, 2010), illetve ipari alapanyagként történő felhasználása.

A hazai őszi búza-termelés versenyképességét tekintve uniós szinten jó pozíciókkal rendelkezik, viszont a világpiacon verseny tekintetében az elsősorban a kontinentális elhelyezkedésből származó magasabb szállítási költségek ezt árnyalják. Ez több tényezőnek, mint a kedvező talaj- és éghajlati adottságok, szakmai tapasztalatok együttes érvényesülésének köszönhető (*Búzás*, 2017). A fenntartható mezőgazdasági tevékenység biztosításához azonban figyelembe kell venni, hogy a talaj „feltételeesen megújuló (megújítható) természeti erőforrás”. Ésszerű használat esetén nem történik benne irreverzibilis változás, de megújulása nem automatikus, megőrzése tudatos tevékenységet követel (*Várallyay és Csathó*, 2005). A tápanyagok természetes módon történő pótlódása napjaink intenzív növénytermesztése mellett nem elegendő, a termesztett növény számára szükséges tápanyagokat pótolnunk kell, így az okszerű tápanyagellátás határozza meg talajaink termékenységét (*Horváth et al.*, 2010). A jelenlegi mezőgazdasági gyakorlat szerint sok esetben csak a makro tápelemek (elsősorban N, másodlagosan P és K) visszapótlása történik meg, azonban az intenzív termesztés csupán a három legfontosabb tápelem pótlásával nem biztosítható. A kutatások szerint a mikroelemek, például a réz relatív hiánya is gátja lehet a terméseredmények növekedésének (*Szakál és Barkóczi*, 1989).

A rezet korán, már az 1800-as évek elején kimutatták különböző növényi és állati eredetű minták hamujából. Az elem esszencialitását McHargue bizonyította 1925 és 1927 között (*Linder*, 1991). A réz fontos alkotója a kloroplasztiszokban található

plasztocianinnak, ami elektronszállító molekulaként vesz részt a fotoszintézis fényreakciójában. A réznek a légzési elektrontranszfer-láncban (citrokrom oxidáz) is alapvető szerepe van, megtalálható különböző oxidáz hatású enzimekben (például aszkorbinsav-oxidáz, difenol-oxidáz) illetve peroxidáz hatású enzimekben, mint a szuperoxid-dizmutáz, a diamin-oxidáz és a fenol-oxidázok (Fodor, 2013). A növények növekedése rézhiány hatására lelassul, a levelek szürkészöldekké válnak, klorotikusak lesznek. A hiánytünetek elsősorban a fiatal növényeken jelentkeznek. A rézhiány gabonaféléknél a levelek kifehéredésével kezdődik. Jellegzetes további tünet az ún. „fehérkalászság”. A rézhiány esetén az állomány gátolt buga- illetve kalászképzése, továbbá a léha szemek részarányának növekedése jelentős gazdasági veszteségekhez vezethet (Kalocsai, 2006).

A termesztett növények jelentős részének a réztartalma jellemzően kevesebb, mint 10 mg kg⁻¹ szárazanyagra vonatkoztatva, ennek megfelelően kevés a talajból felvett összes réz mennyisége is (Mengel et al., 2001), azonban a tápelem mérleg ezzel együtt is negatív (Pais, 1980), ezért a réz utánpótlása fontos.

Fontosságának megfelelően a réz – és hasonlóan más mikroelemek – utánpótlásával kapcsolatos kutatások a nemzetközi és a hazai szakirodalomban is aktuális témát jelentenek (Szakál et al., 2005; Schmidt et al., 2005; Barkóczi et al., 2006; Tang et al., 2009; Barbosa et al., 2013; López-Rayó et al., 2013 vagy Soliemanzadeh et al., 2014; Forró-Rózsa et al., 2017; Kádár 2017a, Kádár 2017b).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérleteink során őszi búza (*Triticum aestivum* L.) tesztnövényen végeztünk növénytáplálási kísérleteket réz-szulfát tartalmú oldat, szacharóz valamint karbamid hozzáadásával összeállított készítmény felhasználásával.

A lombkezelési kísérleteinket 2011-től három egymást követő gazdálkodási évben, Komáromban a SOLUM Zrt területén végeztük, 2011-ben és 2012-ben GK Csillag, 2013-ban Hystar fajtával. A kísérletek véletlen blokk elrendezésben, négy ismétlésben kerültek beállításra. Az alkalmazott vetésforgónak megfelelően a kísérletek beállítása két, egymással szomszédos táblán történt. A kísérleti parcellák területe 10 m² volt. A kísérleti területen a talaj közepesen meszes, közepes szervesanyag-tartalmú Duna öntéstalaj volt. A terület réz ellátottsága a vizsgálati eredményeink alapján gyenge. A

területen e mellett a mész- és szervesanyag-tartalom miatt a növények rézfelvételének további gátlásával lehet számolni (Mengel *et al.*, 2001, Kádár, 2008, Benton Jones, 2012). A két parcella (A, B) talajvizsgálati eredményeit az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: Talajösszetétel, Komárom

Table 1: Soil composition, Komárom

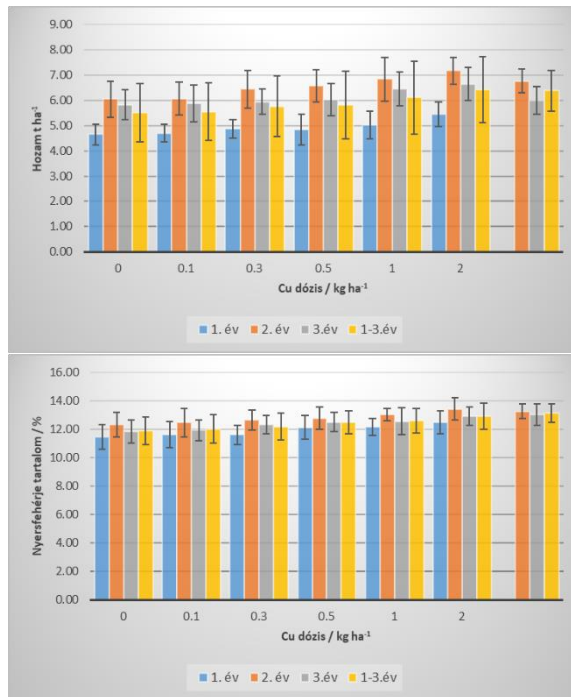
	pH KCl	K A	Só% m/m %	CaC O ₃ m/m %	H% m/m %	P ₂ O ₅ mg kg ⁻¹	K ₂ O mg kg ⁻¹	Mg mg kg ⁻¹	Cu mg kg ⁻¹	Mn mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹
A	8.05	43	0.02	8.55	2.81	195	226	205	1.06	33.9	2.15
B	7.86	43	0.03	9.18	2.45	216	176	255	1.15	44.6	2.38

A kísérleti évek során mért adatok szerint a tenyésztési időszakban az átlagos középhőmérséklet 8.84 °C, 8.88 °C és 9.93 °C volt. Mindhárom kísérleti évben erősen ingadozott a tenyésztési időszakban lehullott csapadék mennyisége, illetve annak eloszlása is.

A kísérletek során a kezelések kalászhányás végén/virágzás elején történtek. Az alkalmazott réz dózisok 0 – 0.1 – 0.3 – 0.5 – 1.0 – 2.0 kg ha⁻¹ voltak. Az első év tapasztalatai alapján a kezelés – hozam görbe nem mutatott maximumot, ezért a további években újabb, 4.0 kg ha⁻¹-os dózisnak megfelelő kezelési szint is beállításra került. Az alkalmazott kezelések során a hatóanyag kijuttatását 2.5 L-es nagynyomású kézi permetezővel végeztük. A kijuttatott lombtrágya készítmény mennyisége egységesen 0.6 dm³ volt minden kísérleti parcellára. A kontroll kezeléseink esetében az oldatok készítése során használt ioncserélt víz került kijuttatásra. A termés betakarítását a kísérleti parcellák 2.5 m²-es részterületeiről kézzel végeztük. A betakarított termés beltartalmi értékei közül vizsgálatuk a nyersfehérje tartalmat (a synlab Umweltinstitut Ungarn Kft laboratóriumában). A kapott eredmények statisztikai értékelését regresszió analízissel valamint Sváb (1981) szerint variancia analízissel végeztük Microsoft Office Excel 2016 program segítségével.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A kísérletek mindhárom évében megvizsgáltuk a hozamot és a nyersfehérje tartalmat, azonban az egyes évjáratok közötti különbségek – amelyet az eltérő környezeti körülmények, elsősorban a csapadék mennyisége okoznak – által okozott eltérések kiküszöbölése végett a kapott adatok statisztikai értékelését a három kísérleti év átlagán végeztük el. Az egyes években kapott eredményeket az 1. ábra mutatja be.



1. ábra: Kezelések hatása a hozamra és a nyersfehérje tartalomra

Figure 1: Effect of treatments on yield and raw protein content

A három kísérleti év átlagadatait 95%-os szignifikancia szinten F-próbával vizsgáltuk. A kapott eredmények alapján a vizsgálati adatsorok varianciája nem különbözik szignifikánsan. Az adatsorokat paraméterenként kéttényezős varianciaanalízissel megvizsgálva azt az eredményt kaptuk, hogy az alkalmazott kezelések a kontrollkezeléshez képest legalább 95 %-os szignifikanciaszinten hatásosak mind a hozamra, mind a nyersfehérje tartalomra. A hozam adatokon végzett varianciaanalízis

eredményeit az 2. táblázat tartalmazza, a nyersfehérje adatokon végzett analízis eredményeit a 3. táblázat.

2. táblázat: Három éves kísérlet variancia analízise – hozam

Table 2: Analysis of variances in the three year experiment – yield

Tényezők	SS	df	MS	F	
Összes	4.2623	27			
Ismétlés	0.1274	3	0.0425	1.042	
Kezelés	3.4015	6	0.5669	13.915	***
Kontroll-Többi	0.8548	1	0.8548	20.980	***
Többi kezelés	2.5467	5	0.5093	12.502	***
Hiba	0.7334	18	0.0407		

*** P=1%, ** P=5%, *P=10%

		Hozam t ha⁻¹						
		0	0.1	0.3	0.5	1	2	4
Cu dózis kg ha⁻¹	0	-	-	-	-	-	-	-
	0.1	ns	-	-	-	-	-	-
	0.3	*	ns	-	-	-	-	-
	0.5	**	*	ns	-	-	-	-
	1	***	***	**	*	-	-	-
	2	***	***	***	***	**	-	-
	4	***	***	***	***	*	ns	-

* 10%-os hibaszinten szignifikánsan eltérő átlag SzD10%= 0.25

** 5%-os hibaszinten szignifikánsan eltérő átlag SzD5%= 0.30

*** 1%-os hibaszinten szignifikánsan eltérő átlag SzD1%= 0.41

ns: nem szignifikánsan eltérő átlag

A statisztikai értékelés eredményei alapján az alkalmazott kezelések esetében 0.5 kg ha⁻¹ dózistól kezdődően legalább 95 %-os szignifikancia szinten magasabbak a hozam eredmények, mint a kontroll kezelés esetében. A beállított kezelések esetében a legnagyobb hozamot a 2 kg ha⁻¹ réz-kezelés esetében kaptuk. A hozamban elért növekedés 16.6% volt a kontrollhoz képest.

3. táblázat: Három éves kísérlet variancia analízise – nyersfehérje

Table 3: Analysis of variances in the three year experiment – raw protein content

Tényezők	SS	df	MS	F	
Összes	6.4896	27			
Ismétlés	0.0145	3	0.0048	0.072	
Kezelés	5.2621	6	0.8770	13.014	***
Kontroll-Többi	1.5750	1	1.5750	23.372	***
Többi kezelés	3.6870	5	0.7374	10.942	***
Hiba	1.2130	18	0.0674		

*** P=1%, ** P=5%, *P=10%

		Nyersfehérje %						
		0	0.1	0.3	0.5	1	2	4
Cu dózis kg ha⁻¹	0	-	-	-	-	-	-	-
	0.1	ns	-	-	-	-	-	-
	0.3	ns	ns	-	-	-	-	-
	0.5	***	**	ns	-	-	-	-
	1	***	***	**	-	-	-	-
	2	***	***	***	**	*	-	-
	4	***	***	***	***	***	ns	-

* 10%-os hibaszinten szignifikánsan eltérő átlag SzD10%= 0.32

** 5%-os hibaszinten szignifikánsan eltérő átlag SzD5%= 0.39

*** 1%-os hibaszinten szignifikánsan eltérő átlag SzD1%= 0.53

ns: nem szignifikánsan eltérő átlag

A vizsgálataink során kapott eredmények alapján a nyersfehérje tartalom is növekvő tendenciát mutatott a három kísérleti év átlagában. A legnagyobb növekedést ebben az esetben a 4 kg ha⁻¹ réz-kezelés esetében kaptuk, de az elért eredmény minimálisan haladja meg a 2 kg ha⁻¹ réz dózis esetében kapott értéket (13.2±0.6 % illetve 13.0±0.9 %). A nyersfehérje tartalomban elért növekedés 10.6% volt a kontrollhoz képest.

A kapott eredményeket megvizsgálva az alkalmazott réz kezelések függvényében mind a hozam, mind a nyersfehérje-tartalom, telítési görbe jelleget mutatott. Kísérleti körülményeink között a maximális hozam eléréséhez szükséges dózissnak 2.89 kg ha⁻¹ adódott ($y = -0.12 * x^2 + 0.71 * x + 5.51$, $r^2=0.9957$), nyersfehérje tartalom esetében 3.26 kg ha⁻¹ ($y = -0.11 * x^2 + 0.75 * x + 11.98$, $r^2=0.9687$)

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú „Innovatív tudományos műhelyek a hazai agrár felsőoktatásban” című projekt támogatta. A projekt

az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

EFFECT OF COPPER TREATMENTS ON THE YIELD AND RAW PROTEIN CONTENT OF WINTER WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

¹ZSOLT GICZI - ²RENÁTÓ KALOCSAI - ²TAMÁS SZAKÁL - ¹ERIKA LAKATOS

¹SZE MÉK Élelmiszertudományi Tanszék, Mosonmagyaróvár,

²SZE MÉK Víz- és Környezettudományi Tanszék, Mosonmagyaróvár

SUMMARY

Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) is one of the most important arable crops grown in the field. A balanced supply of nutrients is essential for successful cultivation, especially given today's quality and environmental expectations. According to the current agricultural practice, usually only the replenishment of macronutrients is performed, but based on research, the relative lack of micronutrients, such as copper, can hinder the growth of yields.

In our experiments, we investigated the effect of a foliar fertilizer made from an acidic copper solution, sucrose and urea on the yield and raw protein content of winter wheat in a three-year experiment on an alluvial soil with low copper content.

According to our results the applied treatments had a positive effect on the yield and raw protein content of winter wheat starting from 0.5 kg ha⁻¹ dose.

Keywords: winter wheat, copper, micronutrient, foliar application, yield, raw protein

IRODALOM

Antal J., Jolánkai M. (szerk.) (2005): Növénytermesztés tan 1. Elektronikus jegyzet. Digitális Tankönyvtár – <http://www.tankonyvtar.hu/hu> (letöltve: 2018.11.22.).

Barbosa, R. H., Tabaldi, L. A., Miyazaki, F. R., Pilecco, M, Kassab, S. O., Bigaton, D. (2013): Foliar copper uptake by maize plants: effects on growth and yield. *Ciência Rural*, **43**, 1561-1568.

- Barkóczi M., Szakál P., Schmidt R., Kalocsai R., Giczi Zs., Halasi T.* (2006): Copper ion-exchanged zeolite in plant nutrition. *Cereal Research Communications. Proceedings of the V. Alps-Adria Workshop Opatija, Croatia, 6-11 March, 2006*, 397-400.
- Benton Jones, J. Jr.* (2012): *Plant Nutrition and Soil Fertility Manual*, 2nd edition. CRC Press, Boca Raton
- Búzás, F.* (2017): Búzatermesztés. A búzatermesztés költség- és jövedelemviszonyai. *Őstermelő*, **21**, 54-57.
- Fodor F.* (2013): A növények vízháztartása, ásványi táplálkozása, transzportfolyamatok. In *Fodor F.* (szerk): *A növényi anyagcsere élettana. Digitális Tankönyvtár – <http://www.tankonyvtar.hu/hu> (letöltve: 2018.03.13.)*.
- Forró-Rózsa E., Szakál P., Csatai R.* (2017): The qualitative and quantitative impact of copper and zinc applications on winter wheat cultivation. *African Journal of Plant Science*, **11**, 351-361.
- Horváth J., Tállai M., Mátyás B.* (2015): A talaj nitrogén-tartalmának és néhány egyéb tulajdonságának változása egy trágyázási tartamkísérletben csernozjom talajon. *Acta Agraria Debreceniensis*, **64**, 39-44.
- Kádár I.* (2008): A mikroelemkutatások eredményeiről, különös tekintettel a Cu és Zn elemekre. *Acta Agronomica Óváriensis*, **50**, 9-13.
- Kádár I.* (2017a): Nitrogén, réz és molibdén kölcsönhatások repcére (*Brassica napus* L.). *Agrokémia és Talajtan*, **66**, 349-360.
- Kádár I.* (2017b): Nitrogén, réz és molibdén kölcsönhatások lucerna kultúrában (*Medicago sativa* L.). *Agrokémia és Talajtan*, **66**, 375-390.
- Kalocsai R.* (2006): Mikroelem trágyázás. In *Birkás M.* (szerk.): *Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Kiadó, Budapest*.
- Központi Statisztikai Hivatal (KSH)* (2018): Statisztikai tükör. A fontosabb növények vetésterülete, 2018. június 1. <http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/gyor/vet/vet1806.pdf> (Letöltve: 2019.02.17.)
- Linder, M. C.* (1991): *Biochemistry of copper*. Springer, New York.
- López-Rayó, S., Nadal, P., Pozo, M. A., Dominguez, A., Lucena, J. J.* (2013): Efficacy of Micronutrient Chelate Treatments in Commercial Crop of Strawberry on Sand Culture. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **44**, 826–836.
- Mengel, K., Kirkby, E. A., Kosegarten, H., Appel, T.* (2001): *Principles of Plant Nutrition*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Pais I. (1980): A mikrotápanyagok szerepe a mezőgazdaságban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Pepó, P., Sárvári, M. (2011): Gabonanövények termesztése. Elektronikus jegyzet, Digitális Tankönyvtár, https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_09_Gabonanovenyek_termesztese/index.html (letöltve 2019.02.17.)

Udvardy, P. (2010): Növény- és állattani ismeretek 2. Gabonafélék termesztése.

Schmidt R., Szakál P., Kalocsai R., Giczi Zs. (2005): The effect of copper and zinc treatments and precipitation on the yield and baking quality of wheat. Réz, cink a környezetben szakmai konferencia. Acta Agronomica Óváriensis, **47**, 195-203.

Solimanzadeha, A., Mozafaria, V., Kamalia, M. (2014): Treatment of Pistachio Trees with Zinc and Copper in Time of Swollen Bud in Two Consecutive Years. Communications in Soil Science and Plant Analysis, **45**, 1025–1036.

Sváb J. (1981): Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Szakál, P., Barkóczy M. (1989): Réztartalmú hulladékokból előállított réz-komplex hatása az őszi búza beltartalmára. Agrokémia és Talajtan, **38**, 333-335.

Szakál P., Kerekes G., Schmidt R., Barkóczy M., Giczi Zs., Kalocsai R. (2005): Influencing the organic matter content of potato by macro and trace element fertilisers. Cereal Research. Communications, **33**, 415-418.

Tang, M., Hu, F., Wu, L., Luo, Y., Jiang, Y., Tan, C., Li, N., Li, Z., Zhang, L. (2009): Effects of copper-enriched composts applied to copper-deficient soil on the yield and copper and zinc uptake of wheat. International Journal of Phytoremediation, **11**. 81-93.

Várallyay, Gy., Csathó, P. (2005): A talaj termékenységét meghatározó talajtulajdonságok. In: Kovács, G. J., Csathó, P. (szerk.): A magyar mezőgazdaság elemforgalma 1901 és 2003 között. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest, p. 27-60, ISBN: 963 219 372 5

A szerző levélcíme:

Giczi Zsolt

SZE MÉK Élelmiszertudományi Tanszék

H-9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15-17.

E-mail: giczi.zsolt@sze.hu



HÜVELYES NÖVÉNYEK (FABELES) SZEREPE a növénytermesztésben és AZ ÜVEGHÁZHATÁSÚGÁZ-KIBOCSÁTÁS CSÖKKENTÉSÉBEN

^{1,3}KULMÁNY ISTVÁN MIHÁLY - ¹ENZSÖL ERZSÉBET - ¹VONA VIKTÓRIA -
²KOVÁCS BARNA - ¹MILICS GÁBOR

¹Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,
Mosonmagyaróvár

²Külgazdasági és Külügyminisztérium, Budapest

³Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Agrárgazdasági Kutatóintézet,
Budapest

ABSZTRAKT

A mezőgazdasági, erdőgazdálkodási és egyéb területhasználatok (*AFOLU* - *Agriculture, Forestry, and Other Land Use sectors*) által okozott antropogén üvegházhatásúgáz-kibocsátás (ÜHG-kibocsátás) a globális emisszió 24 százalékáért, 11,8 GtCO₂ mennyiségért volt felelős 2010-ben. A mezőgazdasági tevékenységből származó ÜHG volumene ebből 5,4 – 5,8 GtCO₂. A kibocsátott gázok közül a dinitrogén-oxid (N₂O), a metán (CH₄) és a szén-dioxid (CO₂) mennyisége a legnagyobb. A szántóföldi növénytermesztés szerepe a globális dinitrogén-oxid kibocsátásban jelenleg 70-75 százalék, de jelentősége az intenzív mezőgazdasági termelési rendszerek elterjedésével folyamatosan növekszik.

A gabonafélék termesztésére specializálódott növénytermesztési rendszerek mára túlsúlyba kerültek. Amennyiben az intenzív technológiával termesztett gabonafélék vetésforgóban betöltött szerepe a jövőben tovább fokozódik, akkor az drasztikus környezeti károk bekövetkezését eredményezheti. Ebből adódóan a kutatásunk

célkitűzésében a hüvelyesek (Fabales) üvegházhatású gázkibocsátás csökkentésében betöltött szerepe állt, amely elsősorban szakirodalmak áttekintésre támaszkodott.

Megállapítottuk, hogy a vetésforgó átalakításával mérsékelhető a talajok N_2O kibocsátása. A vetésforgóba illesztett hüvelyesek jelentik az egyik alternatív megoldását ezen cél elérésében, hiszen a fejlődésükhöz szükséges nitrogén egy részéhez biológiai nitrogén megkötés (Biological Nitrogen Fixation – BNF) révén jutnak hozzá, így csökkentve a kijuttatandó műtrágya mennyiségét. Az irodalmi adatok alapján kijelenthető, hogy a hüvelyes növények hektáronként 0-372 kg nitrogént képesek évente megkötni a levegőből, amely a teljes termelési ciklusra vetítve átlagosan 10-30 százalékkal mérsékelheti a talajok ÜHG-kibocsátását.

Kulcsszavak: üvegházhatásúgáz-kibocsátás, vetésforgó, hüvelyes növények, BNF, nitrogén megkötés

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Mezőgazdaság szerepe az üvegházhatásúgáz-kibocsátásban

A mezőgazdasági, erdőgazdálkodási és egyéb területhasználatok (*AFOLU - Agriculture, Forestry, and Other Land Use sectors*) által okozott antropogén üvegházhatásúgáz-kibocsátás (ÜHG-kibocsátás) a globális emisszió 24 százalékáért, 11,8 GtCO₂ mennyiségért volt felelős 2010-ben (*IPCC 2014*). A mezőgazdasági tevékenységből származó antropogén ÜHG mennyisége az *AFOLU* kibocsátásának 40-54 százalékát (5,4-5,8 GtCO₂) tette ki, amely 0,9-1,6 százalékos éves átlagos növekedést eredményezett 1961 és 2010 között (*Montzka et al. 2011, Tubiello et al. 2013*). A növénytermesztés és állattartás során felhasznált üzemanyagok elégetése (2014-ben 0,4-0,8 GtCO₂, *Ceschia et al. 2010*) valamint a földhasználati rendszerek megváltozása (*land-use change*) az agrárium CO₂ kibocsátásából 20-25 százalékkal részesedik (*Bockisch 2010, IPCC 2014*). A mezőgazdasághoz kapcsolható ÜHG-kibocsátás jelentős részéért a kérődző haszonállatok emésztése, a trágya kezelése és felhasználása, a mezőgazdasági talajok művelése és a rizstermesztés tehető felelőssé (*U.S. EPA 2012*). A felsorolt mezőgazdasági tevékenység során a legnagyobb mennyiségben kibocsájtott üvegházhatású gáz a dinitrogén-oxid (N₂O), a metán (CH₄) és a szén-dioxid (CO₂) (*Duxbury 1994*).

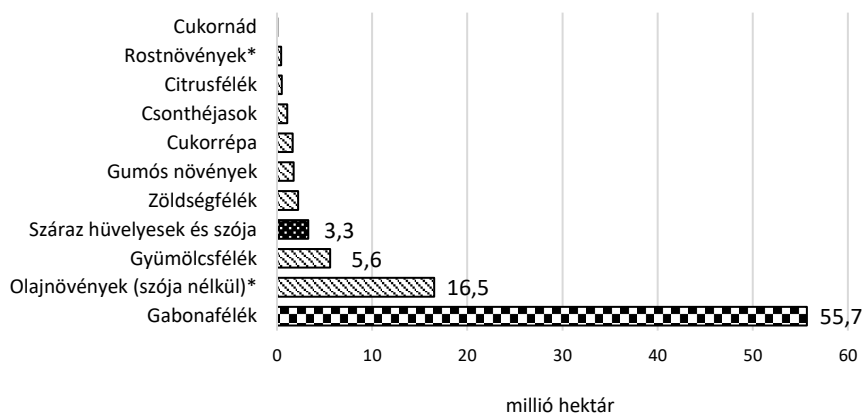
A globális N₂O kibocsátás 70-75 százalékáért az agrárium felel (*Montzka et al.* 2011). A N₂O fokozott felszabadulása a talajban található többlet nitrogén mikrobiológiai átalakulásával (nitrifikáció és denitrifikáció) hozható összefüggésbe (*Firestone és Davidson* 1989). A talajok megnövekedett nitrogén tartalmának elsődleges előidézői a mű- és szerves trágya felhasználás, valamint a biológiai nitrogénmegkötés (*IPCC* 1996). A nitrifikáció során az ammónium ion (NH₄⁺) biológiai oxidáció révén nitritté (NO₂⁻) és nitrát-ionná (NO₃⁻) alakul, ahol N₂O keletkezik melléktermékként. Denitrifikáció esetében az NO₃⁻ és az NO₂⁻ respiratórikus redukciója révén nitrogén-monoxid (NO), N₂O és dinitrogén gáz (N₂) jut a légkörbe (*Hutchinson és Davidson* 1993). A felszabaduló N₂O globális felmelegedési potenciálja (*GWP – Global Warming Potential*) 265-ször nagyobb a szén-dioxidhoz képest, ezért mérséklése lényeges a növénytermesztés környezeti lábnyomának csökkentéséhez (*IPCC* 2014). Az N₂O emissziójának csökkentésére *Kroeze et al.* már 1999-ben felhívták a figyelmet. Véleményük szerint a nitrogén műtrágya felhasználásának hatékonyságát növelő mezőgazdasági gyakorlatok alkalmazása (vetésforgó átalakítása, technológiai fejlesztések) hozzájárulnak a N₂O, NO és az ammónia (NH₃) kibocsátás mérsékléséhez.

Az agrárium 50-53 százalékkal járul hozzá a globális antropogén metánkibocsátáshoz (*Montzka et al.* 2011). Ezen kibocsátás meghatározó része (53 százalék) a kérődzők emésztőrendszeri fermentációjából (*Leng* 1993), 18 százaléka a rizs termesztéséből (*Chhabra et al.* 2009), 11 százaléka a trágyakezelésből és 18 százalék a mezőgazdasági egyéb tevékenységből származik (*Naqvi és Sejian* 2011).

Hüvelyesek (fabeles) szerepe a mezőgazdaságban

A pillangósvirágúak (*Fabaceae*) mint a hüvelyesek (*Fabales*) névadó családja az egyik legnagyobb és legfontosabb családja a virágzó növényeknek, 670-nél is több nemzetség 18-19 ezer faja tartozik a családba (*Polhill et al.* 1981). A hüvelyesek számítanak az ember által legkorábban házasított növénynek. *Cohen* (1977) azt írja, hogy az első feljegyzések szerint a lencsét (*Lens. esculenta* L.) Iránban, időszámításunk előtt (i.e.) 9500-8000 körül vonták termesztésbe, míg a bab (*Phaseolus vulgaris* L.) és a szójabab (*Glycine max*) házasítása Amerikában és Ázsiában az időszámításunk előtt 2000-3000 években egyidejűleg történhetett (*Hymowitz és Singh* 1987). A hüvelyesek által az utónövényre és a talajra kifejtett kedvező hatását elsőnek a római korban jegyezték fel i.e. 37-ben (*Fred et al.* 1933). Azóta számos megfigyelés igazolta az

akkori feltételezéseket (*Jensen és Hauggaard-Nielsen 2003, Paustian et al. 2016*). A hüvelyesek szerepe a világ szántóföldi növénytermesztésében az elmúlt öt évtizedben fokozatosan csökkent. Az amerikai, az argentin és a brazil szója ágazat erősödésének köszönhetően a hüvelyesek és a szója (továbbiakban: hüvelyesek) vetésterülete 6,8 százalékról 15,4 százalékra emelkedett a világ szántóterületein belül 1961-ről 2017-re. Az Európai Unióban (EU) termesztett hüvelyesek vetésterülete ugyanezen időszak alatt megfeleződött. A *FAO (2019)* adatai alapján ez 3,3 millió hektár (a szántóterület 3,1 százaléka) volt 2017-ben (*1. ábra*). A gabonanövények szerepe a vetésforgóban állandósult, 1961-től a szántók 50-56 százalékán, 55-65 millió hektáron termesztették (*FAO 2019*).



*Az Egyesült Nemzetek Mezőgazdasági és Élelmezési Szervezetének (Food and Agriculture Organization of the United Nations; FAO) 2014-es adatai alapján

A hüvelyesek szerepének marginalizálódása a támogatási- és a gazdasági környezet megváltozásával, a mezőgazdasági termelési specializálódása és intenzívebbé válásával, valamint az Amerikai Egyesült Államok (USA) és az Európai Unió (korábban az Európai Gazdasági Közösség - EGK) között megkötött különböző kereskedelmi megállapodásokkal magyarázható az európai kontinensen.

1. ábra: A szántóföldi növények betakarított területe az EU-ban 2017-ben (Forrás: FAO 2019)

Figure 1: Harvested area of arable crops in EU in 2017 (Source: FAO 2019)

Támogatási környezet

A Római Szerződés 39. cikkelyének céljaival összhangban a Közös Agrárpolitika kialakítása az egységes piac szervezésével kezdődött meg az EGK-ban 1962-től (*Ott és Vos 2009*). Az agrárszabályozás egységesítésével húsznál is több termékcsoportra alakítottak ki közös piaci szerveződést 1967-ig (vagy az úgynevezett Közös Piaci

Rendtartást/Szervezetet), amelynek mintájaként a gabonapiaci rendtartás szolgált. A szabályozás fontos elemét az intervenciós árképzés jelentette, amely a világpiacon a magasabb garantált felvásárlási árat biztosított a termelőknek abban az esetben, ha a belpiaci árak túlkínálat esetén az intervenciós ár alá estek (*Tracy 1994*). A közösségi prioritások figyelembevételével az intervenciós árak árunövényként eltérően kerültek meghatározásra, fokozva ezzel a szántóföldi területekért folytatott versenyt a kultúrák között (*Fennell 1997*). Ennek eredményeként az állati takarmányként szolgáló hüvelyesek területe lecsökkent (*Matthews 2015*). Az EGK a helyzet kezelésére kereskedelmi megállapodást kötött az USA-val, ahonnan ezután vámmentesen érkeztetett az olcsó importszója, felfuttatva ezzel az amerikai szójatermesztést. Ez ugyan kielégítette az állattenyésztés igényeit, de évekre visszavetette a hüvelyesek termesztését az EGK-ban.

A hüvelyesek vetésterülete 1973 után kezdett emelkedni az EGK-ban. Ekkor az Amerikai Egyesült Államok Mezőgazdasági Minisztériuma a nyersanyagok magas világpiacon árára és a tavaszi esőzések okozta hozamkiesés miatt felfüggesztette a szója exportját a Szovjetunió és az Európai Gazdasági Közösség irányába (*USITC 1983*). Az amerikai export felfüggesztése az európai állattenyésztési szektorban ellátási gondokat okozott. Az importszójától való függőség csökkentése érdekében a hatóságok újraindították a magas fehérjetartalmú hüvelyes (borsó, takarmánybab, csillagfűrt, csicseriborsó, szója) termesztését a közösségben (*Voisin et al. 2013, Meynard et al. 2013*). Az ártámogatás rendszerét 1974-ben a szójára, 1978-ban a borsóra, a takarmánybabra és a csillagfűrtre majd 1982 végére az élelmezési célra termesztett fehérjenövényekre terjesztették ki. Egyes speciális hüvelyesek, úgymint a csicseriborsó, a lencse és a borsóbükköny 300 ezer hektárig, hektáronként 75 ECU egységes területalapú támogatásban részesültek 1989-től (*Wright és Williams 1988*). A szubvenció hatására a hüvelyesek vetésterülete 18 százalékkal (legjelentősebben a szója és a borsó), 4,1 millió hektárra, a termés pedig 2,7 millió tonnáról 9,3 millió tonnára emelkedett 1973 és 1989 között (*2. ábra*). Az ártámogatás bevezetésének következtében az EGK belső termelése megnövekedett, amely a belső készletek drasztikus növekedését eredményezte. A világpiacon megjelenő EU-s termékek dömpingje okozta kereskedelmi viták és a támogatási rendszer túlermeléséből fakadó költségnövekedés az ártámogatást fenntarthatatlanná tette (*Matthews 2015*).

A kialakult helyzetre válaszul 1992-ben született meg a MacSharry reform, amely az ártámogatás rendszerét arányosan csökkentette, helyét fokozatosan terület alapú közvetlen támogatás vette át (*Garzon* 2006). Az új támogatási rendszerben az EU számára a gabonatermelésének védelme továbbra is prioritási terület volt, ugyanakkor megkönnyítette a fehérjenövények és az olajos magvak EU-ba történő vámmentes behozatalát. Ezt alátámasztja, hogy az új finanszírozási rendszerben a szóját a hüvelyesek közül az olajnövényekhez sorolták, amely termesztéséhez alacsonyabb (63 ECU/t) támogatást allokáltak. A magasabb fehérje tartalmú hüvelyesek (pl.: borsó, takarmánybab) termesztéséért ugyanakkor magasabb (79 ECU/t) terület alapú közvetlen támogatást folyósítottak a gazdáknak (*LMC International* 2009). A hüvelyesek európai termesztésének helyzetét tovább nehezítette az USA és az EU között 1992-ben megkötött Blair House megállapodás. Az egyezmény korlátozta a nem élelmiszeripari célú olajnövények termesztésére fordítható támogatás mértékét és a támogatott termőterület nagyságát 5,5 millió hektárban maximalizálta (*USITC* 1993). A KAP reformnak, valamint a Blair House kereskedelmi egyezménynek köszönhetően a hüvelyesek termesztése ismét visszaszorult, versenyhátrányba került a gabonanövényekkel és az amerikai importszójával szemben. A vetésterülete ennek hatására 2,45 millió hektárra csökkent az ezredfordulóra.

A 2000-2006 közötti pénzügyi ciklus Közös Agrárpolitikáját érintő 2003. évi reformja fundamentális változást hozott a támogatási rendszerben. Az új KAP függetlenítette a támogatást a termeléstől (*decoupling*), az árak csökkentésével azokat a világszertei árakhoz igazították, ezzel egyidejűleg a termelők helyzetét közvetlen jövedelem támogatásokkal (*direct payments*) stabilizálták. A változások leginkább a gabonanövényeket, az olajnövényeket, a fehérjenövényeket és a rosnövényeket érintette (*Horváth*, 2018). Hüvelyesek szempontjából az új KAP **(a)** szektorspecifikus kiegészítő nemzeti közvetlen kifizetést vagy a fő szántóföldi növények támogatásán belüli finanszírozást engedélyezett az újonnan csatlakozott tagországok számára; **(b)** az egységes támogatási rendszerben (SPS) nyújtott támogatáson felül úgynevezett fehérje prémiumot (55,57 EUR/ha) vezetett be maximum 1,65 millió hektár szántóterületre az EU-ban; **(c)** a tagországok számára az egységes támogatási rendszerben igényelhető támogatás 25 százalékáig továbbra is engedélyezte a gabona-, az olaj-, valamint a fehérjenövények termelésétől függő közvetlen támogatások nyújtását. A termelést ösztönző közvetlen támogatások fenntartása ellenére az európai borsótermesztők

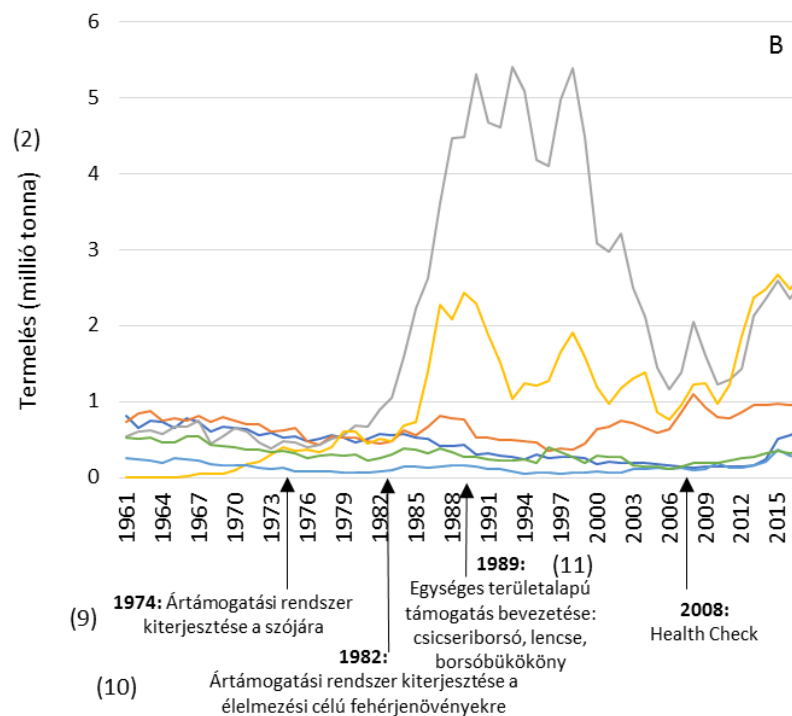
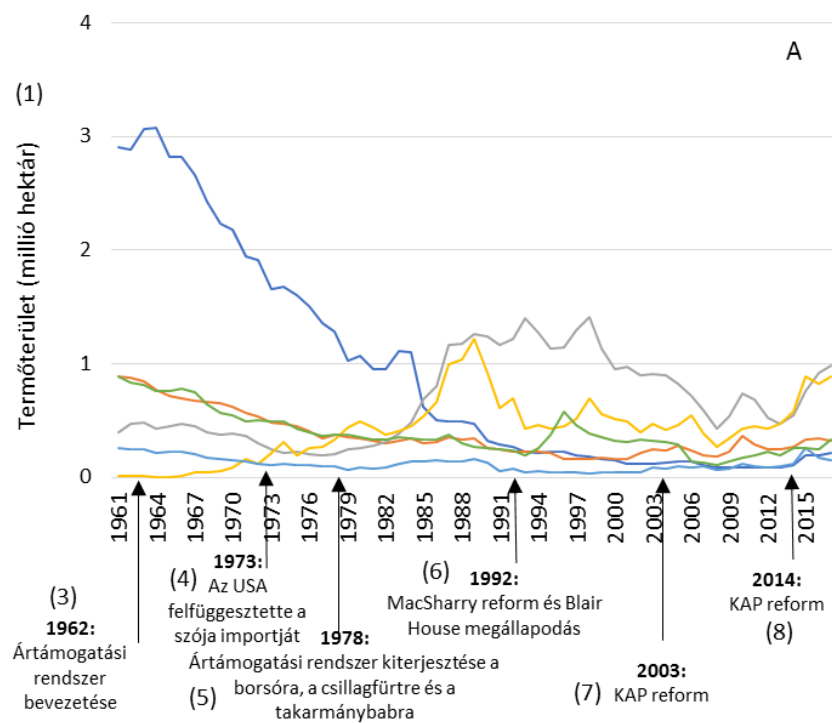
jövedelmezősége az 2003-as reform után szignifikánsan nem változott. A területre vetített kibocsátás az alacsony hozamú területek növekedésének köszönhetően tovább csökkent (*Kamp et al.* 2011). *Cavaillés* (2009) szintén hasonló következtetésre jutott a francia borsótermesztők jövedelmezőségét vizsgálva. Rámutatott arra, hogy a 15 százalékkal magasabb támogatás sem kompenzálta a borsótermesztők gazdasági versenyhátrányát a főként olaj-, és gabonánövények termesztésére szakosodott gazdákkal szemben.

Az Európai Unió 2007-2013 közötti támogatási időszakában a Közös Agrárpolitika 2008-as reformja, az úgynevezett „egészségügyi állapotfelmérése” újabb csapást mért a hüvelyesek termesztésére. A „*Health Check*”-ként is ismert felülvizsgálat megszüntette a termeléstől függő közvetlen kifizetéseket és a fehérjenövények termesztése után fizetett fehérjeprémiumot, azokat 2012-től az egységes támogatási rendszerbe integrálta (*Daughjerg és Swinbank* 2011). A támogatási rendszer átalakításával a hüvelyesek termesztésének kiemelt támogatása kikerült a Közös Agrárpolitika prioritási területei közül (*Schneider és Huyghe* 2015). Ennek eredményeként a hüvelyesek vetésterülete az ezredfordulóhoz képest 27 százalékkal, 1,8 millió hektárra esett az EU-ban 2013-ra (2a. ábra).

A Közös Agrárpolitika 2014-2020 költségvetési ciklusában a hüvelyes növények termesztésének ösztönzése forduloponthoz ért. Az új KAP első (A mezőgazdasági termelőknek nyújtott közvetlen támogatások) és második (Vidékfejlesztési támogatások) pillérébe beépített ösztönző eszközök a hüvelyesek termesztését támogatta a meglévő termelési szint fenntartásáig. Az új KAP lehetővé tette a tagországok számára, hogy a közvetlen kifizetésekre vonatkozó nemzeti felső összeghatáruk legfeljebb 8, vagy (egyves feltételek teljesülése esetén) 13 százalékaig termeléstől függő támogatást nyújtsanak sajátos helyzetű ágazataikban vagy régióikban, ahol meghatározott gazdálkodási típusok vagy mezőgazdasági ágazatok gazdasági, környezetvédelmi és/vagy társadalmi szempontból kiemelt fontosságúak. Ezen túlmenően, az állattenyésztési ágazat fehérjealapú autonómiájának kialakítására vagy fenntartására, a tagállamok a nemzeti felső összeghatáraik további, legalább 2 százalékaig fehérjenövények termesztésre fordíthatják (*Matthews* 2018). A támogatásoknak köszönhetően a hüvelyesek és a szója vetésterülete 41,7 százalékkal, 2,2 millió hektárról 3 millió hektár fölé emelkedett 2014-ről 2015-re (*Hart et al.* 2017).

Gazdasági környezet

A hüvelyesek termőterületének csökkenésében fontos szerepet játszott, hogy keményítőben gazdag gabonafélék termesztése komparatív előnyt élvez a fehérjében gazdag hüvelyes növények termesztésével szemben az Európai Unióban (*Frederick et al.* 2013). Ez elsősorban a vetésforgó egyszerűsödéséből és az egyre specializált termelési rendszerek megjelenésével (*Bouwer* 2006), valamint a hüvelyesek gyengébb termesztési (megdőlés; szárazság tűrés; gyomnövény-, kártevők- és betegségekkel szembeni ellenállóképesség) tulajdonságaival magyarázható (*Corre-Hellou és Crozat* 2005, *Wery és Ahlawat* 2007, *Geugeun et al.* 2008).



— Veteménybab (*Phaseolus vulgaris* L.)
 — Borsó (*Pisium sativum* L.)
 — Csillagfűrt (*Lupinus* L.)
 — Takarmánybab (*Vicia faba* L.)
 — Szója (*Glycine max* L.)
 — Csicseriborsó (*Cicer arietinum* L.), Takarmánybüköny (*Vicia sativa* L.), és egyéb hüvelyes

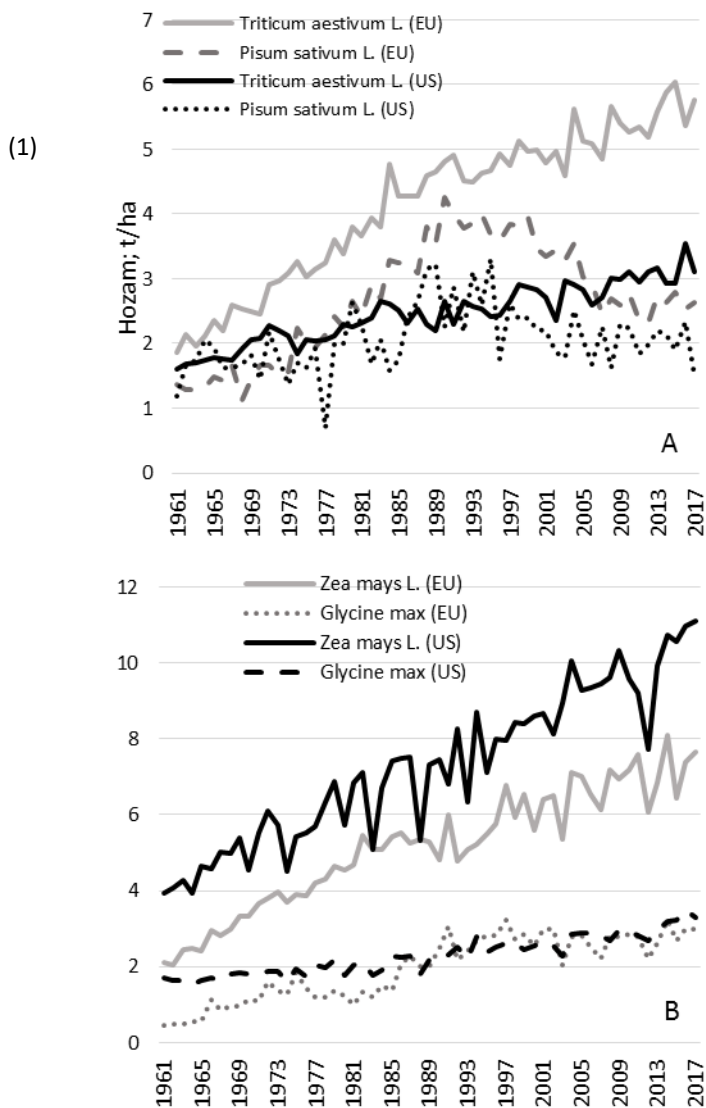
(1) crop land (million hectare), (2) production (million tons), (3) price supports scheme, (4) USA suspends the imports of soybean (5) extension of price support scheme to *Pisium Sstivum* L., *Lupinus* L. and *Vicia faba* L., (6) MacSharry reform and Blair House Agreement, (7-8) CAP reform, (9) extension of price support scheme to soybean, (10) extension of price support scheme to protein crops for food purposes, (11) Introduction of single area payment: *Cicer arietinum* L., *Lens culinaris* L., *Lathyrus clymenum* L.,

2.ábra: Hüvelyes növények vetésterületének (A) és termésmennyiségének (B) a változása az Európai Unióban (Forrás: FAO 2019, Saját szerkesztés)

Figure 2: Variability of production area and yield of legumes in European Union (Source: FAO 2019)

A FAO (2019) adatai szerint az európai és az amerikai szója (*Glycine max*), borsó (*Pisium sativum L.*), valamint amerikai búza hozamok (*Triticum aestivum L.*) jelentős volatilitás mellett 1-4 t/ha-os szinten mozogtak 1961 és 2017 között. Ezzel szemben az Európai Unióban termesztett búza hozama közel megháromszorozódva hektáronként 5,8 tonna volt 2017-ben, amely 0,07 t/ha-os éves átlagos növekedést jelentett 1961-től (3. ábra).

A hozamok volatilitása (Jeuffroy 2006) és az alacsony piaci árak miatt (Carrouée et al. 2012) a hüvelyesek termesztése népszerűtlen az európai gazdák körében von Richthofen et al. (2006) felmérése szerint. E tényezők hatására a gazdálkodók a gabonanövények termesztése felé fordultak, amellyel közel háromszor magasabb értéket tudnak előállítani az állandó költségeik fedezésére (Kamp et al. 2011), ezáltal magasabb jövedelmet realizálva (LMC International 2009). Ezt az állítást később Mahmood (2011) és Dequiedt és Moran (2015) is alátámasztotta a francia gabonaágazat, olajosnövények, valamint a hüvelyesek termesztésének jövedelmezőségének vizsgálata során. Megállapításuk szerint a hüvelyesek és a gabonanövények fedezeti hozzájárulása között meglévő ilyen jelentős eltérés jelenti az egyik legnagyobb gátját a hüvelyesek intenzívebb termesztésének az EU-ban.



(1) Yield (tons/ha)

3.ábra: A búza (*Triticum aestivum L.*) és borsó (*Pisum sativum L.*) (A), valamint a kukorica (*Zea mays L.*) és a szója (*Glycine max*) (B) hozamának változása az EU-ban és az USA-ban (Forrás: FAO 2019, Saját szerkesztés)

Figure 3: Yield variability of *Triticum aestivum L.*, *Pisum sativum L.* (A), and *Zea mays L.*, *Glycine max* (B) in EU and US

Specializáció és intenzifikáció

A vegyszer- és műtrágyafelhasználás fokozódásával, a géntechnológia központú kutatási területek erősödésével és a munkaszervezési folyamatok egyszerűsödésével, iparszerű, specializált termelési- és szervezési rendszerek terjedtek el az Európai Unió mezőgazdaságában (Cowan és Gunby 1996, Walford 2003).

A kialakult termelési rendszerben a termelékenység állandó fokozása mellett (Lowe et al. 1993), az agrárkörnyezeti szempontok kevésbé jelentek meg a mezőgazdasági gyakorlatban (Carlson 1962). A nagy mennyiségben rendelkezésre álló külső források (műtrágya, növényvédőszer, gépek) és egyes kultúrák megnövekedett hozamaiból eredő jövedelemtöbblet kárpótolta a gazdákat más kultúrák termesztésének felhagyásáért (LMC International 2009; Meynard et al. 2013).

A növénytermesztés és az állattenyésztés szétválásával a pillangós szálastakarmányok szinte teljesen eltűntek a legtöbb vetésforgóból az 1970-es évekre, míg a hüvelyesek marginális helyre szorultak (2. ábra) 1990-re (Lamine 2011). Az egyszerűsödő vetésforgó egyrészt növelte a kijuttatott növényvédőszer mennyiségét (Meynard és Girardin 1991, Wilson és Tisdell 2001), másrészt csökkentette a gabonafélék nitrogénfelvevő képességét, mely egyre magasabb műtrágya dózisok kijuttatását eredményezte (Schoeny et al. 2003). A vetésforgó átrendeződésével, valamint a szerveztrágya felhasználásának csökkenésével a felhasznált műtrágya mennyisége megemelkedett, hozzájárulva a növénytermesztés növekvő üvegházhatásúgáz-kibocsátásához (Voisin et al. 2013).

A hüvelyes növények szerepének marginalizálódásáért elsősorban az önmagát erősítő folyamatoknak köszönhető (Fares et al. 2012). A piaci, szervezési, technológiai, valamint a környezeti tényezőkhez való alkalmazkodással szemben hozott hosszútávú döntéseik gátolták meg a gazdákat alternatív, környezethez alkalmazkodó termelési rendszereket bevezetésében (Kallis és Norgaard 2010), hozzájárulva a hüvelyes növények vetésterületének további csökkenéséhez az Európai Unióban (Bouwer 2006).

Hüvelyesek szerepe az üvegházhatásúgáz-kibocsátás csökkentésében

Az éghajlaltatózás hatásainak mérséklése és az azokhoz való alkalmazkodás egyre fontosabbá válik a mezőgazdaságban. Ezen hatás elkerüléséhez egyszerre kell a mezőgazdasági eredetű üvegházhatásúgáz-kibocsátást csökkenteni és a szántóföldek

szénmegkötését fokozni. *Tilman* (1999) által elvégzett projekció szerint, az agrárium nitrogén szükséglete 2030-ig tovább fog nőni, amely jelentősen hozzájárul a környezet szennyezéséhez. Ez elsősorban a vetésforgóban túlsúlyban lévő gabona arányának köszönhető, amely drasztikus környezeti károk bekövetkezését eredményezheti (*Jahn et al.* 2015). Amennyiben a gazdálkodói gyakorlatok a növények (főleg a hüvelyesek) biológiai nitrogén megkötő képességét jobban hasznosítani tudnák - csökkentve ezzel a nitrogén műtrágyák felhasználását - akkor az agrárium környezeti lábnyoma jelentősen mérséklődhet (*Vance* 2001). A biológiai nitrogén megkötés (*BNF*) során a gyökérgumóban található baktériumok a levegő molekuláris nitrogénjét megkötik, vagyis ammóniává redukálják, amely már a „partner” növény számára is hasznosítható. *Rajala et al.* (2006) kutatási szerint a hüvelyesek hatása a klímaváltozásra nagyban összefügg a hüvelyesek biológiai nitrogénmegkötő képességével. Ezt a kijelentést *Graham és Vance* is alátámasztotta 2000-ben, akik szerint is a hüvelyesek biológiai nitrogénmegkötő képessége nyújtja a mezőgazdaság számára az egyik legnagyobb lehetőséget annak fenntarthatóvá tételére. *Postgate* már 1998-ban rávilágított arra, hogy hüvelyesek termesztésével egyszerre csökkenthető a tápanyagok talajból történő kimosódása és az ÜHG-kibocsátás. Véleménye szerint ezek egyrészt (i) a hüvelyesek légköri nitrogén megkötése révén az utónövény számára a talajban hátrahagyott szabadon felvehető nitrogénnek, másrészt (ii) a műtrágya felhasználás és előállításának csökkenéséből, valamint az alacsonyabb fosszilis energiahordozó felhasználásból eredő redukált ÜHG terhelésnek köszönhető. Később *Watson et al.* (2017) úgy fogalmazott, hogy a biológiai nitrogén megkötés kevesebb műtrágyafelhasználást és ezáltal az üvegházhatású gázkibocsátás csökkenését eredményezi.

Egyes becslések szerint az agrárium szempontjából fontos hüvelyesek évente átlagosan 44-66 millió tonna nitrogént (N_2) kötnek meg a levegőből (*Galloway et al.* 1995) míg mások szerint ez a mennyiség csupán 3-6 millió tonnára tehető (*Smil* 1999). *Giller* (2001) véleménye szerint a hüvelyesek nitrogén megkötése naponta 1-2 kg/ha -ra tehető a tenyészidőben, ezt azonban *Unkovich és Pate* (2000), valamint *van Kessel és Hartley* (2000) is lényegesen kevesebbre becsülte mind a takarmánybab, mind pedig a szója viszonylatában.

A hüvelyesek környezetre gyakorolt pozitív hatását a vetésforgóban megtakarított nitrogén mennyiségével és az így megtakarított üvegházhatásúgáz-kibocsátás csökkenésével szemléltetik a gyakorlatban. *Reckling et al.* (2016) modellszámítások

alapján megállapította, hogy a borsó és a takarmánybab vetésforgóba illesztése 17-40 százalékkal csökkenti a nitrogén felhasználást, amely 12-30 százalékkal kevesebb N₂O kibocsátást eredményez. *Gan et al.* (2011) számításai szerint a durumbúza – hüvelyes növény (lencse, csicseriborsó, borsó) egymás utáni termesztése 28 százalékkal alacsonyabb karbonlábnyommal rendelkezik a durumbúza - gabona termesztéséhez képest. *Jeuffroy et al.* (2013) megállapítása szerint, hüvelyes növény egy hároméves vetésforgóba illesztése 20-25 százalékkal kevesebb üvegházhatásúgáz-kibocsátást (a talaj N tartalmának növekedése mellett) eredményez elsősorban a nitrogénmegkötésnek, másodsorban a fosszilis energiafelhasználás csökkenésének köszönhetően. Ez a kijelentés összhangban van *Nemecek et al.* (2008) vizsgálatának eredményével, ahol 14 százalékos ÜHG megtakarítást mutattak ki, ha a kalászos gabonát borsóval helyettesítették a vetésforgóban.

Peoples et al. (2009) összehasonlítva a borsó, az árpa és a szálás takarmánynövények termesztése során felhasznált fosszilis energiafordozók mennyiségét. Kutatásukban megállapították, hogy az árpa termesztéshez képest a borsónál 55 százalékkal míg a takarmánynövényeknél 41 százalékkal kevesebb fosszilis energiát használtak fel Dániában. Ez a hüvelyesek légköri nitrogénmegkötő képességének köszönhető, amellyel saját tápanyagszükségletét képes kiegyenlíteni így csökkentve a kijuttatni kívánt műtrágya mennyiségét. *Köpke és Nemecek* 2010-ben kiadott cikkében szintén megerősítette, hogy a takarmánybab és a borsó termesztése során 25 százalékkal kevesebb energiát használtak fel Svájcban az olajrepce, 36 százalékkal kevesebbet a búza és 60 százalékkal kevesebbet a kukorica termesztéséhez képest. *Rathke et al.* (2007) az észak-amerikai szója és borsó termesztését vizsgálva arra jutottak, hogy a búza, valamint a kukorica termesztése 39-45 százalékkal nagyobb energiát igényel, mint a hüvelyes növények termesztése.

A hüvelyesek légköri nitrogénmegkötő-képességét befolyásoló tényezők

A légköri nitrogénmegkötő képességet a szárazság, a talaj savassága, a genotípus a nitrogén műtrágya mennyisége és különböző tápanyagok hiánya okozza, világított rá *Sinclair et al.* 1987-ben. A takarmánybab (*Vicia faba L.*), borsó (*Pisum sativum L.*) és szója (*Glycine max*) légköri nitrogénmegkötő képességének egyik leginkább befolyásoló tényezője a termesztésbe vont **genotípus** (*Guffy et al.* 1989, *Yang et al.* 2017, *Ingraffia et al.* 2019). Az egyes genotípusokat érintő kutatások fókuszpontjában

eddig a hozamok mennyiségi és minőségi tulajdonságainak, valamint a fehérjetartalom növelése és a betegségekkel szembeni ellenálló képesség fokozás állt (Micke 1993, Warkentin et al. 2015). A gazdálkodási feltétek (pl.: környezeti) szigorodásával a hüvelyes fajták légköri nitrogénmegkötő képességének mennyiségi javítása új nemesítési irányként jelenhet meg (Herridge és Rose 2000). A genotípusban rejlő lehetőségeket az alkalmazott művelési módszer pozitív, illetve negatív irányba is befolyásolhatja (Schweiger et al. 2012, Ingraffia et al. 2019), azonban a növénytermesztési rendszerek hatása a hüvelyesek légköri nitrogénmegkötésére nem egyértelmű. Borsó esetében a kereskedelmi forgalomban kapható fajták konvencionális körülmények között nagyobb arányban kötik meg a légköri nitrogént, mint organikus művelés esetén. Organikus termesztésnél megfigyelhető nagyobb gyomosodási hajlam kedvezőtlenül hat a BNF-re. Az őshonos tájfajtáknál a helyzet ellentétes, organikus termelésnél a BNF képessége hasonló vagy szignifikánsan magasabb, mint konvencionális termesztés esetében (Ntatsi et al. 2018). Szója főnövényként történő termesztésénél a növénytermesztési rendszer és a légköri nitrogénmegkötés között azonban már nem mutatható ki szignifikáns különbség (Oberson et al. 2007). Szójánál a csökkentett talajművelés kedvezően hat a növény légköri nitrogénmegkötésére, ellentétben a hagyományos talajművelési rendszerek alkalmazásával (Kihara et al. 2011). A sortáv és tőtávolság módosítás viszont pozitívan befolyásolja a levegőből történő nitrogén megkötését (Tribouillois et al. 2012). Kermah et al. (2018) megfigyelte, hogy kedvezőtlen adottságú termőterületeken a köztes növényként (szója-kukorica) termesztett szója BNF képessége magasabb, mint jó termőterületen történő termesztés esetén.

A **környezeti- és a talajtényezők** szintén szignifikánsan befolyásolják a hüvelyesek BNF értékét (Yang et al. 2017, Ruisi et al. 2017, Ciampitti és Salvagiotti 2018). A főnövényként vetett hüvelyeseknél a tavaszi túlzott csapadékos időjárás, valamint az erős szárazság (vízstressz) is kedvezőtlenül befolyásolhatja a növény BNF képességét (López-Bellido et al. 2006). A talaj kedvezőtlen kémhatása (lúgos) és az alacsony mikroelem tartalom (pl.: Fe, P) a növény és a rhyzobium baktérium közötti szimbiotikus kapcsolat akadályozásával csökkenti a növény BNF képességét (Kennedy és Cocking 1997, Yang et al. 2017). A talajtényezők közül a talaj felső 30 centiméterének magas N tartalma szintén negatívan befolyásolja a fő- vagy köztes növényként termesztett hüvelyesek BNF képességét. Yang et al. 2017 szerint, ha a talaj nitrogén tartalma

kevesebb mint 40 kg/ha akkor késlelteti míg hektáronként 50kg-nál nagyobb nitrogéntartalom megszünteti a gyökérben a gumóképződést, így meggátolva a növény BNF képességét. Köztestermesztésű hüvelyeseknél a főnövény műtrágyázása kedvezőtlenül hat a fejlődésre és ezáltal a légköri nitrogén megkötésre. A borsó korai fejlődési fázisában a nitrogén műtrágyázás csökkentette a BNF képességét, amely később emelkedett, de elmaradt a nem műtrágyázott köztes növényként vetett borsó állományához képest. A késői növekedési fázisban használt műtrágya a hüvelyesek BNF értékét nagyobb arányban csökkenti, amely a betakarításig már nem is képes regenerálódni. Köztestermesztésű, nem műtrágyázott borsónál a hőfoknapok emelkedésével a kumulatív BNF érték fokozatosan 90 százalékgig emelkedett (Hauggaard-Nielsen et al. 2009, Naudin et al. 2010).

Jelen szemleciikk célja, hogy feltárja az Európai Unióban a legnagyobb termőterületen termesztett szója (*Glycine max*), takarmánybab (*Vicia faba L.*) és borsó (*Pisium sativum L.*) nitrogénmegkötésében rejlő különbségeket, amely Watson et al. 2017 szerint a legfontosabb tényező a növénytermesztés üvegházhatásúgáz-kibocsátásának csökkentésében.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Adatbázis felépítése

Az adatbázis 22 tudományos szakirodalmat tartalmaz, amelyből kilenc a szója (*Glycine max*), nyolc a takarmánybab (*Vicia faba L.*) további hét pedig a borsó (*Pisium sativum L.*) főnövényként és köztes vetésként történő termesztésére vonatkozik. Az adatbázis 5 kontinens (Amerika, Európa, Afrika, Ázsia, Ausztrália), 28 országában elvégzett szántóföldi kísérletek adatait tartalmazza (1. táblázat).

Tényező meghatározása és kiértékelése

A kiválasztott szakirodalmakból a légköri nitrogénmegkötés mennyisége (Ndfa, kg/ha) és a légköri nitrogénmegkötés aránya (Ndfa, %) került kigyűjtésre. Az elemzéshez szükséges adatok többsége a szakirodalmakban található táblázatokból, míg kisebb része az ábrákon szereplő értékekből került meghatározásra. A teljes nitrogénmegkötés minden esetben a

$$Teljes\ nitrogénmegkötés = Ndfa \left(\frac{kg}{ha} \right) * \frac{100}{Ndfa\%} \quad (1)$$

képlettel (1) lett meghatározva. A kapott adatokat a Dell Statistica 13.2 programmal értékeltük ki, ahol páronkénti kétmintás statisztikai F- és t-próbát végeztünk a szója (*Glycine max*), a takarmánybab (*Vicia faba L.*) és a borsó (*Pisium sativum L.*) sokasági átlagai között fennálló szignifikáns különbségek megállapításához. Az adatok grafikai megjelenítéséhez a Microsoft Excel 16.16.10 programot használtuk.

1.táblázat: A metaanalízishez használt adatbázis felépítése

Table 1: The database used for meta-analysis

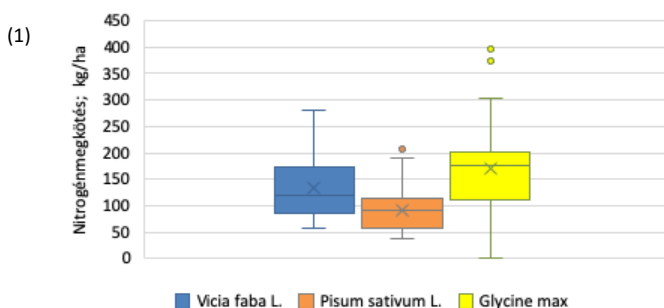
Sorsz.	Ország	Szerző	Főnövény	Köztesvetés
1.	Argentína	Collino et al. (2015)	<i>Glycine max</i>	-
2.	Németország	Zimmer et al. (2016)	<i>Glycine max</i>	-
3.	USA	Guffy et al. (1989)	<i>Glycine max</i>	-
4.	Svájc	Oberson et al. (2007)	<i>Glycine max</i>	-
5.	USA, Kína, Thaiföld, Argentína, Ausztrália... összesen 20 ország	Ciampitti és Salvagiotti (2018)	<i>Glycine max</i>	-
6.	Kenya	Kihara et al. (2011)	-	<i>Glycine max</i> – <i>Zea mays L.</i>
7.	Franciaország	Tribouillois et al. (2012)	-	<i>Glycine max</i> – <i>Helianthus annuus L.</i>
8.	Nepál	Clément et al. (1992)	-	<i>Glycine max</i> – <i>Zea mays L.</i>
9.	Ghána	Kermah et al. (2018)	-	<i>Glycine max</i> – <i>Zea mays L.</i>
10.	Spanyolország	López-Bellido et al. (2006)	<i>Vicia faba L.</i>	-

11.	Dánia	<i>Hauggaard-Nielsen et al. (2007)</i>	<i>Vicia faba L.</i>	<i>Vicia faba L.</i> - <i>Hordeum vulgare L.</i> ; <i>Pisum sativum L.</i> - <i>Hordeum vulgare L.</i>
12.	Olaszország	<i>Ruisi et al. (2017)</i>	<i>Vicia faba L.</i>	-
13.	Kanada	<i>Hossain et al. (2016)</i>	<i>Vicia faba L.</i> , <i>Pisum sativum L.</i>	
14.	Portugália	<i>Carranca et al. (1999)</i>	<i>Vicia faba L.</i>	-
15.	Kína	<i>Fan et al. (2006)</i>	-	<i>Vicia faba L.</i> – <i>Zea mays L.</i>
16.	Olaszország	<i>Ingraffia et al. (2019)</i>	-	<i>Vicia faba L.</i> - <i>Triticum durum L.</i>
17.	Kína	<i>Li et al. (2009)</i>	-	<i>Vicia faba L.</i> – <i>Zea mays L.</i>
18.	Franciaország	<i>Naudin et al. (2010)</i>	-	<i>Pisum sativum L.</i> – <i>Triticum aestivum L.</i>
19.	Dánia, Egyesült Királyság, Franciaország, Németország, Olaszország	<i>Hauggaard-Nielsen et al. (2009)</i>	<i>Pisum sativum L.</i>	<i>Pisum sativum L.</i> - <i>Hordeum vulgare L.</i>
20.	USA	<i>McCauley et al. (2012)</i>	<i>Pisum sativum L.</i>	-
21.	Görögország	<i>Ntatsi et al. (2018)</i>	<i>Pisum sativum L.</i>	-
22.	Kanada	<i>Yang et al. (2017)</i>	<i>Pisum sativum L.</i>	-

EREDMÉNYEK

Teljes nitrogénmegkötés

A főnövényként vetett takarmánybab (*Vicia faba L.*), borsó (*Pisum sativum L.*) és szója (*Glycine max*) teljes nitrogénmegkötésének adatsokaságára vonatkozó információkat az 4. ábra mutatja be. Az ábrán a medián, az átlag, az interkvartilis terjedelem, a szélső- és a kiugró értékek lettek ábrázolva. A három hüvelyes növény teljes nitrogénmegkötése különböző intervallumok között mozog. Takarmánybab (56 – 280 kg/ha) és szója (0-395 kg/ha) teljes nitrogénmegkötésének esetében a nagyobb az ingadozás mértéke, a borsó esetében (36 – 207,51 kg/ha) ez lényegesen alacsonyabb.

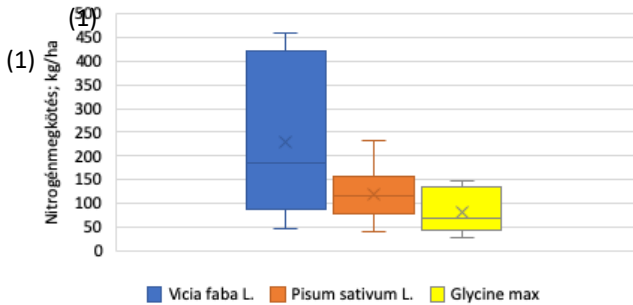


(1) Total nitrogen fixation (kg/ha)

4. ábra: Teljes nitrogénmegkötés mennyisége főnövényként vetett takarmánybab (*Vicia faba L.*), borsó (*Pisum sativum L.*) és szója (*Glycine max*) esetében.

Figure 4: Amounts of total nitrogen fixation of *Vicia Faba L.*, *Pisum sativum L.* and *Glycine max* in main cropping system

A köztes növényként termesztett takarmánybab és borsó teljes nitrogénmegkötése nagyobb, mint főnövényként történő termesztés esetén (5. ábra). A köztes növényként vetett takarmánybagnál a teljes nitrogénmegkötés 46 – 460 kg/ha között, borsónál 40 – 232 kg/ha között és a szójánál 26 – 147 kg/ha között változott.



(1) Total nitrogen fixation (kg/ha)

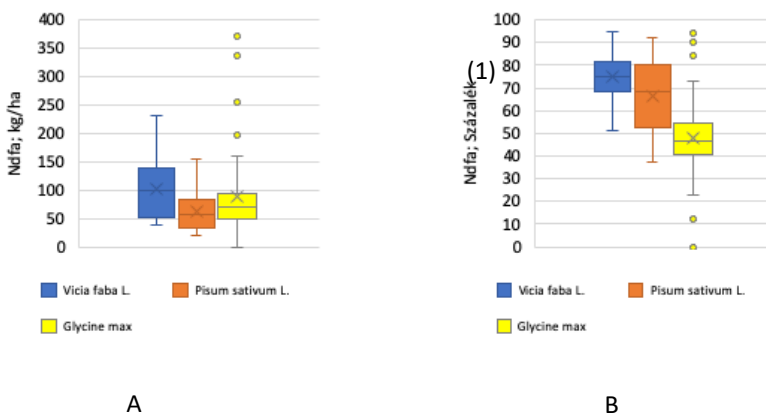
5. ábra: Teljes nitrogénmegkötés mennyisége köztes növényként vetett takarmánybab (*Vicia faba L.*), borsó (*Pisum sativum L.*) és szója (*Glycine max*) esetében.

Figure 5: Amounts of total nitrogen fixation of Vicia Faba L., Pisum sativum L. and Glycine max in intercropping system

Légköri nitrogénmegkötés

A) Főnövényként történő vetés esetén

A főnövényként vetett takarmánybab (*Vicia faba L.*), borsó (*Pisum sativum L.*) és szója (*Glycine max*) légköri nitrogénmegkötésének (Ndfa) hektáronkénti mennyisége (6a. ábra) 0 és 372 kg között ingadozik, de az egyes növényeknél eltérés tapasztalható. A takarmánybab által a légkörből megkötött nitrogén mennyisége hektáronként 39,2 – 230 kg, borsónál 21– 154 kg, míg szójánál 0 – 372 kg közötti intervallumban ingadozott. A takarmánybab esetében a legnagyobb légköri nitrogénmegkötés aránya 51-95 százalék (CV%=15,8; s=11,8kg/ha), amelyet a borsó 37-92 százalékkal (CV%=24,4; s=16,11 kg/ha) és a szója 0-94 százalékkal (CV%=36,2; s=17,3 kg/ha) követ (6b. ábra). A főnövényként vetett szója, takarmánybab és borsó légköri nitrogénmegkötés arányainak sokasági átlagai között 95 százalékos valószínűségi szinten szignifikáns ($P < 0,005$) eltérés mutatható ki.



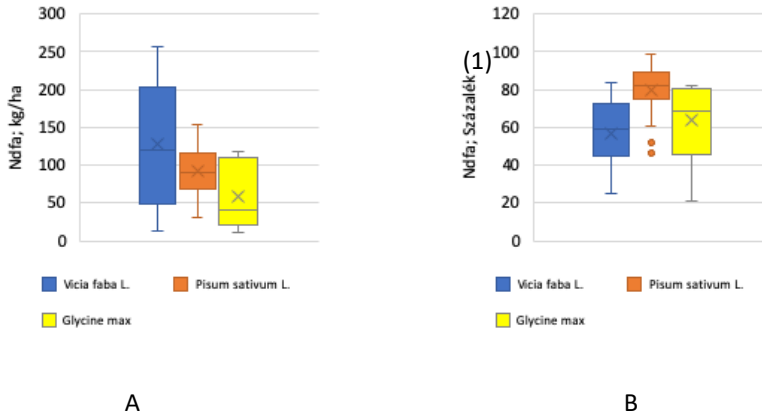
(1) Ndfa; percentage

6.ábra: A légköri nitrogénmegkötés (Ndfa) mennyisége (A) és aránya (B) a főnövényként vetett takarmánybab (*Vicia faba L.*), borsó (*Pisum sativum L.*) és szója (*Glycine max*) esetében.

Figure 6: Amounts (A) and proportion (B) of nitrogen fixation from air (Ndfa) of *Vicia Faba L.*, *Pisum sativum L.* and *Glycine max*. in main cropping system

B) Köztes vetés esetén

A köztes vetésű takarmánybab (*Vicia faba L.*), borsó (*Pisum sativum L.*) és szója (*Glycine max*) légköri nitrogénmegkötésének (Ndfa) hektáronkénti mennyisége (7a. ábra) eltérő. Míg a takarmánybab 13 – 256 kg közötti nitrogént köt meg a légkörből hektáronként, addig a borsó 31,7 – 154 kg-ot és a szója 11 – 118 kg-ot. A takarmánybab által megkötött légköri nitrogénmennyiség a teljes nitrogénmegkötésnek a 25–84 százalékát (CV%=31; s=17,6kg/ha) jelenti, borsó esetében 46-99 százalékot (CV%=15,4; s=12,3kg/ha), szójánál 21–80 százalékot (CV%=28,9; s=18,3kg/ha) tesz ki (7B. ábra). A főnövényként vetett szója és a borsó, valamint a takarmánybab és szója légköri nitrogénmegkötés arányainak sokasági átlagai között 95 százalékos valószínűségi szinten szignifikáns ($P < 0,005$) eltérés mutatható ki.



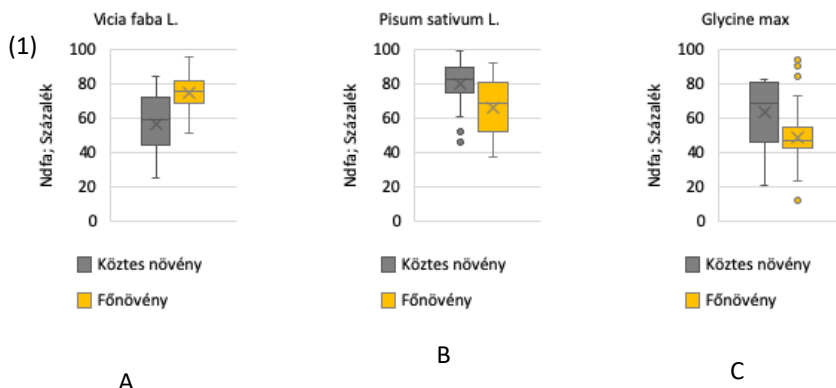
7.ábra: A légköri nitrogénmegkötés mennyisége és a teljes nitrogénmegkötés mennyisége között fennálló kapcsolat a főnövényként vetett takarmánybab (*Vicia faba L.*), borsó (*Pisum sativum L.*) és szója (*Glycine max*) esetében.

Figure 7: Amounts (A) and proportion (B) of nitrogen fixation from air of *Vicia Faba L.*, *Pisum sativum L.* and *Glycine max* in intercropping system

C) Főnövényként vagy köztes növényként vetett takarmánybab (*Vicia faba L.*), borsó (*Pisum sativum L.*) és szója (*Glycine max*) légköri nitrogénmegkötésének aránya

A köztes növényként vetett takarmánybab (A), borsó (B) vagy szója (C) légköri nitrogénmegkötés arányának átlaga (x-el jelölve) kizárólag a takarmánybab esetében alacsonyabb a főnövényként történő termesztéshez képest (8. ábra).

A köztes- vagy főnövényként vetett takarmánybab (A), borsó (B) vagy szója (C) légköri nitrogénmegkötés arányainak sokasági átlagai között 95 százalékos valószínűségi szinten szignifikáns ($P < 0,005$) eltérés mutatható ki.



(1) Ndfa; percentage

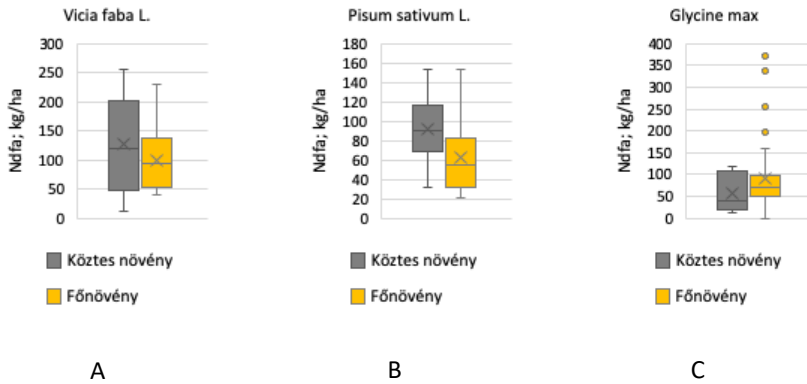
8.ábra: A főnövényként vagy köztes növényként vetett (A) takarmánybab (*Vicia faba* L.), (B) borsó (*Pisum sativum* L.) és (C) szója (*Glycine max*) légköri nitrogénmegkötésének aránya (Ndfa%)

Figure 8: Proportion (B) of nitrogen fixation from air (Ndfa%) of *Vicia Faba* L (A), *Pisum sativum* L. (B) and *Glycine max* (C) in inter- and main cropping system

D) Fő- vagy köztes növényként vetett takarmánybab (*Vicia faba* L.), borsó (*Pisum sativum* L.) és szója (*Glycine max*) légköri nitrogénmegkötésének mennyisége.

A főnövényként vetett takarmánybab (A) és borsó (B) által a légkörből megkötött nitrogén mennyiségének az átlaga (x- el jelölve) alacsonyabb a köztes növényként történő termesztéshez képest. Szója (C) főnövényként történő termesztésénél átlagosan nagyobb mértékben köt meg nitrogént a légkörből, mint köztestermesztés esetében (9. ábra).

A minta átlagok közötti látszólag eltérés ellenére, kizárólag a köztes- és főnövényként termesztett borsó (B) légköri nitrogénmegkötés mennyiségének sokasági átlagai között mutattunk ki 95 százalékos valószínűségi szinten szignifikáns ($P < 0,005$) különbséget.

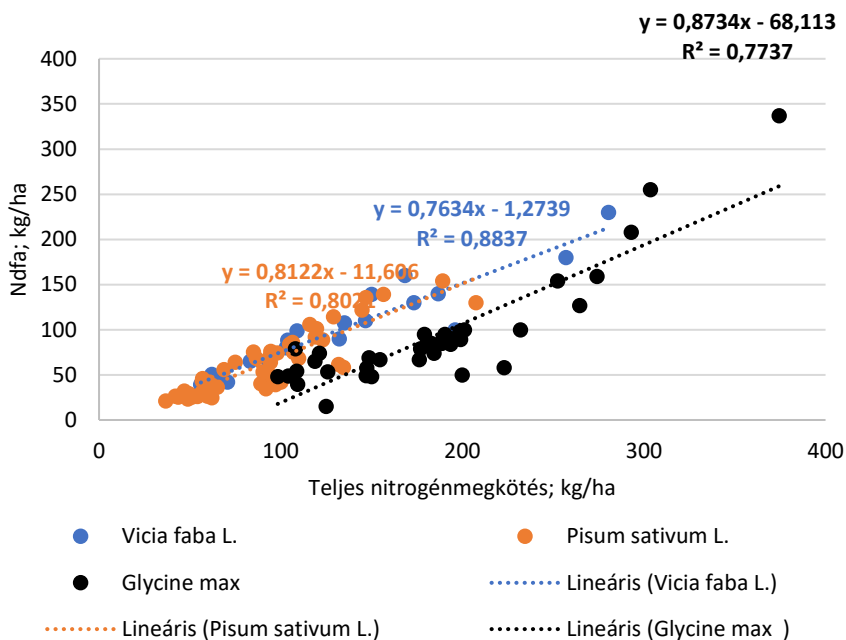


9.ábra: A főnövényként vagy köztes növényként vetett (A) takarmánybab (*Vicia faba* L.), (B) borsó (*Pisum sativum* L.) és (C) szója (*Glycine max*) légköri nitrogénmegkötésének mennyisége

Figure 9: Amounts (B) of nitrogen fixation from air (Ndfa%) of *Vicia Faba* L (A), *Pisum sativum* L. (B) and *Glycine max* (C) in inter- and main cropping system

Teljes nitrogénmegkötés és a légköri nitrogénmegkötés kapcsolata

A főnövényként (10. ábra) vagy köztes növényként (11. ábra) termesztett borsó (*Pisum sativum* L.) és szója (*Glycine max*) esetében a légkörből megkötött nitrogén mennyisége és a teljes nitrogénmegkötés között erős összefüggést találtunk. Főnövényként vetett takarmánybagnál ($r= 0,9400$, $n=20$), borsónál ($r=0,8955$, $n=48$) és a szójánál ($r=0,8990$, $n=48$) a légköri nitrogénmegkötés pozitív, erős korrelációt mutat a teljes nitrogénmegkötéssel. A determinációs koefficiens értelmében a főnövényként vetett takarmánybab teljes nitrogénmegkötés összvarianciájának 88,3 százalékát, borsó esetében 80,2 százalékát míg szója esetében 77,3 százalékát magyarázza a légköri nitrogénmegkötés mennyisége (10. ábra).

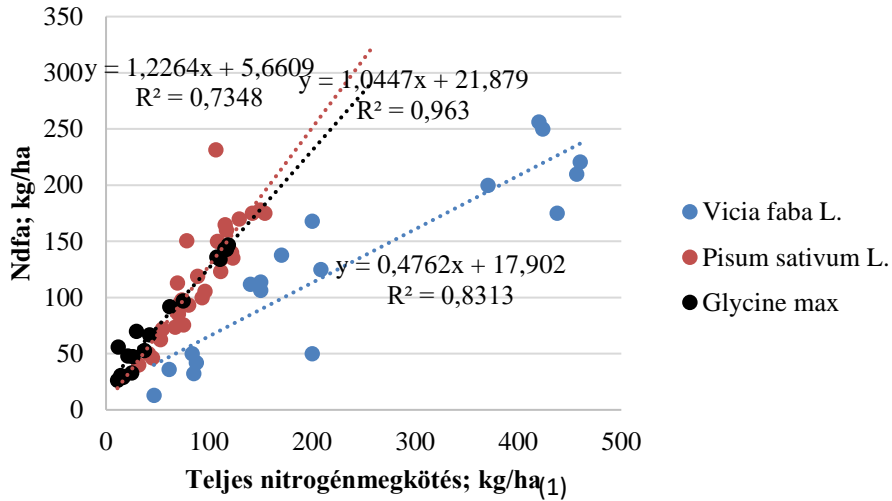


(1) Total nitrogen fixation, kg/ha

10.ábra: A légköri nitrogénmegkötés (*Ndfa*) mennyisége és a teljes nitrogénmegkötés mennyisége között fennálló kapcsolat a főnövényként vetett takarmánybab (*Vicia faba* L.), borsó (*Pisum sativum* L.) és szója (*Glycine max*) esetében.

Figure 10: Correlation between amounts of total nitrogen fixation and nitrogen fixation from air (*Ndfa*) of *Vicia Faba* L., *Pisum sativum* L. and *Glycine max* in main cropping system

A takarmánybab ($r = 0,9117$, $n = 18$), a borsó ($r = 0,8571$, $n = 28$) és a szója ($r = 0,9813$, $n = 18$) köztes növényként történő termesztésénél a légköri nitrogénmegkötés szintén pozitív erős korrelációt mutat a teljes nitrogénmegkötéssel. A determinációs koefficiens értelmében a köztes növényként termesztett takarmánybab teljes nitrogénmegkötés összvarianciájának 88,1 százalékát, borsó esetében 73,5 százalékát míg szója esetében 96,3 százalékát magyarázza meg a légköri nitrogénmegkötés mennyisége (11. ábra).



(1) Total nitrogen fixation, kg/ha

11. ábra: A légköri nitrogénmegkötés mennyisége és a teljes nitrogénmegkötés mennyiség között fennálló kapcsolat a köztes növényként termesztett takarmánybab (*Vicia faba L.*), borsó (*Pisum sativum L.*) és szója (*Glycine max*) esetében.

Figure 1.: Correlation between amounts of total nitrogen fixation and nitrogen fixation from air (*Ndfa*) of *Vicia Faba L.*, *Pisum sativum L.* and *Glycine max* in intercropping system

4. KÖVETKEZTETÉSEK

Bedoussac et al. (2015) állítása, miszerint a főnövényként vetett hüvelyesek átlagosan nagyobb mennyiségű nitrogént kötnek meg a levegőből, mint köztes termesztés esetén, addig a köztes növényként termesztett hüvelyesek nagyobb arányban kötik meg a levegőben található nitrogént a kiválasztott szakirodalmak metaanalízise alapján nem támasztható egyértelműen alá. Vizsgálataink alapján a mennyiségi kitételnek kizárólag a szója (*Glycine max*) által megkötött légköri nitrogén mennyisége felel meg (9c. ábra). A légköri nitrogénmegkötés aránya tekintetében a borsó (*Pisum sativum L.*, 8b. ábra) és a szója (*Glycine max*, 8c. ábra) támasztotta alá *Bedoussac et al.* 2015 megállapítását. Az eltérést magyarázza, hogy a takarmánybab, és a szója köztesnövényként történő termesztése a fejlett, iparosodott országokban szinte teljesen eltűnt (*Zhang et al.*, 2004), kizárólag organikus gazdálkodást folytató gazdaságok

vetésforgójában kap helyet (*Jensen* 2006). Ennek megfelelően a gabona-szója, és a gabona-takarmánybab köztestermesztésére kizárólag kínai, nepáli és ghánai konvencionális gazdálkodási gyakorlatok állnak rendelkezésre, ahol szűkebb spektrumú kultúrnövény szortiment áll a termesztők rendelkezésére, amelyek nitrogénmegkötő képessége elmarad a fejlettebb országok kultúrnövény-változataihoz képest. Európában kizárólag Olaszországban (*Ingraffia et al.* 2019) és Franciaországban (*Tribouillois et al.* 2012) azonosítottunk olyan példákat, ahol a takarmánybab, valamint szója köztes növényként történő termesztésének fókuszpontjában a légköri nitrogénmegkötő képesség vizsgálata állt.

Elemzésünk alapján erős szignifikáns lineáris korrelációt állapítottunk meg a főnövényként vagy köztes növényként vetett takarmánybab, borsó és szója légköri nitrogénmegkötő képessége és a teljes nitrogénmegkötés között, amely *Anglade és munkatársai* (2015), valamint *Saia és munkatársai* (2016) vizsgálati eredményeivel egyezik meg. A determinációs koefficiens értelmében a főnövényként vetett takarmánybab teljes nitrogénmegkötés összvarianciájának 88,3 százalékát, borsó esetében 80,2 százalékát míg szója esetében 77,3 százalékát magyarázza meg a légköri nitrogénmegkötés mennyisége (*10. ábra*). Ezzel szemben a köztes növényként termesztett takarmánybab teljes nitrogénmegkötés összvarianciájának 88,1 százalékát, borsó esetében 73,5 százalékát míg szója esetében 96,3 százalékát magyarázza meg a légköri nitrogénmegkötés mennyisége (*11. ábra*).

THE ROLE OF LEGUMES (FABALES) IN THE MITIGATION OF GREENHOUSE GAS EMISSION AND IN CROP PRODUCTION

**^{1,3}ISTVÁN MIHÁLY KULMÁNY - ¹ERZSÉBET ENZSÖL - ¹VIKTÓRIA VONA -
²BARNA KOVÁCS - ¹GÁBOR MILICS**

¹Széchenyi István University, Faculty of Agricultural and Food Sciences,
Mosonmagyaróvár

²Ministry of Foreign Affairs and Trade, Budapest

³National Agricultural Research and Innovation Centre, Research Institute of
Agricultural Economics, Budapest

ABSTRACT

Agriculture, Forestry, and Other Land Use (*AFOLU*) sectors have been responsible for 24 percent of the global anthropogenic greenhouse gas emission (GHG emission) in 2010. GHG emission from agricultural production were estimated at 5,4 – 5,8 GtCO₂ in 2010. The volume of nitrous oxide (N₂O), methane (CH₄) and carbon dioxide (CO₂) are the most relevant in agricultural GHG emission. Almost three quarters of global nitrous oxide emission derives from the crop production but its importance is going to increase due to the spreading of intensive agriculture activities.

Cereal-based arable farming systems had become the dominating agriculture production system. If the role of technology intensive cereals production system increases further in crop rotation in the future, it might result occurrence of serious environmental liability. The objective of this review article is to reveal the role of legumes in the reduction of GHG emission based on overview of research papers.

On the basis of literature data, it has been noted that the nitrogen oxide's emission of arable land can be mitigated by adopting modified crop rotations. Framing the legumes into the crop rotation is one of the alternative ways to achieve this mitigation goals. The legumes are able to fix their nitrogen needs from air through biological nitrogen fixation (BNF), thus reduce the application of artificial fertilizers and the fossil fuel consumption. Therefore, it can be concluded that the legumes fix 0-372 kilograms of

nitrogen annually from air, which is equivalent to 10-30 percent GHG emissions in savings considering the whole production cycle.

Keywords: greenhouse gas emission, crop rotation, legumes, BNF, nitrogen fixation

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatást az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú „Innovatív tudományos műhelyek a hazai agrár felsőoktatásban” című projekt, valamint a Nemzeti Tehetség Program, NTP-SZKOLL-19-0053 pályázat támogatta.

IRODALOMJEGYZÉK

Anglade, J. - Billen, G. - Garnier, J. (2015): Relationships for estimating N₂ fixation in legumes: incidence for N balance of legume-based cropping systems in Europe. Ecosphere. 6, (3) 1-24.

Bedoussac, L. - Journet, E. P. - Hauggaard-Nielsen, H. - Naudin, C. - Corre-Hellou, G. - Jensen, E. S. - Prieur, L. - Justes, E. (2015): Ecological principles underlying the increase of productivity achieved by cereal-grain legume intercrops in organic farming. A review. Agronomy for Sustainable Development. 35, 911-935.

Bockisch, F. J. (2010): Bewertung von Verfahren der ökologischen und konventionellen landwirtschaftlichen Produktion im Hinblick auf den Energiewinsatz und bestimmte Schadgasemissionen: Studie als Sondergutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft. Braunschweig Bundesforschungsanst für Landwirtschaft, Darmstadt.

Bouwer, F. (2006): Main trends in agriculture. In: Agriculture for sustainable development: a dialogue on societal demand, pressures and options for policy. LEI Agricultural Economics Research Institute, Wageningen.

Carlson, R. (1962): Silent Spring. Houghton Mifflin Company, Cambridge.

Carranca, C. - de Varennes, A. - Rolston, D. (1999): Biological nitrogen fixation by faba bean, pea and chickpea, under field conditions, estimated by the ¹⁵N isotope dilution technique. European Journal of Agronomy. 10, 49-56.

- Carrouée, B. - Schneider, A. - Flénet, F. - Jeuffroy, M. H. - Nemecek, T.* (2012): Introduction of dry pea crop in rotations of cereals and rapeseed: impact on the economic and environmental performances. *Innovations agronomiques*. **25**, (1) 125-142.
- Cavaillès, E.* (2009): La rélande des légumineuses dans le cadre d'un plan protéine: Quels bénéfices environnementaux? Commissariat Général au Développement Durable, Paris.
- Ceschia, E. - Béziat, P. - Dejoux, J. F. - Aubinet, M. - Bernhofer, C. H. - Bodson, B. - Buchmann, N. - Carrara, A. - Cellier, P. - Di Tommasi, P. - Elbers, J. A. - Eugster, W. - Grünwald, T. - Jacobs, C. M. J. - Jans, W. W. P. - Jones, M. - Kutsch, W. - Lanigan, G. - Magliulo, E.* (2010): Management effects on the net ecosystem carbon and GHG budgets at European crop sites. *European Journal Agronomy*. **139**, (3) 363-383.
- Chhabra, A. - Manjunath, K. R. - Panigraphy, S. - Parihar, J. S.* (2009): Spatial pattern of methane emissions from Indian livestock. *Current Science*. **96**, (5) 683-689.
- Ciampitti, I. A. és Salvagiotti, F.* (2018): New insight into soybean biological nitrogen fixation. *Agronomy Journal*. **110**, (4) 1185-1196.
- Clément, A. - Chalifour, F. P. - Bharati, M. P. és Gendron, G.* (1992): Nitrogen and light partitioning in a maize/soybean intercropping system under a humid subtropical climate. *Canadian Journal of Plant Science*. **72**, 69-82.
- Cohen, M. N.* (1977): *The Food Crisis in Prehistory: Overpopulation and the Origins of Agriculture*. Yale University Press, New Haven
- Collino, D. J. - Salvagiotti, F. - Perticari, A. - Piccinetti, C. - Ovando, G. - Urquiaga, S. - Racca, R. W.* (2015): Biological nitrogen fixation in soybean in Argentina: relationships with crop, soil, and meteorological factors. *Plant and Soil*. **392**, (1-2) 239-252.
- Corre-Hellou, G. és Crozat, Y.* (2005): N₂ fixation and N supply in organic pea (*Pisum sativum* L.) cropping systems as affected by weeds and pea weevil (*Sitona lineatus* L.). *European Journal of Agronomy*. **22**, (4) 449-458.
- Cowan, R. és Gunby, P.* (1996): Sprayed to death: path dependence, lock-in and pest control strategies. *The Economic Journal*. **106**, (436) 521-542.
- Daugbjerg, C. és Swinbank, A.* (2011): Explaining the 'Health Check' of the Common Agricultural Policy: budgetary politics, globalisation and paradigm change revisited. *Journal of Policy Studies*. **32**, (2) 127-141.

- Dequiedt, B. és Moran, D.* (2015): The cost of emission mitigation by legume crops in French agriculture. *Ecological Economics*. **110**, (1) 51-60.
- Duxbury, J. M.* (1994): The significance of agriculture source of greenhouse gases. *Fertilizer research*. **35**, (2) 151-163.
- Fan, F. - Zhang, F. - Song, Y. - Sun, J. - Bao, X. - Guo, T. - Li, L.* (2006): Nitrogen fixation of faba bean (*Vicia faba L.*) interacting with a non-legume in two contrasting intercropping systems. *Plant and Soil*. **283**, 275-286.
- FAO* (2019): Crops - Area harvested and yield. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [Hozzáfértés dátuma: 2019 március 9.].
- Fares, M. - Magrini, M. B. - Triboulet, P.* (2012): Agroecological transition, innovation and lock-in effects: the impact of the organizational design of supply chains. *Cahiers Agricultures*. **21**, (1) 34-45.
- Fennell, R.* (1997): "The Common Agricultural Policy - Continuity and Change". Clarendon Press, Oxford.
- Firestone, M. K. - Davidson, E. A.* (1989): Microbiological basis of NO and N₂O production and consumption in soil. In: *Andreae M. O. és Schimel D. S. (szerk.): Exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere: report of the Dahlem workshop on exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere*. Wiley, New York. 7-21.
- Fred, E. B. - Baldwin, I. L. - McCoy, E.* (1933): Root nodule bacteria and leguminous. *Soil Science*. **35**, (2) 167.
- Frederick, L. S. - Bues, A. - Preissel, S. - Reckling, M.* (2013): The environmental role of protein crops in the new Common Agricultural Policy. European Parliament, Directorate-General for Internal policies, Brussels.
- Galloway, J. N. - Schlesinger, W. H. - Levy, H. II - Michaels, A. - Schnoor, J. L.* (1995): Nitrogen fixation: Anthropogenic enhancement- environmental response. *Global Biogeochemistry Cycles*. **9**, 235-252.
- Gan, Y. - Liang, C. - Wang, X. - McConkey, B.* (2011): Lowering carbon footprint of durum wheat by diversifying cropping system. *Field Crops Research*. **122**, (1) 199-206.
- Garzon, I.* (2006): The MacSharry Reform (1992). In: *Reforming the Common Agricultural Policy*. Palgrave Studies in European Union Politics. Palgrave Macmillan, London. 61-75.

Geugeun, J. - Duc, G. - Boutin, J. P. - Dronne, Y. - Munier-Jolian, N. - Séve, B. - Tivoli, B. (2008): La filière protéagineuse, quels défis pour la recherche? Rencontre au Salon International de l'Agriculture. INRA, Paris.

Giller, K. E. (2001): Nitrogen fixation in tropical cropping systems. CABI Publishing, Wallingford.

Graham, P. H. és Vance, C. P. (2000): Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extension needs. *Field Crops Research*. **65**, (1) 93-106.

Guffy, R. D. - Vanden Heuvel, R. M. - Vasilas, B. L. - Nelson, R. L. - Frobish, M. A. - Hesketh, J. D. (1989): Evaluation of the N₂-fixation capacity of four soybean genotypes by several methods. *Soil Biology and Biochemistry*. **21**, (3) 339-342.

Hart, K. - Allen, B. - Keenleyside, C. - Nanni, S. - Maréchai, A. - Paquel, K. - Nesbit, M. - Ziemann, J. (2017): The consequences of climate change for EU agriculture. Follow-up to the COP21 - UN Paris climate change conference. DG for Internal Policies, Agriculture and Development, Brussels.

Hauggaard-Nielsen, H. - Jornsagaard, B. - Kinane, J. - Jensen, E. S. (2007): Grain legume-cereal intercropping: The practical application of diversity, competition and facilitation in arable and organic cropping systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*. **23**, (1) 3-12.

Hauggaard-Nielsen, H. - Gooding, M. - Ambus, P. - Corre-Hellou, G. - Crozat, Y. - Dahlmann, C. - Dibet, A. - von Fragstein, P. - Pristeri, A. - Monti, M. - Jensen, E. S. (2009): Pea-barley intercropping for efficient symbiotic N₂-fixation, soil N acquisition and use of other nutrients in European organic cropping systems. *Field Crops Research*. **113**, (1) 64-71.

Herridge, D. és Rose, I. (2000): Breeding for enhanced nitrogen fixation in crop legumes. *Field Crops Research*. **65**, 229-248.

Horváth J. (2018): Az Európai Unió Agrárpolitikája. Szegedi Tudomány Egyetem, Hódmezővásárhely.

Hossain, Z. - Wang, X. - Hamel, C. - Knight, J. D. - Morrison, M. J. - Gan, Y. (2016): Biological nitrogen fixation by pulse crops on semiarid Canadian prairies. *Canadian Journal of Plant Science*. **97**, 119-131.

Hutchinson, G. L. és Davidson, E. A. (1993): Process for production and consumption of gaseous nitrogen oxides on soil. *American Society of Agronomy*. **55**, 79-94.

- Hymowitz, T. és Singh, R. J.* (1987): Taxonomy and speciation. In: *Wilcox J. R. (szerk.) Soybean: Improvement, Production and Uses.* American Society of Agronomy, Madison. 23-48.
- Ingraffia, R. - Amato, G. - Frenda, A. S. - Giambalvo, D.* (2019): Impacts of arbuscular mycorrhizal fungi on nutrient uptake, N₂ fixation, N transfer, and growth in a wheat/faba bean intercropping system. *Plos one.* **14**, (3) 1-16.
- IPCC* (1996): *Climate Change 1995, the Science of Climate Change.* Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC* (2014): *Climate Change 2014, Synthesis Report.* Contribution of Working Group I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Genova.
- Jahn, J. L. - Stampfer, M. J. - Willett, W. C.* (2015): Food, health and the environment: A global grand challenge and some solutions. *Deadalus.* **144**, (4) 31-44.
- Jensen, E. S. és Hauggaard-Nielsen, H.* (2003): How can increased use of biological use of biological N₂ fixation in agriculture benefit the environment? *Plant and Soil.* **252**, (1) 177-186.
- Jensen, E. S.* (2006): *INTERCROP - Intercropping of cereals and grain legumes for increased production, weed control, improved product quality and prevention of N-losses in European organic farming systems.* Final Report. EC project QLK5-CT-2002-02352, Roskilde.
- Jeuffroy, M. H.* (2006): The ecological services of protein crops: the basis of sustainable farming systems. National Institute of Agricultural Research at the International Agricultural Show, Paris.
- Jeuffroy, M. H. - Baranger, E. - Carrouée, B. - De Chezelles, E. - Gosme, M. - Hénault, C. - Schenider, A. - Cellier, P.* (2013): Nitrous oxide emission from crop rotation including wheat, rapeseed and dry peas. *Biogeosciences.* **10**, (3) 1787-1797.
- Kallis, G. és Norgaard, R. B.* (2010): Coevolutionary ecological economics. *Ecological Economics.* **69**, (4) 690-699.
- Kamp, J. - van Berkum, S. - Timmer, R. - van Reeuwijk, P.* (2011): Verkenning naar de mogelijkheden van eiwithoudende teelten in Europa. Wageningen UR, Wageningen.
- Kennedy, I. R. és Cocking, E. C.* (1997): *Biological Nitrogen Fixation: The Global Challenge and Future Needs.* Sun Fix Press, Sydney.

- Kermah, M. - Franke, A. C. - Adjei-Nsiah, S. - Ahiabor, B. D. K. - Abaidoo, R. C. - Giller, K. E.* (2018): N₂-fixation and N contribution by grain legumes under different soil fertility status and cropping systems in the Guinea savanna of northern Ghana. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. **261**, 201-210.
- Kihara, J. - Martius, C. - Bationo, A. - Vlek, P. L. G.* (2011): Effects of tillage and crop residue application on soybean nitrogen fixation in a tropical ferralsol. *Agriculture*. **1**, 22-37.
- Köpke, U. és Nemecek, T.* (2010): Ecological services of faba bean. *Field Crops Research*. **115**, (1) 217-233.
- Kroeze, C. - Mosier, A. R. - Bouwam, L.* (1993): Closing the global N₂O budget: retrospective analysis 1500-1994. *Global Biogeochemical Cycles*. **13**, (1) 1-8.
- Lamine, C.* (2011): Transition pathways towards a robust ecologization of agriculture and the need for system redesign. Cases from organic farming and IPM. *Journal of Rural Studies*. **27**, (2) 209-219.
- Leng, R. A.* (1993): The impact of livestock development on environmental change. FAO, Rome.
- Li, Y. Y. - Yu, C. B. - Cheng, X. - Li, C. J. - Sun, J. H. - Zhang, F. S. - Lambers, H. - Li, L.* (2009): Intercropping alleviates the inhibitory effect of N fertilization on nodulation and symbiotic N₂ fixation of faba bean. *Plant and Soil*. **323**, 295-308.
- LMC International* (2009): Evaluation of measures applied under the common agricultural policy to the protein crop sector. LMC International, New York/Oxford/Kuala Lumpur.
- López-Bellido, L. - López-Bellido, R. J. - Redondo, R. - Benítez, J.* (2006): Faba bean nitrogen fixation in a wheat-based rotation under rainfed Mediterranean conditions: Effect of tillage system. *Field Crops Research*. **98**, 253-260.
- Lowe, P. - Murdoch, J. - Marsden, T. - Munton, R. - Flynn, A.* (1993): Regulating the new rural spaces: the uneven development of land. *Journal of Rural Studies*. **9**, (3) 205-222.
- Mahmood, F.* (2011): Analysis of the conditions for the development of grain legumes in the Midi-Pyrénées region (France), using the APES-FSSIM-indicators modelling chain. PhD. értekezés, Montpellier.

- Matthews, A.* (2015): "Food Security as a Driver of Integration in Europe.". In: *L. Brennan és P. Murray (szerk.): Drivers of Integration and Regionalism in Europe and Asia: Comparative Perspectives.* Routledge, London. 148-163.
- Matthews, A.* (2018): The EU's Common Agricultural Policy Post 2020: Directions of Change and Potential Trade and Market Effects. FAO és ICTSD, Geneva.
- McCauley, A. M. - Jones, C. A. - Miller, P. R. - Burgess, M. H. - Zabinski, C. A.* (2012): Nitrogen fixation by pea and lentil green manures in a semi-arid agroecoregion: effect of planting and termination timing. *Nutrient Cycling in Agroecosystems.* **92**, 305-314.
- Meynard, J. M. és Girardin, P.* (1991): Produire autrement. *Courrier de la cellule environnement.* INRA. **15**, (15) 1-19.
- Meynard, J. M. - Messéan, A. - Charlier, A. - Charrier, F. - Farés, M. - Le Bail, M. - Magrini, M. B. - Savini, I. - Réchauchère, O.* (2013): Crop diversification: obstacles and levers Study of farms and supply chains. INRA, Paris.
- Micke, A.* (1993): Mutation breeding of grain legumes. *Plant and Soil.* **152**, 81-85.
- Mona, E. H. - Ferial, Z.* (2018): Production of vegetable oils in the world and Egypt: an overview. *Bulletin of the National Research Centre.* **42**, (19) 1-9.
- Montzka, S. A. - Dlugokencky, E. J. - Butler, J. H.* (2011): Non-CO₂ greenhouse gases and climate change. *Nature.* **476**, 43-50.
- Naqvi, S. M. és Sejian, V.* (2011): Global climate change: role of livestock. *Asian Journal of Agricultural Sciences.* **3**, (1) 19-25.
- Naudin, C. - Corre-Hellou, G. - Pineau, S. - Crozat, Y. - Jeuffroy, M. H.* (2010): The effect of various dynamics of N availability on winter pea-wheat intercrops: Crop growth, N partitioning and symbiotic N₂ fixation. *Field Crops Research.* **119**, (1) 2-11.
- Nemecek, T. - von Richthofen, J. S. - Dubois, G. - Casta, P. - Charles, R. - Hubert, P.* (2008): Environmental impacts of introducing grain legumes into European crop rotation. *European Journal of Agronomy.* **28**, (3) 380-393.
- Ntasi, G. - Karkanis, A. - Yfantopoulos, D. - Pappa, V. - Konosonoka, I. H. - Travios, I. - Bilalis, D. - Bebeli, P. - Savvas, D.* (2018): Evaluation of the field performance, nitrogen, fixation efficiency and competitive ability of pea landraces grown under organic and conventional farming systems. *Archives of Agronomy and Soil Science.* **65**, (3) 294-307.

- Oberson, A. - Nanzer, S. - Bosshard, C. - Dubois, D. - Mader, P. - Frossard, E.* (2007): Symbiotic N₂ fixation by soybean in organic and conventional cropping systems estimated by ¹⁵N dilution and ¹⁵N natural abundance. *Plant and Soil*. **290**, 69-83.
- Ott, A. és Vos, E.* (2009): Fifty Years of European Integration: Foundations and Perspectives. T.M.C. Asser Press, Maastricht.
- Paustian, K. - Lehmann, J. - Ogle, S. - Reay, D. - Robertson, G. P. - Smith, P.* (2016): Climate-smart soils. *Nature*. **532**, (7597) 49-57.
- Peoples, M. B. - Hauggaard-Nielsen, H. - Jensen, E. S.* (2009): The potential environmental benefits and risks derived from legumes in rotations. In: *Emerich, D. W. – Krishnan, H. B. (szerk.): Agronomy Monograph 52. Nitrogen Fixation in Crop Production.* American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Madison. 349-385.
- Polhill, R. M. - Raven, P. H. - Stirto, C. H.* (1981): Evolution and Systematics of leguminosae. In: *Polhill, R. M. - Raven, P. H. (szerk.): Advances in legume systematics, Part I.* Royal Botanic Garden, Kew. 1-26.
- Postgate, J.* (1998): Nitrogen fixation. Cambridge University Press, Cambridge. 112.
- Rajala, J. - Leinonen, P. - Schepel, I.* (2006): Ravinnekierröt ja ravinnehuolto luonnonmukaisessa viljelyssä (In English: Nutrient cycle and maintenance in organic farming). In: *Rajala, J. (szerk.): Luonnonmukainen maatalous.* Helsingin yliopisto, Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus, Helsinki. 123-248.
- Rathke, G. W. - Wienhold, B. J. - Wilhelm, W. W. - Diepenbrock, W.* (2007): Tillage and rotation effect on corn–soybean energy balances in eastern Nebraska. *Soil Tillage*. **97**, (1) 60-70.
- Reckling, M. - Bergkvist, G. - Watson, A. C. - Stoddard, F. L. - Zander, P. M. - Walker, R. L. - Pristeri, A. - Toncea, I. - Bachinger, J.* (2016): Trade-off between economic and environmental impacts of introducing legumes into cropping systems. *Frontiers Plant Science*. **7**, (1) 669-684.
- Ruisi, P. - Amato, G. - Badagliacca, G. - Frenda, A. S. - Giambalvo, D. - Di Miceli, G.* (2017): Agro-ecological benefits of faba bean for rainfed Mediterranean cropping systems. *Italian Journal of Agronomy*. **12**, (865) 233-245.
- Saia, S. - Urso, V. - Amato, G. - Frenda, A. S. - Giambalvo, D. - Ruisi, P. - Di Miceli, G.* (2016): Mediterranean forage legumes grown alone or in mixture with annual ryegrass:

biomass production, N₂ fixation, and indices of intercrop efficiency. *Plant and Soil*. **402**, 395-407.

Schneider, A. - Huyghe, C. (2015) Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables. Editions Quae, Paris.

*Schoeny, A. - Devienne-Barret, F. - Jeuffroy, M. H. - Lucas, P. (2003): Effect of take-all root infections on nitrate uptake in winter wheat. *Plant Pathology*. **52**, (1) 52-59.*

*Schweiger, P. - Hofer, M. - Hartl, W. - Wanek, W. - Vollmann, J. (2012): N₂ fixation by organically grown soybean in Central Europe: Method of quantification and agronomic effects. *European Journal of Agronomy*. **41**, 11-17.*

*Sinclair, T. R. - Muchow, R. C. - Bennet, J. M. - Hammond, L. C. (1987): Relative sensitivity of nitrogen and biomass accumulation to drought in field-grown soybean. *Agronomy Journal*. **79**, (1) 986-991.*

*Smil, V. (1999): Nitrogen in crop production. *Global Biogeochemical Cycles*. **13**, (1) 647-662.*

*Tilman, D. (1999): Global environmental impacts of agricultural expansion: the need for sustainable and efficient practices. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. **96**, (1) 5995-6000.*

Tracy, M. (1994): Élelmiszertermelés és mezőgazdaság a piacgazdaságban. Pannon Agrártudományi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely.

Tribouillois, H. - Christante, P. - Estragnat, A. - Champclou, D. - Vericel, G. - Lande, N. - Bedoussac, L. - Justes, E. (2012): Is sunflower-soybean intercropping an efficient solution for increasing natural resources use efficiency and yield production? 18th International Sunflower Conference, Mar del Plata.

*Tubiello, F. N. - Salvatore, M. - Rossi, S. - Ferrara, A. - Fitton, N. - Smith, P. (2013): The FAOSTAT database of greenhouse gas emission from agriculture. *Environmental Research Letter*. **8**, 1-11.*

U.S. EPA (2012): Global anthropogenic non-CO₂ greenhouse gas emissions: 1990-2030. EPA, Washington D.C.

*Unkovich, M. J. és Pate, J. S. (2000): An appraisal of recent field measurements of symbiotic N₂ fixation by annual legumes. *Field Crops Research*. **65**, (1) 211-222.*

USITC (1983): U.S. Embargoes on agricultural exports: Implications for the U.S. agricultural industry and U.S. exports, United States International Trade Commission, Whashington.

USITC (1993): The year in trade: Operation of the trade agreements program, 44th report. USITC, Washington, DC.

van Kessel, C. és Hartley, C. (2000): Agricultural management of grain legumes: Has it led to an increase in nitrogen fixation? *Field Crops Research*. **65**, (1) 165-181.

Vance, C. P. (2001): Symbiotic nitrogen fixation and phosphorus acquisition: plant nutrition in a world of declining renewable resources. *Plant Physiology*. **127**, (1) 390-397.

Voisin, A. S. - Guéguen, J. - Huyghe, C. - Jeuffroy, M. H. - Magrini, M. B. - Meynard, J. M. - Mougél, C. - Pellerin, S. - Pelzer, E. (2013): Legumes for feed, food, biomaterials and bioenergy in Europe: a review. *Agronomy for Sustainable Development*. **34**, (2) 361-380.

von Richthofen, J. S. - Pahl, H. - Bouttet, D. - Casta, P. - Cartrysse, C. - Charles, R. - Lafarga, A. (2006): What do European farmers think about grain legumes? *Grain Legumes*. **45**, (1) 14-15.

Walford, N. (2003): A past and a future for diversification on farms? Some evidence from large-scale, commercial farms in South East England. *Geografiska Annaler - Human Geography*. **85**, (1) 51-62.

Warkentin, D. T. - Smykal, P. - Coyne, J. C. - Weeden, N. - Domoney, C. - Bing, D. J. - Leonforte, A. - Xuxiao, Z. - Dixit, P. G. - Boros, L. - McPhee, E. K. - McGee, J. R. - Burstin, J. - Ellis, N. T. H. (2015): Pea. In: De Ron, M. A. (szerk.) *Grain legumes*. Springer, New York. 37-83.

Watson, A. C. - Reckling, M. - Preissel, S. - Bachinger, J. - Bergkvist, G. - Kuhlman, T. - Lindström, K. - Nemeck, T. - Topp, F. E.C. - Vanhatalo, A. - Zander, P. - Murphy-Bokern, D. - Stoddard, L. F. (2017): Grain legume production and use in European agricultural system. *Advances in Agronomy*. **1**, 235-303.

Wery, J. és Ahlawat, I. P. S. (2007): Analysing and improving the role of grain legumes in cropping system's sustainability: a system approach illustrated on chickpea in India and Europe. In: Karkwal, M. C. (szerk.): *Food Legumes for Nutritional Security and Sustainable Agriculture*. Indian Society of Genetics and Plant Breeding, New Delhi. 820-836.

Wilson, C. és Tisdell, C. (2001): Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs. *Ecological Economics*. **39**, (3) 449-462.

Wright, B. D. és Williams, J. C. (1988): The Incidence of market-stabilising price support schemes. *The Economic Journal*. **98**, (1) 1183-1198.

Yang, C. - Hossein, Z. - Warkentin, T., (2017): Evaluation of growth and nitrogen fixation of pea nodulation mutants in western Canada. *Canadian Journal of Plant Science*. **97**, 1121-1129.

Zhang, F. - Shen, J. - Li, L. - Liu, X. (2004): An overview of rhizosphere process related with plant nutrient in major crop system in China. *Plant and Soil*. **260**, 89-99.

Zimmer, S. - Messmer, M. - Haase, T. - Piepho, H. P. - Mindermann, A. - Schulz, H. - Habekuss, A. - Ordon, F. - Wilbois, K. P. - Hess, J. (2016): Effects of soybean variety and Bradyrhizobium strains on yield, protein content and biological nitrogen fixation under cool growing conditions in Germany. *European Journal of Agronomy*. **72**, 38-46.

A szerző levélcíme – Address of the author:

Kulmány István Mihály

Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Agrárgazdasági Kutatóintézet

1093 Budapest, IX. Zsil utca 3-5.

E-mail cím: kulmany.istvan@aki.naik.hu

Dr. habil. Milics Gábor

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

9200 Mosonmagyaróvár Vár tér 2.

E-mail cím: milics.gabor@sze.hu

Dr. Enzsöl Erzsébet

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

9200 Mosonmagyaróvár Vár tér 2.

E-mail cím: enzsol.erszebet@sze.hu

Dr. Kovács Barna

Külgazdasági és Külügyminisztérium

1027 Budapest, Bem rakpart 47.

E-mail cím: Barna.Kovacs@mfa.gov.hu

Vona Viktória

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

9200 Mosonmagyaróvár Vár tér 2.

E-mail cím: vonaviki@gmail.com



CLEARFILED ÉS CLEARFIELD PLUS HERBICID TOLERÁNS GYOMIRTÁSI TECHNOLÓGIÁK HATÁSÁNAK ÖSSZEHASONLÍTÁSA NAPRAFORGÓBAN

SZÁNTÓ ZOLTÁN

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi kar

ÖSSZEFOGLALÓ:

A tanulmányban a napraforgó gyomirtási technológiái közül a Clearfield és Clearfield Plus technológiák hatékonyságának vizsgálatával foglalkoztam.

A napraforgó a világ negyedik legfontosabb olajnövénye. Olaját már az ókorban és a középkorban is használták gyógyászati és egyéb kiegészítő célokra. Napjainkban világszinten vetésterülete meghaladja a 30 millió hektárt. Fő termelő országok: Oroszország, Ukrajna, India, Argentína, Kína. Európában a fő termelők: Franciaország, Románia, Magyarország, Spanyolország.

A 2019-es évben 619 310 hektáron vetettek Magyarországon napraforgót, ezzel a legnagyobb területen termesztett, legjelentősebb olajnövényünk. A napraforgó termesztésének egyik legnagyobb kihívása a gyomproblémák leküzdése. A hazai napraforgó termelők 2017-ben (BASF Hungária Kft. és Market Insight által végzett piackutatás eredményei alapján) még mindig a gyomirtást nevezték meg az egyik legnagyobb kihívásnak, annak ellenére, hogy a napraforgó terület nagy részét már herbicid toleráns hibridek foglalják el. A napraforgó egyik legjobban elterjedt gyomnövénye az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*). A napraforgó gyomnövényei között az első helyen szerepel és 10 db/m² fertőzöttség akár közel 40 %-os termés kiesést okozhat. A hazai termelők, országos viszonylatban tekintve a parlagfű fertőzését tekintik a legnagyobb problémának.

Vizsgálatom célja összehasonlítani a Magyarországon legelterjedtebb, együtt a vetésterület 64%-át elfoglaló imidazolinon toleráns technológiákat (Clearfield és Clearfield Plus technológiák). Kísérletes körülmények között szeretnénk feltárni, hogy a

Pulsar Plus eltérő, új és innovatív adjuváns rendszere milyen hatékonyságbeli különbségeket mutat a Pulsar 40 SL-lel végzett kezeléshez képest.

VEGYSZERES GYOMSZABÁLYOZÁS LEHETŐSÉGEI NAPRAFORGÓBAN

A napraforgó gyomelnyomó képessége a fejlődési időszak kezdetén gyenge, amíg a lomblevelek megfelelő takarást nem biztosítanak. Vegyszeres gyomszabályozási módszerek közül a PPI, PRE, PREPOST és a POST technológiák, illetve ezek kombinációi alkalmazhatóak.

PPI presowing kezelések: a technológia lényege, hogy vetés előtt kijuttatva sekélyen a talajba dolgozzuk a vegyszert. Száraz tavaszokon és laza talajokon jó hatást érhető el a technológia alkalmazásával. A bedolgozás következtében a vegyszer bemosó csapadéktól függetlenül tudja kifejteni hatását. A hatóanyagok illékony és fényre történő gyors bomlásának következtében fontos a bedolgozás időzítése. A vegyszer kijuttatása és a bedolgozás között 0,5-1 óra időtartamnál több ne teljen el, mert a hatásfok jelentősen csökken. A technológia hatékony alkalmazására készültek kombinált magágy készítő gépek, melyek a vegyszer kijuttatással egy menetben végzik a bedolgozást is, így mind munkaszervezés szempontjából, mind hatékonyság szempontból előnyösebbek a két külön géppel történő kijuttatással szemben. Jelenlegi szabályozás alapján egy engedélyezett bedolgozásra alkalmas készítmény van napraforgóban a Balan (600 g/kg benfluralin hatóanyaggal). Az elsősorban preemergens technológiában alkalmazható Racer (25% fluorkloridion) bedolgozásával szintén javítható a szer hatékonysága száraz időjárás esetén.

PRE preemergens kezelések: a technológia során vetést követően, de kelést megelőzően juttatjuk ki a használni kívánt vegyszert. Az ide tartozó készítmények hatásspektrumuk alapján két nagy csoportba sorolhatók a magról kelő egyszikűek és a magról kelő kétszikűek ellen használható készítményekre. Alkalmazása során fontos, hogy a talaj felszíne jól elművelt aprómorzsa legyen, mert rögös talajon jelentősen csökken a kezelés hatékonysága. Másik fontos tényező, hogy a kezelést követő 7-10 napon belül a hatóanyag működéséhez 15-30 mm bemosó csapadék szükséges, ennek elmaradása esetén a kívánt hatás elmarad. Érdemes említést tenni a túlzott bemosó csapadék okozta problémákról. Sík területen az adjuváns talajban lefelé történő mozgása elmarad a hatóanyag mozgásától, ennek következtében a kultúrnövény

károsodhat, dombos területen a hatóanyag összemosódhat, így ott fokozott gyomirtó hatás mellett a kultúrnövény teljes pusztulása is bekövetkezhet, míg a dombokon a várt gyomirtó hatás elmaradhat. Az oxifluorfen hatóanyag esetében van csapadék nélküli gyomirtó hatás is, viszont ennek a hatóanyagnak 2018-ban az engedélyokirata lejárt és már csak a készletek felhasználására van lehetőség a törvényi előírások betartása mellett.

POSZT posztemergens kezelés: más néven állomány kezelés. A védekezés már a kikelt gyomok ellen irányul. A magról kelő kétszikű gyomnövények többségénél elmondható, hogy 2-4 leveles állapotban legérzékenyebbek az ellenük használt hatóanyagokra. Az évelő egyszikűek közül a fenyércirok (*Sorghum halepense*) 15-25 cm-es állapotában, míg évelő kétszikűek közül a mezei aszat (*Cirsium arvense*) tölevélrózsás állapotában a legérzékenyebb. Ezeknél a kezeléseknél fontos a kijuttatáshoz használt permetlé mennyisége a megfelelő fedettség elérésének érdekében. A posztemergens kezeléseknél 250-300 l/ha permetlével tudjuk elérni a kívánt fedettséget. A kijuttatás során figyelni kell a hőmérsékletre, mivel 25 °C felett a használt hatóanyagok többsége a kultúrnövényen is fitotoxikus tüneteket okozhat. A növény fenológiai állapota is befolyásolja a kijuttatás időpontját, szikleveles korban lévő napraforgó esetében a kezelést kerüljük, mert perzselés tünetei jelentkezhetnek (*Romhány 2012*).

Hagyományos gyomirtási technológiával kezelhető napraforgó hibridek esetében posztemergensen kétszikű gyomok ellen az alábbi két szer alkalmazható:

- -Pledge 50 WP (50% flumioxazin) a magról kelő kétszikű gyomnövények ellen, a napraforgó 2-4 leveles állapotában alkalmazható kontakt, perzselő hatású készítmény. hatását talajon és zöld növényi részen is kifejti.
- -Modown (480 g/l bifenox) főként a magról kelő kétszikűek ellen hatásos, szintén kontakt, perzselő hatással rendelkező készítmény.

A napraforgó herbicid toleráns technológiák kialakulása

A növényeket folyamatosan ugyanazon hatóanyaggal/hatóanyag családdal kezelve az adott hatóanyaggal szemben kialakulhat rezisztencia. Ezt a herbicid rezisztenciából adódó lehetőséget sikerült kihasználni a napraforgó posztemergens gyomirtási

technológia továbbfejlesztése során. A herbicid rezisztencia lehet szerzett vagy öröklött, létrejöhet mutáció, szelekció vagy genetikai beavatkozás során (Kádár 2013). Európában a társadalmi ellenállás következtében a transzgenikus technológiákkal szemben a herbicid toleráns technológiák fejlesztése került előtérbe és ebben az irányban folytatódott a kutatás-fejlesztés. az 1980-as években kezdték bevezetni az első herbicid toleráns, triazin ellenálló repce hibrideket. A bevezetést követően rövidesen megjelentek az 1990-es években a szulfonil-karbamid toleráns kukoricák, majd 1994-től az imidazolinon toleráns technológiák megjelenése hozott újabb előrelépést. Az Európai szabályozással párhuzamosan Magyarországon még szigorúbb moratórium van érvényben a transzgenikus növényekkel szemben, ezért a herbicid toleráns technológiák alkalmazása jelenti a megoldást.

A 2005-ös évtől hazánkban is elérhetővé vált kereskedelmi forgalomban az imidazolinon hatóanyagcsoportra ellenálló kukorica és napraforgó gyomirtási technológia. Ezt követően a tribenuron-metil ellenálló napraforgó gyomirtási technológia bevezetése is megtörtént (Kukorelli 2012). 2012-től már őszi káposztarepcében is bevezetésre került az imidazolinon ellenálló gyomirtási rendszer. A hagyományos napraforgófajtákban nincs hatékony kémiai védekezési lehetőség. Az imidazolinon-rezisztens hibrdek esetében a Clearfield technológia, az imazamox aktív hatóanyag posztemergens alkalmazása jó eredményt biztosít (Solymosi – Horváth 2005; Alonso et al. 1998; Masliiov et al. 2018).

Clearfield gyomirtási technológia

A technológia kialakulása az USA szója területein imazetapir hatóanyaggal szemben ellenálló vad napraforgó növények megfigyelésével kezdődött. A nemesítők az itt megfigyelt napraforgó egyedekből pollent gyűjtöttek és keresztezések során a köztermesztésben használt napraforgó hibrdekbe jutatták a rezisztenciáért felelős gént. A keresztezések eredményesnek bizonyultak, mert az így létrehozott hibrdek is rezisztensé váltak az imidazolinon hatóanyagcsoport herbicidjeivel szemben (Schneiter és Miller 1981). A technológiát a BASF Clearfield technológiának nevezte el, melynek része a BASF által is minősített hibrid és a Pulsar gyomirtó szer. A fejlesztések kezdetben kukoricában voltak jelentősek, de 2003-ban az USA-ban bevezetésre került a napraforgóban is alkalmazható Clearfield technológia. Hazánkban 2000-ben indult meg

a technológia alkalmazása. Kezdetben a Limagrain és a Syngenta nemesítő házaktól egy-egy hibrid volt elérhető. A technológia elterjedését napraforgóban a hagyományos gyomirtással rendelkező hibridektől elmaradó terméspotenciál gátolta. Komolyabb áttörés 2008-as évben következett be, ettől kezdve a modern napraforgó hibridek már elérték, sőt a technológia hatékonyságának köszönhetően meghaladták hagyományos gyomirtási technológiával kezelhető társaik termését. Napjainkban a konvencionális hibridek folyamatos visszaszorulása mellett a Clearfield technológia dinamikusan növekszik. Magyarországon a Kleffmann független piackutató felmérései alapján 2017-ben a teljes napraforgó vetésterület 64%-án alkalmazták a technológiát.

A Clearfield technológiában használt imazamox hatóanyag az acetolaktát-szintetáz enzim működését gátló herbicidek csoportjába tartozik. Hatásmechanizmusuk a fehérjék anyagcsere folyamataiba történő beavatkozás, azon belül az esszenciális aminosavak bioszintézisének gátlásán alapul (Tóth 2017). A gyomirtási technológia három fő pillérből áll, melynek alapja az imazamox hatóanyag. Második pillére az állományban kezelhető imidazolinon ellenálló napraforgó hibrid, harmadik pilléreként az alapgyomirtás során alkalmazott Wing-P (dimetenapid-P, pendimetalin) gyomirtó szer. A Wing-P preemergensen alkalmazva a magról kelő egy- és kétszikű gyomnövények ellen hatásos. Hatásához már 15-20 mm bemosó csapadék is elegendő.

Az imazamox hatóanyag széles hatásspektrummal rendelkezik, a legtöbb magról kelő egy- és kétszikű, valamint az évelő egy- és kétszikű gyomnövény ellen hatásos (Loch et al. 1992). Mivel a pillangós virágúak családjára nem ártalmas, így azok gyomirtására hatékonyan alkalmazható. Gyártói ajánlás alapján a Pulsar 40 SL (40 g/l imazamox) gyomirtó szert a kétszikű gyomok 2-4, az egyszikű gyomok 1-3 leveles fejlettségében 1,2 l/ha dózisban kijuttatva tudja leginkább kifejteni hatását.

Clearfield Plus gyomirtási technológia

A BASF és a Nidera nemesítőház közös munkájából 2006-ban hagyományos nemesítési eljárással létrehozták a CLHA „Plus” gént, ezzel a Clearfield Plus hibridek új távlatokat nyitottak a napraforgó gyomirtás tekintetében. A CLHA gént tartalmazó növények a nemes napraforgó vonalakkal lett létrehozva, így a vad napraforgóból származó Clearfield hibridekkel szemben jobb imidazolinon toleranciával és nemesítés szempontjából is jobb tulajdonságokkal bírnak. Kutatások során kiderült, hogy a CLHA

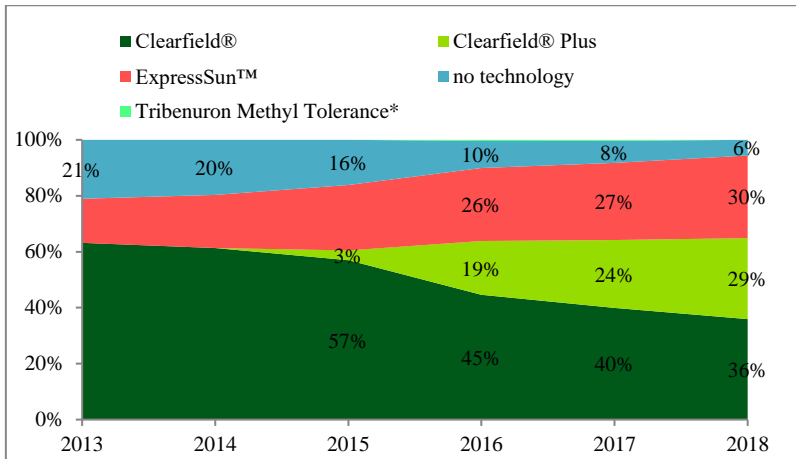
„Plus” gén markerezhető, ezáltal a nemesítés pontosabbá és hatékonyabbá tehető. Ezzel együtt egy másik, a Clearfield technológia napraforgó, szója vetésforgóban fellépő napraforgó árvakelés gyomirtási problémája is megoldódott. A Clearfield Plus hibridek esetében megszűnt a részleges keresztrezisztencia, így a konvencionális napraforgó hibridekhez hasonlóan a szulfonilurea hatóanyagra érzékeny, mivel csak az imidazolinon hatóanyag csoportra mutatnak rezisztenciát.

A technológia során alkalmazható herbicidet Pulsar Plus néven hozza forgalomba a BASF. Imazamox hatóanyag tartalma 25 g/l és kizárólag CLHA „Plus” hibridekben 2 liter/ha dózisban alkalmazható. Adjuváns rendszere továbblépést jelent a korábban már megismert Pulsar 40 SL gyomirtó szerhez képest. Ez az adjuváns rendszer gyorsabb felszívódást és jobb megtapadást tesz lehetővé. A Clearfield Plus napraforgó gyomirtási technológia a bevezetést követően intenzív növekedésbe kezdett, 2017-ben már a Magyarországi napraforgó terület 24%-án került alkalmazásra.

Torma- Hódi (2018) kísérleti eredményei bizonyították, hogy az imazamox hatékony herbicid hatóanyag az *O. cumana* ellen imidazolinon ellenálló napraforgóban. Mind a Pulsar 40 SL, mind pedig a Pulsar Plus a vegetációs idő végéig gátolja a napraforgó szádor felszaporodását. A tribenuron-metil hatástartama lényegesen rövidebb, csak a kijuttatását követő néhány hétig biztosít gyommentességet. A gyomnövény veszélyességét bizonyítja, hogy a fertőzöttség mértékétől és az időjárási körülményektől függően 30–70% termésvesztést okoz napraforgóban.

Tendenciák a hazai napraforgó termesztés technológiai megoszlásában

Jelenleg Magyarországon a hagyományos napraforgó termesztése visszaszorulóban van, 2018-ban mindössze az országos vetésterület 6%-át foglalták el konvencionális hibridek (*1. ábra*). A fennmaradó területen valamilyen herbicid toleráns napraforgó hibridet termesztenek. A vezető technológia az imidazolinon toleráns hibridekre épül (Clearfield hibridek és Clearfield Plus hibridek együttesen a vetésterület 64%-án). Ezen túl a szulfonil-urea toleráns hibridek terjedtek el, az Express Sun technológia és a tribenuron-metil toleráns napraforgók (*Kleffmann, 2019*).

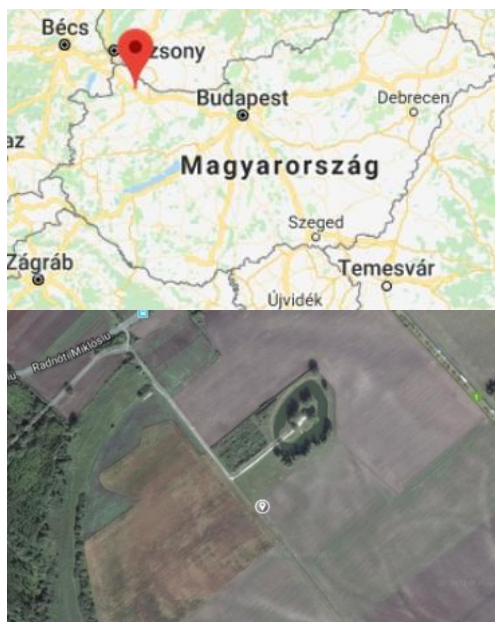


1.ábra: Napraforgó gyomirtási technológia változása 2013-2018. (Kleffmann 2019.)

Figure 1: Changes in sunflower weed control technology 2013-2018

A KÍSÉRLET HELYSZÍNE

A kísérleti terület a Győr-Moson-Sopron megye győri járásában, Mosonszentmiklós határában helyezkedik el, Budapesttől 152 km-re (2. ábra). A Győri medence 115-125 m tengerszint feletti magasságú tájrészekből áll. A kistérségben a Duna közelsége meghatározza az előforduló talajtípusokat és alapkőzetet is. Mosonszentmiklós térségének taljai megőrizték a Duna öntésanyagának jellegét. Jellemzőek a fiatal öntés és öntés réti típusú talajok, ahol a talajvíz 2 m-től mélyebben helyezkedik el, megindult a mezőségi talajképződés és réti csernozjomok keletkeztek. Kőzeteit tekintve a pleisztocén kavics, homok és a holocén alluviális homok, agyag dominálnak. Éghajlata mérsékelten száraz, a napsütéses órák száma átlagosan 1700-1900 óra. A csapadék évi mennyisége 550-650 mm. Erőteljes nyugati-északnyugati légmozgás jellemzi (Stefanovits 1999).



2.ábra: A kísérleti helyszín elhelyezkedése
 Figure 2: Location of the experimental site

Mezőgazdasági szempontból meghatározó jelenség a talajvízből felkúszó kapilláris víz, mint fontos termékenységi elem. Ennek köszönhetően a legnagyobb termések a réti talajokon érhetőek el a térségben. Ugyanakkor a felszínhez közeli kavicsréteg több területen csökkentő tényező a terméspotenciál maximalizálásában (Stefanovits 1999). A terület túlnyomó részén az átlagos aranykorona érték 16-25 közé esik, előfordulnak 26-35 aranykorona értékkel rendelkező területek is (KSH 2012). A térség feltalajainak kémhatása túlnyomóan 7,2,1-8,5 pH tartományba esik (Tóth 2015).

A KÍSÉRLETBEN VIZSGÁLT GYOMIRTÓ SZEREK LEÍRÁSA

A kísérletben két gyomirtási technológiát, a Clearfield és a Clearfield Plus technológiákat hasonlítottunk össze. Vizsgáltuk a két technológia közötti alapvető különbségeket, az optimális, megfelelően időzített kijuttatás során és ettől eltérő kezelési időpontokban. Alap feltételezésünk az volt, hogy a Pulsar Plus növekedett hatékonyságának köszönhetően az időzítés rugalmasabb lehet és a megkésett időzítés esetén emelkedett hatékonyságot fogunk tapasztalni a Pulsar 40 SL-hez képest. A

posztemergens gyomirtó szerek összehasonlíthatóságának érdekében a kísérletet azonos, Clearfield Plus hibrideken állítottuk be és preemergens kezelésként mindkét technológia esetén a Spectrum került kijuttatásra 1,2 l/ha dózisban. A gyártó ajánlásának megfelelően a Pulsar 40 SL 1,2 l/ha; a Pulsar Plus 2 l/ha dózisban lettek kijuttatva.

1. táblázat: A kísérletben felhasznált herbicidek jellemzése

Table 1: Characterization of herbicides used in the experiment

Készítmény	Hatóanyag	Dózis	Hatásspektrum	Technológia
Spectrum	720 g/l <i>dimetenamid-P</i>	1,0-1,4 l/ha	Magról kelő egyszikű gyomok	Preemergens
Pulsar 40 SL	40 g/l <i>imazamox</i>	1,0-1,2 l/ha	Magról kelő egy ill. magról kelő kétszikűek.	Posztemergens
Pulsar Plus	25 g/l <i>imazamox</i>	2,0 l/ha	Magról kelő egy ill. magról kelő kétszikűek.	Posztemergens

Forrás: Saját szerkesztés

A KÍSÉRLETI TERÜLETEN HASZNÁLT NAPRAFORGÓ HIBRID JELLEMZÉSE

A kísérleti területen az SY Neostar CLP, Syngenta által nemesített és forgalmazott Clearfield Plus napraforgó hibrid került elvetésre. A Clearfield Plus hibridekben nem keletkezik kár, ha a hagyományos Clearfield gyomirtó szerrel vannak kezelve, tehát Pulsar 40 SL-lel. Ugyanakkor a sima Clearfield hibridekben a Pulsar Plus kárt tehetne a 2 l/ha-os dóziséval. Így, egységesen egy Clearfield Plus hibriden lett beállítva a kísérlet.

Az állománykezeléseket 3 eltérő időpontra időzítettük. Célunk volt egy korai posztemergens kijuttatás, a normál, a gyártói ajánlásnak megfelelő időzítés és egy megkésített kezelést szimuláló, késői posztemergens kezelés. A kezeléseket a parlagfű fenológiai fázisához időzítettük (2-3. táblázat):

1. Korai poszt: szik-kettő leveles állapot
2. Normál posztemergens: kettő-négy leveles állapotában
3. Késői posztemergens: Négy-hat leveles állapot

2. táblázat: A kísérlet kezelései

Table 2: Experiment Treatments

Sorsz.	Kezelés	Herbicidek	Dózis	Fenológia
1.	kezeletlen			
2.	Spectrum + Pulsar 40 SL	Spectrum	1,2 l/ha	pre.
		Pulsar 40 SL	1,2 l	korai poszt
3.	Spectrum +Pulsar Plus	Spectrum	1,2 l/ha	pre.
		Pulsar Plus	2 l	korai poszt
4.	Spectrum + Pulsar 40 SL	Spectrum	1,2 l/ha	pre.
		Pulsar 40 SL	1,2 l	poszt
5.	Spectrum Pulsar Plus	Spectrum	1,2 l/ha	pre.
		Pulsar Plus	2 l	poszt
6.	Spectrum Pulsar 40 SL	Spectrum	1,2 l/ha	pre.
		Pulsar 40 SL	1,2 l	késői poszt
7.	Spectrum Pulsar Plus	Spectrum	1,2 l/ha	pre.
		Pulsar Plus	2 l	késői poszt

Forrás: Saját szerkesztés

3. táblázat: A különböző kijuttatási időpontok felsorolása

Table 3: List of different prescription dates

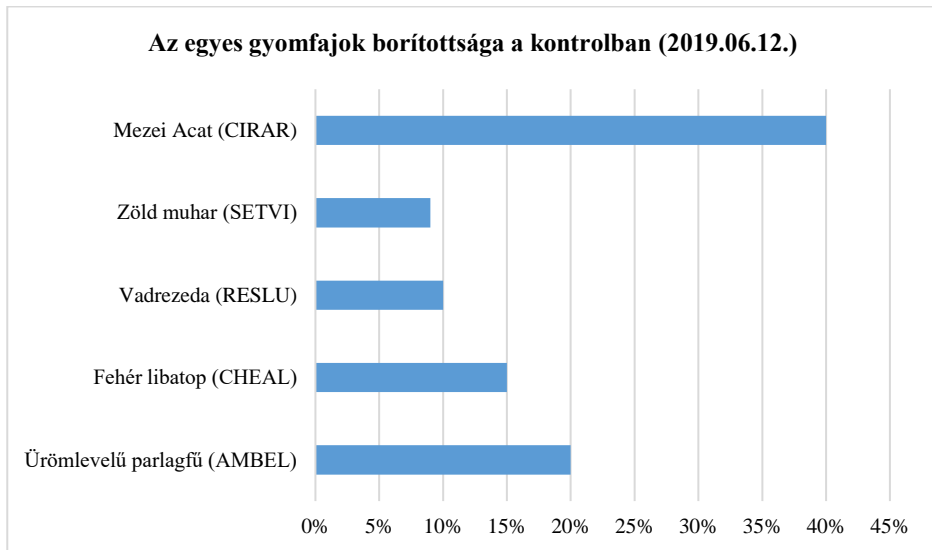
Megnevezés	Időpont
vetésidő	2019.04.07
pre kezelés	2019.04.08
korai poszt	2019.05.12
normál poszt	2019.05.18
késői poszt	2019.05.24

Forrás: Saját szerkesztés

A kezeletlen parcellák nem részesültek sem preemergens, sem posztemergens gyomirtásban. A vetés 2019.04.07-én történt. A kezeletlent kivéve, minden parcella részesült preemergens kezelésben, 2019.04.08-án, 1,2 l/ha Spectrum gyomirtó szerrel. A korai posztemergens kezelés 2019.05.12-én történt. A Clearfield technológiát 1,2 l/ha Pulsar 40 SL-lel, a Clearfield Plus technológiai kezelést 2 l/ha Pulsar Plus-szal kezeltünk. A normál posztemergens, gyártói ajánlásnak megfelelő, optimális időzítést 2019.05.18-án végeztük, a parlagfű ekkor volt kettő-négy leveles állapotban a kísérleti területen, a már említett posztemergens szerekekkel és dózisokkal. A megkésített kezelés időzítésével megvártuk, amíg a parlagfű eléri, illetve túllép a négy-hat leveles fázison. A permetezés ennek megfelelően 2019.05.24-én történt. Minden kezelést négy ismétlésben, randomizált elrendezésben végeztünk.

A Mosonszentmiklóson beállított négy ismétléses kisparcellás kísérletben elsősorban azt vizsgáltuk illetve hasonlítottuk össze, hogy a Clearfield és a Clearfield Plus technológiák eltérő hatékonyságot mutatnak-e különböző időzítésű kezelésekben az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*) ellen. Ezen túlmenően vizsgálatuk a hatékonyságbeli különbségeket a területen jelenlévő egyéb domináns gyomfajokra is (fehér libatop *Chenopodium album*, vadrezeda *Reseda lutea*, zöld muhar *Setaria viridis* és mezei acat *Cirsium arvense*). Egységesen, a kezeléseket a parlagfű fenológiájához időzítettük. Továbbá szerettük volna meghatározni, hogy mi a valóban ideális kijuttatási időpont. Kiindulási hipotézisünk az volt, hogy a Pulsar Plus nagyobb hatékonyságot fog mutatni, mint a Pulsar 40 SL és hogy a legoptimálisabb kijuttatási időzítés a gyomok 2-4 leveles állapota.

A kezeletlen parcellákon a kiértékelés időpontjában, 2019. június 12-én a mezei acat 40%-os borítottsággal fordult elő. Az ürömlevelű parlagfű követte 20%-os borítottsággal, majd a fehér libatop 15%-kal. A vadrezeda 10%, a zöld muhar 9%-os borítottsággal jelent meg (3. ábra).



Forrás: Saját szerkesztés

3. ábra: A kísérleti területen az egyes gyomfajok borítottsága a kezeletlen kontrolban

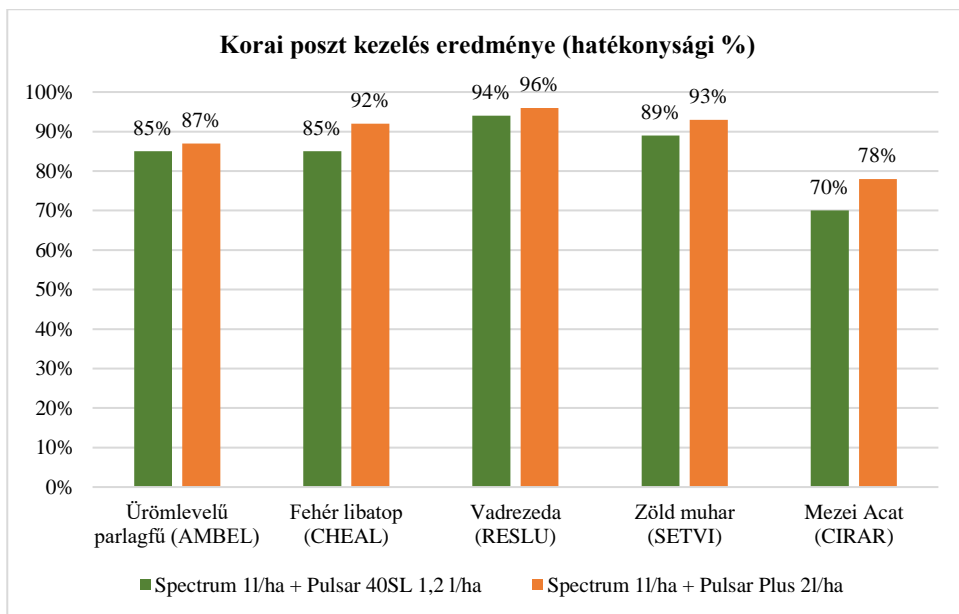
Figure 3: In the experimental field, the cover of each weed species in untreated controls

A preemergens Spectrum kezelés (1 l/ha dózissal) megkapta a kellő bemosó csapadékot és jó hatékonysággal működött, ugyanakkor a 2019-es évben, köszönhetően az időjárási körülményeknek egy elhúzódó gyomkeléssel találkoztunk a területen. Május elején volt egy lehűlés, ami fogta a napraforgó fejlődését. A csapadékos idő és az utána következő felmelegedés viszont kedvezett a gyomkelésnek. A szeszélyes májusi időjárást egy nagyon száraz és meleg június követett. Mivel június elejére a napraforgó nem tudott még kellően megerősödni, a gyomok továbbra is sanyargatták a fejlődését, ami a kezeletlen parcellákban jelentősen kirajzolódott.

EREDMÉNYEK

A korai poszt (szik-két leveles fenológiaiú parlagfű) kezelések eredménye

A korai poszt kezelés kijuttatása május 12-én történt, a parlagfű szik-két leveles fenológiai fázisában. A fehér libatop, melynek levelei erősen viaszosak és a mezei acat esetében a Pulsar Plus erősebb hatást mutatott a korai kijuttatás esetében, 7%-kal jobb gyomirtási hatékonysággal. A mezei acat esetében 8%-kal múlta felül a Pulsar Plus tudása a Pulsar-ét. A vadrezeda és a zöld muhar esetében is erősebbnek bizonyult a Pulsar Plus, jó illetve elfogadható eredményt adva, de alig maradt el mögötte a Pulsar hatékonysága. A parlagfű esetében a Pulsar Plus és a Pulsar hatékonysága is kérdéses, 87% és 85%-os értékekkel. Ennek oka, hogy a túl korai időzítés nem tud biztos hatást nyújtani az elhúzódó gyomkelés esetén, ami a 2019-es évben erősen tapasztalható volt (4. ábra).



Forrás: Saját szerkesztés

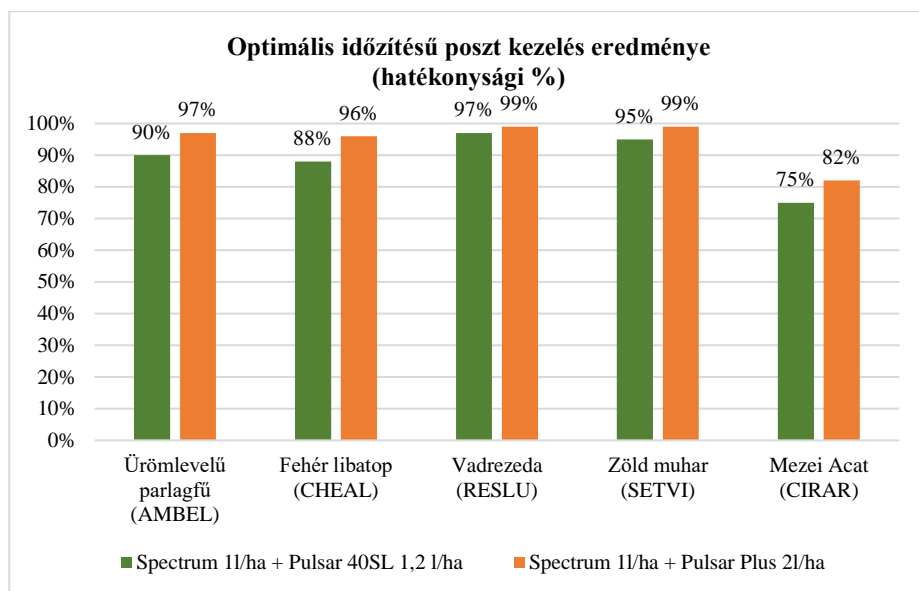
4. ábra: A korai poszt kezelések összehasonlítása

Figure 4: Comparison of early post treatments

A parlagfű kettő-négy leveles állapotában kijuttatott, optimális időzítésű poszt kezelés eredménye

A kísérleti területen a parlagfű az optimális kezelési időpont fenológiáját, a kettő-négy leveles állapotot május 18-ára érte el, a korai poszt kezelés után öt nappal.

A fehér libatop és a mezei acat esetében élesebben elválnak a két technológia, a fehér libatop ellen 8%-kal jobb eredményt, a mezei acat esetében 7%-kal jobb eredményt adott a Pulsar Plus-os felülkezelés, a Pulsar a fehér libatop ellen nem érte el a 90%-os, a mezei acat ellen még a 80%-os hatékonyságot sem. A vadrezeda és a zöld muhar ellen a Pulsar Plus nagyon jó eredményt, 99%-os hatékonyságot mutatott. A Pulsar is jó eredményt adott ellenük. A parlagfű esetében is elválnak a két technológia, hiszen a Pulsar csak 90%-os, elfogadható eredményt mutatott, míg a Pulsar Plus 97%-os, jó eredményt. Ebből kirajzolódik, hogy a Pulsar Plus még akkor is hatékonyabbnak bizonyult, mint a Pulsar, ha a kijuttatás időzítése optimális volt (5. ábra).



Forrás: Saját szerkesztés

5. ábra: A korai poszt kezeléseket összehasonlítása

Figure 5: Comparison of early post treatments

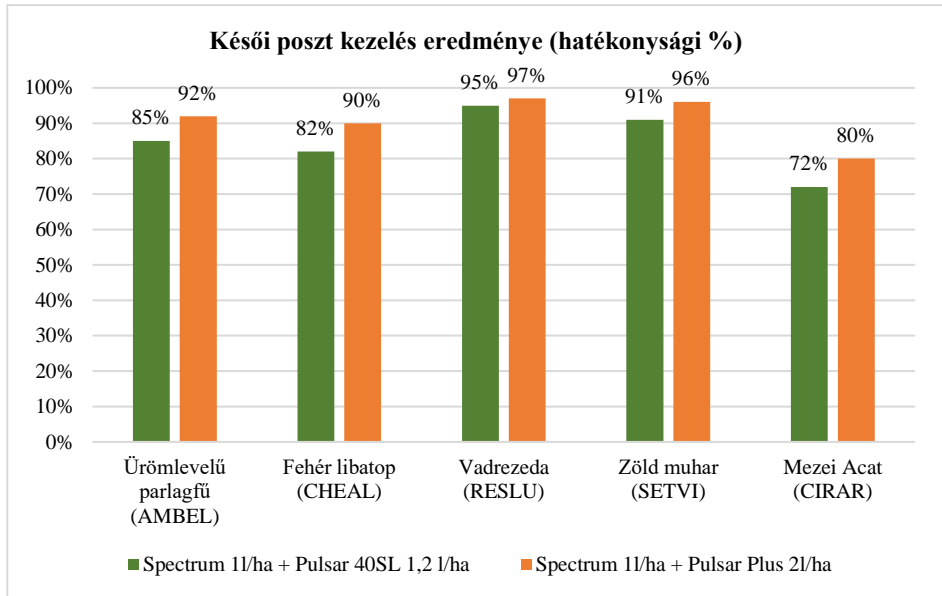
Késői, a parlagfű négy-hat leveles fenológiai stádiuma ellen időzített állománykezelés

A megkésett állománykezeléssel szeretnénk volna szimulálni azt az esetet, amikor a termelők valamilyen (akár rajtuk kívülálló) okból kifolyólag elkésnek a permetezéssel. Ebben a kísérleti blokkban azt vizsgáltuk, hogy a túlnőtt egyedek ellen milyen hatékonysággal rendelkezik a Clearfield és a Clearfield Plus technológia. A kezelés időpontjában (2019.május 24.), az optimális időzítés utáni hatodik napon a parlagfű növények zöme már elérte vagy túlnőtt a négy-hat leveles fenológiai stádiumon.

A megkésett kezeléseket a vadrezeda esetében nem váltak el élesen, a Pulsar Plus (97%-kal) és a Pulsar (95%-kal) is jó hatásfokot mutattak. A zöld muhar esetében a Pulsar Plus hatékonysága még mindig jónak mondható, 96%-os, a Pulsar viszont csak elfogadható, 91%-os eredményt mutat. Az ürömlevelű parlagfű (92%) és a fehér libatop (90%) ellen a Pulsar Plus elfogadható hatékonyságot mutatott, azonban a Pulsar hatékonysága ettől jelentősen elmaradt és a parlagfű ellen 85%-kal, a fehér libatop ellen 82%-kal eredménye kérdéses. A mezei acat ellen a megkésett időzítés mindkét technológiában gyenge eredményt mutatott, a Pulsar itt 8%-kal bizonyult gyengébbnek

a Pulsar Plus hatékonyságától.

Megfigyeltük, hogy a Pulsar Plus-szal kezelt parcellákban a hat-nyolc leveles parlagfű növények nem pusztultak el, de a fejlődésben megálltak, hosszabb ideig inaktív állapotban maradtak, (mint a Pulsar kezelés esetében). Ez lehetőséget adott a napraforgónak arra, hogy a az állománya a parlagfű fölé nőjön és leárnyékolja. Emiatt a parlagfű, deformált „gombóc”-szerű állapotban lent maradt a talajhoz közel. Ugyan nem pusztult el, de virágot hozni nem volt képes és konkurenciát nem jelentett a továbbiakban a napraforgó számára (6. ábra).



Forrás: Saját szerkesztés

6. ábra: Az optimális időben kijuttatott állománykezelések hatékonysága

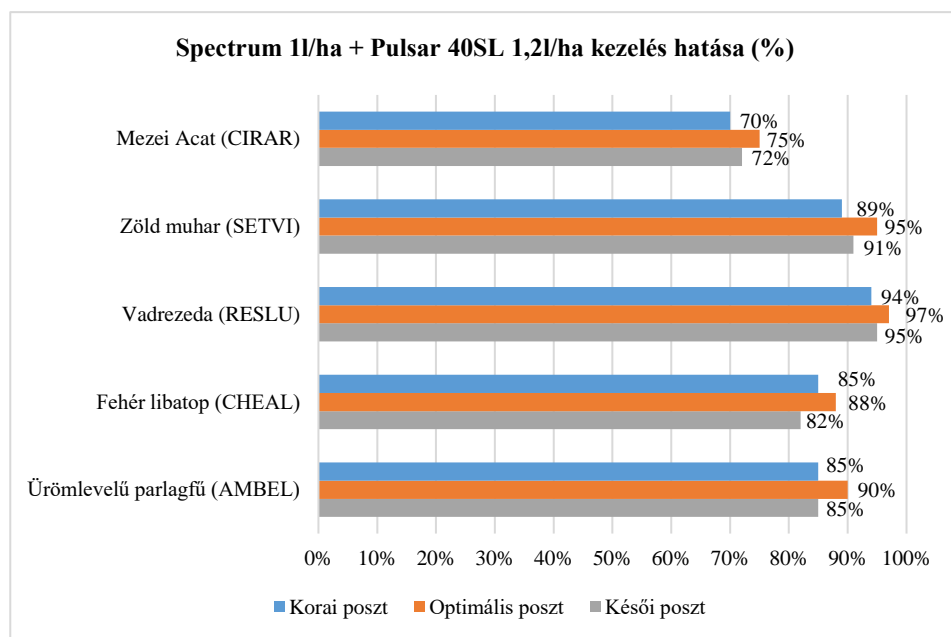
Figure 6: Effectiveness of the stock treatments at optimum time

A különböző kijuttatási időpontok eredményességének összehasonlítása

Ha megvizsgáljuk a két technológiát, egymás mellett mutatva a különböző kijuttatási időpontokat, meghatározhatjuk, hogy melyik fenológiai fázisban érdemes elvégezni a kezelést.

Mind a két technológia esetében kirajzolódik (7. – 8. ábra), hogy a gyártói ajánlásnak megfelelően, a gyomok kettő-négy leveles fenológiai fázisa tekinthető optimálisnak az

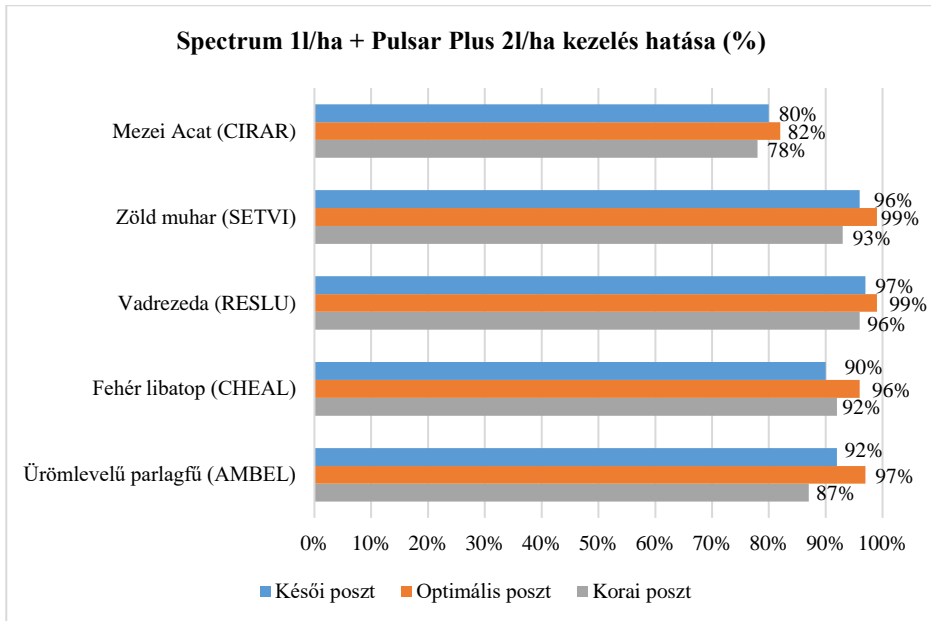
állománykezelés időzítése szempontjából. Mind a Clearfield és a Clearfield Plus technológiák esetében, a vizsgált gyomfajok mindegyike ellen az optimális kijuttatási időpontban végzett kezelések érték el a legmagasabb hatékonyságot. Abban a tekintetben viszont nem vonható le egyértelmű következtetés, hogy a korai vagy a késői poszt kezelés bizonyult-e jobbnak a két kijuttatási időpont összehasonlítása szempontjából. Gyomfajonként eltérő volt, hogy a korai vagy a késői állománykezelés mutatott-e nagyobb hatékonyságot. Az ürömlevelű parlagfű ellen a Clearfield technológia esetében azonos, 85%-os hatékonyságot mutatott a korai és a késői poszt kezelés, elmaradtak az optimális időzítés 90%-ától. A Clearfield Plus technológia esetében viszont hatásosabbnak bizonyult a korai időzítés, 92%-os hatékonysággal, mint a késői poszt kezelés, ami csak 87%-os eredményt mutatott (szemben az optimális időzítés 97%-os hatékonyságával).



Forrás: Saját szerkesztés

8. ábra: A Clearfield technológia (Spectrum 1 l/ha + Pulsar 40 SL 1,2 l/ha) hatékonyságának összevetése a különböző kijuttatási időpontokban

Figure 8: Compare the efficiency of Clearfield technology (Spectrum 1 l/ha + Pulsar 40 SL 1.2 l/ha) at different application times



9. ábra: A Clearfield Plus technológia (Spectrum 1 l/ha + Pulsar Plus 1,2 l/ha) hatékonyságának összevetése a különböző kijuttatási időpontokban

Figure 9: Compare the efficiency of Clearfield Plus technology (Spectrum 1 l/ha + Pulsar Plus 1.2 l/ha) at different application times

A preemergens Spectrum kezelés (1 l/ha dózissal) megkapta a kellő bemosócsapadékot és jó hatékonysággal működött, ugyanakkor a 2019-es évben, köszönhetően az időjárási körülményeknek egy elhúzódó gyomkeeléssel találkoztunk a területen. Május elején volt egy lehülés, ami fogta a napraforgó fejlődését. A csapadékos idő és az utána következő felmelegedés viszont kedvezett a gyomkeelésnek. A szeszélyes májusi időjárást egy nagyon száraz és meleg június követt. Mivel június elejére a napraforgó nem tudott még kellően megerősödni, a gyomok továbbra is sanyargatták a fejlődését, ami a kezeletlen parcellákban jelentősen kirajzolódott.

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A beállított kísérletben alap felvetéseink valósan bizonyultak, miszerint a Pulsar Plus hatékonysága jobb lesz, mint a Pulsar 40 SL-é és hogy a gyomok kettő-négy leveles

állapota ellen irányuló időzítés fogja adni a legjobb eredményt a korai és a késői posztemergens kezelésekkel szemben.

Maga a gyártói ajánlás is az itt leghatékonyabbnak bizonyult kezelési időpontot javasolja, ugyanakkor fontosnak tartom alátámasztani ezt dolgozatommal. A téma létjogosultságát mutatja, hogy még mindig tapasztalhatjuk, hogy vannak termelők, akik a korai kijuttatási időpontot preferálják. Ennek egyik oka lehet, hogy szeretnék minél tisztábban látni a területet és már a szikleveles gyomok látványát sem tűrik meg, vagy éppen tartanak az elkövetkező időjárás körülményektől és attól, hogy később nem tudják elvégezni az állománykezelést, ezért inkább biztosra mennek és kijuttatják korábban. Vannak olyanok is, akik hagyják túlnőni a gyomokat, félve az elhúzódozó gyomkelestől, hogy a kezelés még az újonnan esetleg feljövő gyomok ellen is irányulhasson. Mindkét nézőpontnak lehet pusztán gyakorlati oka is, amikor a termelő szinte biztos abban, hogy nem fog tudni vagy már nem tud rámenni jó időben a területére. Számukra a Clearfield Plus technológia és a Pulsar Plus használata előnyt jelenthet a Pulsar-ral szemben, hiszen a megkésett kezelést szimuláló kísérleti blokkban azt tapasztaltuk, hogy a Pulsar Plus hatékonysága jobb volt, mint a Pulsar 40 SL-é.

Külön észrevétel volt, hogy ugyan a Pulsar Plus hatékonysága elmarad önmaga optimális időzítéséhez képest a késői kezelésben és nem pusztította el teljesen a hat leveles állapoton túlnőtt parlagfűvet, de fejlődésüket megállította. Ezek a parlagfű növények a növekedésben megálltak, így a napraforgó túl tudta nőni őket és leárnyékolta, megállítva a további fejlődésüket. Nem hoztak oldalhajtásokat, lent maradtak a földhöz közel „gombóc” formában. A Pulsar 40 SL kezelés a túlnőtt parlagfűvek tenyészőcsúcsát egy kicsit megsárgította, a fejlődésben megfogta őket, de ezután a gyomnövény oldalhajtásokról kihajtott és képes volt virágzó hajtásokat nevelni. A Pulsar Plus esetében ideális kijuttatási időnek továbbra is a parlagfű elleni kettő-négy leveles állapot a javasolt, hiszen hatékonysága itt volt a legmagasabb és a megkésett kezelésben nem pusztította el a túlnőtt parlagfűveket teljesen. Ugyanakkor, a megfigyelt jelenség miatt az is elmondható, hogy egy megkésett időzítés esetén a Pulsar Plus jobban képes csökkenteni a parlagfű gazdasági kártételét, mint a Pulsar 40 SL.

Javaslom a Pulsar Plus-ra történő váltást a Clearfield Plus napraforgó hibridek esetében, különösen a problémásabb gyomviszonyú területeken, mert a Pulsar Plus erősebbnek bizonyult minden vizsgált gyomfaj ellen, mint a Pulsar 40 SL. Időzítés tekintetében pedig, ha csak az időjárás körülmények engedik, próbáljunk a gyártói

ajánlásnak megfelelően a kétszikű gyomok kettő-négy leveles állapota ellen védekezni, mert ezzel az időzítéssel érhetjük el a legnagyobb hatékonyságot mind a két technológia esetében, ezáltal így kapcsolhatjuk ki leginkább a napraforgó fejlődését hátráltató gyomkonkurenciát.

SUNFLOWER CLEARFILED ÉS CLEARFIELD PLUS HERBICIDE TOLERANT TECHNOLOGY COMPARISON

ZOLTÁN SZÁNTÓ

Széchenyi István University, Faculty of Agricultural and Food Sciences

SUMMARY

In the study, I investigated the effectiveness of Clearfield and Clearfield Plus technologies among sunflower weed control technologies.

Sunflower is the fourth most important oil crop in the world. It's oil has been used for medical and other supplementary purposes since ancient times and the Middle Ages. Today, it covers more than 30 million hectares worldwide. Main producing countries: Russia, Ukraine, India, Argentina, China. The main producers are in Europe: France, Romania, Hungary, Spain. In 2019, sunflower seeds were sown on 619,310 hectares in Hungary, with this the plant becomes the most important oil crop on the largest territory. One of the biggest challenges in growing sunflowers is weed control. Domestic sunflower producers identified in 2017 (based on the results of market research conducted by BASF Hungária Kft. And Market Insight) weed control as one of the biggest challenges, even though most of the sunflower area is already occupied by herbicide-tolerant hybrids. One of the most common weeds in sunflower is the ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*). Among the weeds of sunflower, it is in the first place and 10 pieces / m² of infection can cause up to almost 40% yield loss. Domestic producers consider ragweed infection to be the biggest challenge nationwide.

The aim of my study is to compare the most common imidazolinone tolerant technologies (Clearfield and Clearfield Plus technologies) in Hungary, which together cover 64% of the sown area. Under experimental conditions, we would like to explore

the differences in efficacy of the different, new and innovative adjuvant system of Pulsar Plus compared to the treatment with Pulsar 40 SL.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

Alonso, L. C. – Rodriguez-Ojeda, M.I. – Fernández-Escobar, J. – Lopez-Calero, G. (1998): Chemical control of broomrape (*Orobanche cernua* Loeffl.) in sunflower (*Helianthus annuus* L.) resistant of imazethapyr herbicide. *Helia* 21: 45–54.

Kádár A. (2013): Vegyszeres gyomirtás és termés szabályozás. 60-70 p.

Kukorelli G. (2012): Herbicid-toleráns kultúrnövények gyomszabályozása, és helyük Magyarországon növénytermesztési szerkezetében. PhD. értekezés, Mosonmagyaróvár. 15-20 p.

Loch J. - Nosticzius Á. (1992): Agrokémia és növényvédelemi kémia. Mezőgazda kiadó, Budapest. 371 p.

Masliiov, S. V. – Macai, N.-Ju. – Beseda, O.O. – Stepanov, V.V. (2018): Control of broomrape *Orobanche cumana* Wallr. *Ukrainian Journal of Ecology* 8 (2): 74–80

Romhány L. (2012): 85 éve a nyírségi növénynevelés és növénytermesztés szolgálatában. Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Nyíregyházi Kutatóintézet, Nyíregyháza, 195 p., 2012. ISBN: 9786155183188

Schneider, A. - Miller, J.F. (1981): Description of sunflower growth stages. *Crop science*, 901-903 p.

Solyosi P. – Horváth Z. (2005): Napraforgón élősködő szador fajok (*Orobanche* spp.). Parasitic broomrape species in sunflower (*Orobanche* spp.). In: Benécsné és mtsai (eds.), *Veszélyes 48 (Noxious 48)*. Mezőföld Agroforum Kft. Szekszárd, 2005. pp. 287–290.

Stefanovits P. - Filep Gy. - Fülek Gy. (1999): Talajtan. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Tóth A. (2016): Clearfield Plus gyomirtási rendszer napraforgóban. *Növényvédelmi tippek* 2016/14-15 p.

Tóth E. (2007): Az express 50 SX alkalmazása PR63E82-es napraforgóban. *Agrofórum* 18 (2): 70 p.

Internetes források:

http1: <http://agrarium7.hu/cikkek/323-a-szulfonil-karbamidok>

http2: http://www.dupont.co.hu/content/dam/dupont/tools-tactics/crop/hungary-label-msds_directory/Documents/hu_HU/product_spec_express.pdf

http5: www.kleffmann.com

A szerző címe – Address of the author:

Szántó Zoltán

2457 Adony, Fáy András utca 17.

E-mail cím: zsanto@t-email.hu



A SZÉN-DIOXID ÉS AZ AMMÓNIA KONCENTRÁCIÓ ÉVSZAKOK SZERINTI ALAKULÁSA EGY NAGYŰZEMI SERTÉSTELEP KÜLÖNBÖZŐ ISTÁLLÓIBAN

BOLDIS PÉTER – TEMPFLI KÁROLY – TÓTH TAMÁS – NÉMETH-TORKOS
ANETT SZILVIA

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

A sertéstelepeken előforduló potenciálisan mérgező vagy fojtó hatású gázok jelentős mértékben befolyásolhatják az állomány egészségi állapotát és termelését. A szén-dioxid és az ammónia koncentrációjának korcsoportonkénti és hónapok szerinti felmérésével meghatározhatjuk a legkritikusabb tartási egységeket és évszakokat. Jelen vizsgálatban egy éves időszakban, heti rendszerességgel gyűjtött szén-dioxid és ammónia koncentráció adatokat értékeltünk egy sertéstelep különböző termeiben (fiasztató, battéria, hizlalda, vemhes koca-szállás, kanszállás). Az összes terem mérése alapján a szén-dioxid koncentráció télen és tavasszal volt a legnagyobb, ősszel és nyáron a legkisebb ($P < 0,01$). Az ammónia koncentráció ehhez hasonlóan télen volt a legnagyobb, nyáron a legkisebb ($P < 0,01$), míg az átmeneti évszakok (ősz és tavasz) eredményei nem különböztek ($P > 0,05$). A legnagyobb koncentráció szén-dioxid esetében a battérián, ammónia esetében a kanszálláson fordult elő. A mérések átlaga a kritikus téli időszakban sem haladta meg a jelenleg előírt határértékeket.

Kulcsszavak: szén-dioxid, ammónia, sertés

BEVEZETÉS

A sertéságazatban elérhető állatjóléti támogatások megszerzésének egyik fontos feltétele a megfelelő mikroklíma kialakítása; ugyanakkor a támogatásokhoz való hozzáférés mellett a sertéstartóknak a megfelelő mikrokörnyezet telepen belüli fenntartása a hatékony és gazdaságos termelés eléréséhez szintén elengedhetetlen. A megfelelő mikroklíma alapvető jellemzője, hogy a telepen potenciálisan előforduló mérgező vagy fojtó hatású gázok (pl. szén-dioxid, ammónia) koncentrációja a megengedett határértékeket nem haladja meg. A szén-dioxid az állatok által kilégtetett levegő fő komponense a metánnal együtt; színtelen, szagtalan gáz, a bélsár bomlása során szintén jelentős mennyiségben keletkezik. Egyszerű fullasztó gáznak tekintendő, nem mérgező. A sertés istállók levegőjének szén-dioxid szintje jellemzően 500-1500 ppm között alakul, de a téli időszakban akár 10000 ppm közelében is lehet. Mélyebben és gyorsabban lélegeznek az állatok, ha a szén-dioxid szint eléri a 40000 ppm körüli koncentrációt. Ennek tízszeresénél az állatok szorongást mutatnak, tántorogni kezdenek, majd kómás állapot és végül pusztulás következhet be (URL¹). A sertéstelepeken alapvetően két forrásból származik a szén-dioxid: az állatok légzéséből (és a hőháztartáshoz, a növekedéshez és a tejtermeléshez felhasznált energia-mennyiség szerint alakuló hőtermeléséből) valamint a (híg)trágyából. A légzésből és a hőtermelésből származó napi CO₂ termelés megállapításához figyelembe kell venni a respirációs kvóciens, a termelési intenzitást, és a testtömeget. A respirációs kvóciens a légzés során termelt CO₂ és a felhasznált oxigénmennyiség hányadosa, amely korcsoportonként különböző, jellemzően kb. 1,1 a hízók, 1,0 a malacok, és 0,9 a kocák esetében. A felsoroltakat figyelembe véve modellezett napi CO₂ termelés 2,23 kg/állat vemhes kocák, 3,68 kg/állat szoptató kocák, 0,88 kg/állat választott malacok, és 1,70 kg/állat hízók esetében (Philippe és Nicks, 2014).

Az ammónia mérgező hatású, általánosan előforduló légszennyező gáz az állattartó telepeken (Horn *et al.*, 2011). A levegőnél könnyebb, vízben jól oldódik, irritáló hatású. 0,0005 térfogatszázaléknál már képes érzékelni az ember a gáz szúrós szagát. Az irritáció az elsődleges hatása, emellett azonban mérgező metabolikus hatásai is vannak. Hatása légzési zavarokban, erős könnyezésben, orrnyálkahártya panaszokban nyilvánul meg. 7 ppm az egészségi kockázat határértéke embernél. Szintje a 10-20 ppm koncentrációt nem haladhatja meg egy jól szellőztetett, korszerű hígrágya tárolási

technológiával rendelkező telepen. Amennyiben az ürülék kezeléséről nem gondoskodnak vagy nem biztosítanak megfelelő szellőzést, ez az érték akár 50 ppm közelében is lehet. Télen, rosszul szellőztetett helyiségekben 100-200 ppm közötti koncentrációban is megfigyelték. 25 ppm az ammónia koncentráció megengedett felső határa az USA-ban, istállóban munkát végző ember esetében napi nyolc óras munkaidőt figyelembe véve. Legfeljebb 2 ppm a normális érték amerikai ipari higiénikusok szakvéleménye szerint (URL₁). Az ammónia a sertések környezetében egyik legáltalánosabban előforduló mérgező, erősen hidrofíl vegyület, amely rontja a napi tömeggyarapodást és a takarmányértékesítő képességet is (Kalich, 1980); továbbá hurutos állapotot hoz létre és károsítja a nyálkahártyát. A szellőztetés javításával és a trágya gyakori eltávolításával csökkenthető a mennyisége. A hizlalás megkezdésének időpontja a malacnevelési technológiától is függ. Ha a malacok egy- vagy kétfázisú nevelésben részesülnek, akkor 70-80 életnaposan 25-30 kg-os élősúllyal, ha háromfázisú nevelésben (előhizlalásban) akkor 120 életnaposan kb. 60 kg-os átlagsúllyal kerülnek a hizlaldába. Nyilvánvaló, hogy nagy előny a nagy élősúly, hiszen a hazai hizlaló épületeinkben jellemzően nincs fűtés. A szellőztetési rendszer kialakításakor figyelembe kell venni, hogy a sertések megfelelő klimatikus tényezők mellett teljesítenek optimálisan.

Az ammónia koncentráció csökkentése tehát állatjóléti és gazdasági szempontok alapján egyaránt kívánatos. A megfelelő módon kialakított és működtetett sertéstartó rendszerekben szintje általában 5 ppm alatt van. Az emberek jellemzően hozzávetőleg 10 ppm koncentrációban vagy afölött (URL₁), míg más forrás szerint már akár az alig 1 ppm fölötti koncentrációban is érzékelhetik (Memarzadeh és Manning, 2005). Az 50-100 ppm közötti ammónia koncentráció már a termelést is jelentősen befolyásolhatja, leginkább a tömeggyarapodást, ami hosszan tartó kitétség következtében 10%-kal csökkenhet. Különböző javaslatok alapján maximális koncentrációja 15-20 ppm között változik. Az 50 ppm feletti koncentráció esetén a baktériumok tüdőből való távozása is gátolt, ami fokozott hajlamot jelent a légzőszervi megbetegedésekre. A nagy ammónia koncentráció jelei a fokozott légzés és köhögés, a szem és a légutak nyálkahártyájának irritációja, és a tüdőgyulladás (pneumonia) gyakoriságának növekedése; a sertések nyugtalanabbak, továbbá megnőhet a farok- és fülrágás előfordulási gyakorisága. Az istállókban jelen levő ammónia fontos hajlamosító tényező a gócos tüdőgyulladás (bronchopneumonia) és az ornyálkahártya sorvadás (atrófiás rhinitis) kialakulására

(Popescu et al., 2010). Kísérletek során igazolták, hogy a sertés lehetőség szerint az ammóniamentes környezetet részesíti előnyben (Smith et al., 1996).

A megfelelő mikroklíma biztosításának körülményeit rendeletben határozták meg. A 39/2018. (XII. 13.) AM rendelet (URL₂) a sertés ágazat részére nyújtott állatjóléti támogatások feltételeiről kimondja, hogy az állatjóléti támogatást igénylő termelő akkor jogosult támogatásra, ha vállalja, hogy az istállóban szén-dioxid esetében a 2850 ppm-t, ammónia esetében legfeljebb a 9,5 ppm-t nem haladja meg a gázkoncentráció. Amennyiben a szén-dioxid és az ammónia szintje nem haladja meg a rendeletben rögzített legnagyobb megengedett koncentrációt, az elérhető támogatás mértéke állategységenként 1490 forint. A termelőnek a kifizetési kérelemben csatolnia kell a mikroklíma-paramétereiről készített mérési jegyzőkönyvet, amely a kezelő állatorvos által kerül ellenjegyzésre.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az istállók levegőjének szén-dioxid szintjét egy Wöhler CDL-210 típusú mérőműszerrel állapítottuk meg, heti rendszerességgel, ugyanazonokon a napokon, ugyanazon időpontokban, 2017 októberétől 2018 szeptemberéig.

Az istállók ammónia szintjének mérését egy Honeywell Analytics 54-45-21VD ToxiPro típusú mérőműszerrel végeztük, szintén heti rendszerességgel egy munkamenetben a szén-dioxid szint mérésével, ugyanabban az időintervallumban.

A szén-dioxid mérésekor az ólban a mérőműszert a folyosón, a padlóra célszerű helyezni, így kaphatunk hiteles eredményt az adott ól levegőjének értékeiről. A Honeywell Analytics 54-45-21VD ToxiPro készülék az előzőnél jóval egyszerűbb műszer mind a kezelést, mind pedig a mérés időigényét tekintve. Akár kézben tartva a műszert, az ólon belül bárhol elvégezhetjük a mérést. Az ammónia szintet ppm mértékegységben jelzi ki a műszer. Méréseinket kizárólag olyan időpontokban végeztük, amelyek során a vizsgált termék legalább 70%-os telítettségűek voltak (azaz min. 70%-os férőhely-kihasználtság esetén).

A vizsgált árutermelő telep 1974-ben épült. A telep istállói közül a malacnevelő esett át jelentős felújításon 2009-ben, amely során a hagyományos battériára alapozott technológiát teljes műanyag ráncpadozatos, nagycsoportos (>40 állat/falka) tartásmódra váltották. A fiaztatóban szintén teljes műanyag ráncpadozatot alkalmaznak. A

hizlaldában teljes beton rácspadozat, a kan- és a vemheskoca-szálláson részlegesen beton rácspadozat található. A telep jelenlegi kapacitása 440 koca és szaporulatának tartását, hizlalását teszi lehetővé. Az árutermelő kocaállomány magyar nagyfehér × lapály genotípusú, a telepen tartott négy kan közül egy magyar nagyfehér, három pedig duroc fajtájú. A battérián (malacnevelőben) teljesen zárt, automata szellőzőrendszert használnak, míg a többi istálló légcseréjét több évtizede működő ventilátorok és a nyílászárók segítségével valósítják meg. A termékenyítéseket 30-40 kocából álló csoportokkal folyamatosan végzik, a vemhesülési arány átlagosan 85%, a kocaforgó 2,1. A fiaztatóban és a hizlaldában nedves takarmányozási rendszert alkalmaznak, míg a battérián, a kan- és kocaszálláson szilárd takarmányt etetnek, előbbiben pelletált, utóbbiakban dercés formában. A belmagasság a fiaztatóban 2,5 m, a battérián valamint a koca- és kanszálláson 3,5 m, a hizlaldában 5 m.

A mérési eredményeket Microsoft Excel táblázatba gyűjtöttük össze, a statisztikai vizsgálatokat SPSS v.16. szoftver segítségével végeztük. Összesen 1388 szén-dioxid és ammónia mérési adat került rögzítésre és feldolgozásra. A statisztikai értékelés során Least Significant Difference (LSD) tesztet alkalmaztunk. A szén-dioxid és az ammónia koncentráció közötti kapcsolatot Pearson-féle korrelációs együttható meghatározásával értékeltük.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

A telepen végzett mérések összesített eredményeit mutatja be az 1. táblázat. A szén-dioxid koncentráció esetében az évszakok között erősen szignifikáns különbséget figyeltünk meg, tehát a gáz koncentrációjának alakulásában az évszakoknak és a környezeti hőmérsékletnek alapvető hatása állapítható meg. A legnagyobb átlagos szén-dioxid koncentráció télen, a legkisebb nyáron fordult elő. Hasonló évszakai eloszlás figyelhető meg az ammónia koncentráció alakulásában is: a legkritikusabb időszakot a téli hónapok jelentik, a legkisebb átlagos koncentráció pedig nyáron mérhető. A szélsőséges környezeti hőmérsékletű téli és nyári hónapok átlaga között mintegy negyvenszeres különbséget állapítottunk meg, ugyanakkor a megengedett határértéket a téli időszak értékei sem haladták meg a vizsgált telepen.

Az évszakok szerint változó környezeti hőmérséklet döntően meghatározza a telepi szellőztetés gyakorlatát, hiszen a téli időszakban a folyamatos ventiláció biztosítása

mellett az ajtók és ablakok zárásával igyekeznek a teremhőmérsékletet az állatok termoneutrális zónájában tartani, míg nyáron a ventiláció mellett az ajtók és ablakok nyitásával biztosítják a szükséges fokozott légcserét, aminek köszönhetően a káros gázok koncentrációja is jelentős mértékben csökken.

A különböző tartási egységekre jellemző szén-dioxid és ammónia koncentráció alakulásáról a 2. táblázatban számolunk be. Eredményeink alapján megállapítható, hogy a szén-dioxid koncentráció szempontjából a malac utónevelő istállók (battéria), az ammónia szempontjából a kanszállás a legkritikusabb tartási egység, azonban a mérések átlaga ezekben az épületekben sem lépte túl a megengedett határértékeket a vizsgált telepen.

1. táblázat: Az istállókban végzett mérések összesített eredményei

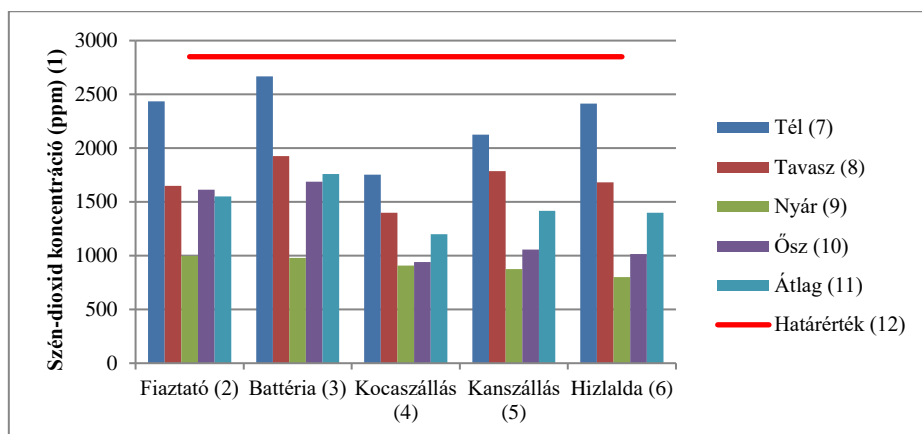
Table 1: Summarized description of gas concentration based on measurements taken in all the analysed rooms of the farm

Gáz (1)	Évszak (2)	Mérések száma (N) (3)	Átlag±szórás (ppm) (4)
CO ₂	Tél (5)	113	2347,0±978 ^A
	Tavaszi (6)	203	1683,3±1180 ^B
	Nyár (7)	169	890,1±273 ^D
	Ősz (8)	209	1229,3±594 ^C
	Összes (9)	694	1461,5±960
	Határérték (10)	-	2850
NH ₃	Tél (5)	113	4,310±2,17 ^A
	Tavaszi (6)	203	1,946±2,19 ^B
	Nyár (7)	169	0,225±0,74 ^C
	Ősz (8)	209	1,976±2,40 ^B
	Összes (9)	694	1,921±2,38
	Határérték (10)	-	9,5

^{A,B,C,D} A különböző betűvel ellátott értékek között a különbség szignifikáns (P<0,01)

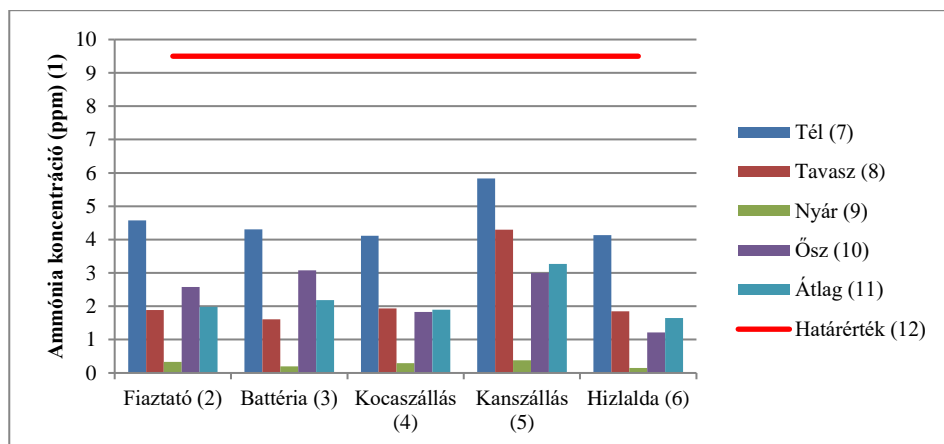
(1) Gas; (2) Season; (3) Number of observations (N); (4) Mean±standard deviation (ppm); (5) Winter; (6) Spring; (7) Summer; (8) Autumn; (9) Total; (10) Regulatory limit

^{A,B,C,D} values with different superscripts differ significantly (P<0.01)



(1) Carbon dioxide concentration (ppm); (2) Farrowing sows with piglets; (3) Weaned piglets; (4) Dry and gestating sows; (5) Breeding boars; (6) Fattening pigs; (7) Winter; (8) Spring; (9) Summer; (10) Autumn; (11) Mean; (12) Regulatory limit

1. ábra: A szén-dioxid koncentráció alakulása évszakok szerint a különböző istállóban
 Figure 1: Seasonal concentration of carbon-dioxide and ammonia in different housing units



(1) Carbon dioxide concentration (ppm); (2) Farrowing sows with piglets; (3) Weaned piglets; (4) Dry and gestating sows; (5) Breeding boars; (6) Fattening pigs; (7) Winter; (8) Spring; (9) Summer; (10) Autumn; (11) Mean; (12) Regulatory limit

2. ábra: Az ammónia koncentráció alakulása évszakok szerint a különböző istállóban
 Figure 2: Seasonal concentration of carbon-dioxide and ammonia in different housing units

Ni et al. (2008) két sertéstelep levegőjének szén-dioxid koncentrációját mérte a 2002-2003 időszakban. Megállapításaik szerint – a saját vizsgálatunkban tapasztalhoz hasonlóan – a szén-dioxid koncentráció a december-január időszakban volt a legnagyobb (3000-4100 ppm), a nyári (július-augusztus) időszakban volt a legkisebb (750-1300 ppm). A relatív páratartalom alakulása nem volt hatással sem a szén-dioxid kibocsátás, sem a koncentráció mértékére. Kísérletükben sikeresen csökkentették (mintegy 19%-kal) a szén-dioxid-kibocsátást növényi olaj permetezéssel, valamint növényi olaj és víz ködösítéssel. A fűtőberendezések téli és kora tavaszi szén-dioxid termeléséről megállapították, hogy alapvetően a környezeti időjárási viszonyok és a telepek földrajzi elhelyezkedése szerint alakult.

Popescu et al. (2010) az ammónia koncentráció alakulását értékelt négy különböző csoportban (vemhes kocák, fiaztató, malac utónevelő, hizlalda), 2009 januárjában. Az átlagos ammónia szint minden vizsgált istállóban meghaladta a Romániában javasolt felső határértéket (26 ppm). A legnagyobb koncentrációt a hizlaldában (104,6 ppm), a legkisebbet az utónevelőben (38,3 ppm) mérték. A fiaztató kivételével minden egységben statisztikailag igazolható pozitív korrelációt ($P < 0,05$) állapítottak meg az ammónia koncentráció és a teremben mért hőmérséklet, ill. relatív páratartalom között. Saját vizsgálatunkban az összes mérést figyelembe véve a szén-dioxid és az ammónia koncentráció között szignifikáns, közepes-erős pozitív korrelációt állapítottunk meg (Pearson $r=0,583$; $P < 0,01$).

Donham (1991) a levegő minősége és a sertések egészségi állapota közötti összefüggéseket elemezte Svédország déli részén, összesen 28 sertéstelepen, egy éves időszakon át. Korrelációt állapított meg számos légszennyező anyag (por, ammónia, szén-dioxid, mikrobák) koncentrációja és az újszülött malac-elhullás vagy a tüdő- és mellhártyagyulladás (pneumonia és pleuritis) gyakorisága között. Megfigyelései alapján javaslatot tett a maximális koncentrációt tekintve por ($2,4 \text{ mg/m}^3$), ammónia (7 ppm) és szén-dioxid (1540 ppm) esetében. A vizsgált svéd telepeken alkalmazott szellőztető rendszerek minősége jelentősen befolyásolta az ammónia és a szén-dioxid koncentrációt (a por mennyiségével nem volt összefüggés). Szoros összefüggést figyelt meg az egységnyi m^3 -re jutó sertés élőtömeg (kg) és a légszennyező anyagok mennyisége, illetve az egészségi állapot között.

Seedorf és Hartung (1999) vizsgálatában a kocaszálláson, az utónevelőben, és a hizlaldában mért ammónia koncentráció 9-15 ppm között alakult. *Koerkamp et al.* (1998) mérései 5-18 ppm közötti koncentrációt mutattak.

Zhu et al. (2000) mechanikai és természetes szellőztetési rendszerek esetén vizsgálta az ammónia koncentráció napi alakulását. Mechanikai szellőztetés mellett a vemhes kocaszálláson 9-15 ppm, a fiatzatóban 3-5 ppm, az utónevelőben 2-5 ppm, a hizlaldában 4-8 ppm közötti koncentrációt mértek. Természetes szellőztetés esetén a hizlaldában 7-15 ppm ammónia koncentrációt figyeltek meg, ami felhívja a figyelmet a természetes szellőztetés mérsékelt hatékonyságára.

Minnesotában (USA) végzett mérések alapján átlagosan 10-15 ppm ammónia koncentrációt állapították meg (*Jacobson et al.*, 2003) nagyüzemi sertéstelepeken.

Észak-Svédországban -18 és -1°C közötti külső környezeti hőmérséklet mellett 10-45 ppm ammónia koncentrációt mértek a hizlaldákban (a talajszint fölött 1,5 m-rel), 5-25 ppm-et a fiatzatókban.

A mérés helye természetesen jelentősen befolyásolja az eredményeket, például szignifikánsan nagyobb értékek mérhetők közvetlenül a hígtrágya fölött (*Gustafsson*, 1997). A trágyatároló lagúnák kiürített istállóiban végzett tisztítása, öblítése során a kén-hidrogén (H₂S) és a metán (CH₄) koncentráció hirtelen emelkedését figyelték meg, azonban kisebb (alig érzékelhető) növekedést állapítottak meg a szén-dioxid esetében, míg az ammónia koncentrációra nem volt hatással a lagúnák tisztítása (*Ni et al.*, 2008).

Heber et al. (2005) sertés istállóiban végzett mérései 1,2-37 ppm közötti értékeket mutattak. Megállapították, hogy az ammónia koncentráció szoros összefüggést mutat a szellőztetés módjával és mértékével; a legnagyobb koncentrációt januárban, a legkisebbet júliusban figyelték meg, hasonlóan a jelen vizsgálat eredményeihez.

Koltay et al. (2018) vizsgálatai alapján a sertéstakarmányok fehérjetartalmának csökkentésével, a korcsoportra jellemző aminosav-szükséglet pontosabb beállításával jelentősen mérsékelhető a hizlalásból származó ammónia kibocsátás.

Magyar et al. (2020) az Agrárminisztérium által támogatott kutatásaik során dolgozták ki az Ammónia Gáz Emissziós Modellt (AGEM-S), amelynek segítségével a sertéstartók értékelhetik telepeik ammónia-kibocsátását. Az online elérhető alkalmazás használata lehetővé teszi az emisszióban kritikus tényezők azonosítását, ezáltal lehetőséget teremt és javaslatokat fogalmaz meg a kibocsátás csökkentésére. A folyamatosan szigorodó európai uniós előírások (pl. az ammónia kibocsátás mértékét

tekintve Magyarországon 2030-ig 32%-os csökkenést kell megvalósítani a 2005. évben mért értékhez képest) betartása érdekében a jövőben fokozott figyelmet kell fordítani a sertéstartás során keletkező, potenciálisan környezetszennyező gázok mérséklésére.

A vizsgált telep valamennyi istállójában a rendeletben meghatározott határértékek alatti átlagos szén-dioxid és ammónia koncentrációt állapítottunk meg. A megfelelő mikroklima fenntartása valamennyi vizsgált egységben a téli időszakban okoz leginkább kihívást. A védekezés legfontosabb eleme a megfelelő szellőztetés, ventiláció kialakítása. Rövidíteni kell a vizelet elvezetésének idejét, és a bélsarat naponta el kell távolítani. Hígtrágya-gyűjtés esetén gyakoribb hígtrágya eltávolítást kell végezni, továbbá meg kell akadályozni a szilárd felszíni réteg kialakulását. Csökkenthető a hígtrágya ammónia kibocsátása jukka (liliompálma) kivonat alkalmazásával. Az ammónia kibocsátás célzott takarmányozás kialakításával is csökkenthető. A lagúnás termék kialakításakor törekedjünk a legkisebb felületű és csekély mélységű hígtrágya tároló kialakítására.

SEASONAL CHANGES IN CARBON-DIOXIDE AND AMMONIA CONCENTRATIONS IN DIFFERENT ROOMS OF A PIG FARM

PÉTER BOLDIS – KÁROLY TEMPFLI – TAMÁS TÓTH – ANETT SZILVIA
NÉMETH-TORKOS

Széchenyi István University, Faculty of agricultural and Food Sciences,
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

Several gases associated with intensive pig production including carbon dioxide and ammonia represent potential threats regarding both health status and production level of animals. In order to identify housing units and seasons with critical carbon dioxide or ammonia concentrations, regular on-site measurements are needed. In the present study weekly measurements of carbon dioxide and ammonia concentrations were taken throughout one year in different units of an intensive indoor confinement rearing system (rooms of dry and gestating sows, farrowing sows, weaned piglets, fattening pigs, and breeding boars). Based on data from all measurements (N=1388), highest average

carbon dioxide concentration was detected in winter and spring, whereas lowest concentrations were observed in summer and autumn ($P<0.01$). Similarly, highest ammonia concentration occurred in winter and lowest in summer ($P<0.01$), while average spring and autumn concentrations did not differ ($P<0.05$). Highest carbon dioxide concentration was detected in the houses of weaned piglets, whereas highest ammonia concentration was detected in rooms of breeding boars. Even in the most critical winter period, currently valid exposure levels were not exceeded in any units of the analysed farm.

Key words: carbon dioxide; ammonia; pig production

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú „Innovatív tudományos műhelyek a hazai agrár felsőoktatásban” című projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

IRODALOMJEGYZÉK

Donham, K.J. (1991): Association of environmental air contaminants with disease and productivity in swine. *American Journal of Veterinary Research*, 52: 1723-1730.

Gustafsson, G. (1997): Investigations of factors affecting air pollutants in animal houses. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 4: 203-215.

Heber, A.J. – Tao, P.C. – Ni, J.Q. – Lim, T.T. – Schmidt, A.M. (2005): Two swine finishing building with flushing: ammonia characteristics. *Proceedings of the Livestock Environment Symposium VII, Beijing, China, 2005*, pp 436-443.

Horn P. – Pászthy Gy. – Bene Sz. (2011): Sertésenyésztés. *Tamop 4.2.5.*

Jacobson, L.D. – Heber, A.J. – Zhang, Y. – Sweeten, J. – Koziel, J. – Hoff, S.J. – Bundy, D.S. – Beasley, D.B. – Baughman, G.R. (2003): Air pollutant emissions from confined animal buildings in the U.S. *Proceedings of the International Symposium on Gaseous and Odour Emissions from Animal Production Facilities, EurAgEng Horsens, Denmark*, pp 194-202.

- Kalich, J.* (1980): Livestock-related toxic gases and its impact for fattening pigs. *Tierzuchter*, 9: 386-388.
- Koerkamp, P.W.G.G. – Metz, J.H.M. – Uenk, G.H. – Phillips, V.R. – Holden, M.R. – Sneath, R.W. – Short, J.L. – White, R.P. – Hartung, J. – Seedorf, J. – Schroder, M. – Linkert, K.H. – Pedersen, S. – Takai, H. – Johnsen, J.O. – Wathes, C.M.* (1998): Concentration and emission of ammonia in livestock buildings in Northern Europe. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 70: 79-85.
- Koltay I.A. – Benedek Zs. – Hegedűsné Baranyai N. – Such N.A. – Farkas L. – Nagy J. – Szűcs K. – Pál L. – Wágner L. – Dublec K.* (2018): Csökkentett fehérjetartalmú tápok etetésének hatása sertések ammónia-emissziójára. In: Szabó, Csaba (szerk.) *Tavaszi Szél 2018 : Spring Wind 2018*, Budapest, Doktoranduszok Országos Szövetsége, 54-72.
- Magyar M. – Pirkó B. – Benedek Zs. – Hegedűsné Baranyai N. – Rák R. – Szabó A. – Kótiné Seenger J. – Vojtela T. – Borka Gy. – Dublec K.* (2020): AGEM-S Ammónia Gáz Emissziós Modell a sertéstartó gazdaságok számára. *Mezőgazdasági Technika*, 28-31.
- Memarzadeh, F. – Manning, A.* (2005): Control of ammonia production in animal research facilities through ventilation system design. *American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers Transactions*, 111: 203-212.
- Ni, J.Q. – Heber, A.J. – Lim, T.T. – Tao, P.C. – Schmidt, A.M.* (2008): Methane and carbon dioxide emission from two pig finishing barns. *Journal of Environmental Quality*, 37: 2001-2011.
- Philippe, F.X. – Nicks, B.* (2014): Review on greenhouse gas emissions from pig houses: Production of carbon dioxide, methane and nitrous oxide by animals and manure. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 199: 10-15.
- Popescu, S. – Stefan, R. – Borda, C. – Lazar, E.A. – Sandru, C.D. – Spinu, M.* (2010): The ammonia concentration in growing-finishing pig houses. *Lucrari Stiintifice Medicina Veterinara*, 43: 320-326.
- Seedorf, J. – Hartung, J.* (1999): Survey of ammonia concentrations in livestock buildings. *Journal of Agricultural Science*, 133: 433-437.
- Smith, J.H. – Wathes, C.M. – Baldwin, B.A.* (1996): The preference of pigs for fresh air over ammoniated air. *Applied Animal Behaviour Science*, 49: 417-424.

Zhu, T. – Pattey, E. – Desjardins, R.L. (2000): Relaxed eddy-accumulation technique for measuring ammonia volatilization. *Environmental Science and Technology*, 34: 199-203.

Internetes hivatkozások

URL₁:

http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032_fenntarthato_mg_rendszerek_es_kornyezettechnologia/ch09s03.html (hozzáférés: 2019. 10. 18.)

URL₂: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1800039.AM> (hozzáférés: 2019. 10. 18.)

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

Boldis Péter

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

9200, Mosonmagyaróvár

Tempfli Károly

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

9200, Mosonmagyaróvár

Tóth Tamás

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

9200, Mosonmagyaróvár

Németh-Torkos Anett Szilvia

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

9200, Mosonmagyaróvár



A KÖZÖSSÉG ÁLTAL TÁMOGATOTT MEZŐGAZDASÁG ELŐNYEI ÉS HÁTRÁNYAI

GOMBKÖTŐ NÓRA – TESCHNER GERGELY – MEZEI KATALIN

Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

A közösség által támogatott mezőgazdaság (KTM) a vidéki közösségekhez szorosan kapcsolódik. Mikro- és makro szinten számos előnnyel rendelkezik. Mikroszinten a modell költségeit és hasznát a gazdálkodók és az irántuk elköteleződő fogyasztók (úgynevezett részvényesek) szempontjából kell figyelembe venni. A költségek leggyakrabban alternatív költségként jelennek meg, mint például termelői oldalról a közvetlen marketing vagy az ügyfélkapcsolatok költségei, míg fogyasztói oldalról a teljes szezonra vonatkozó elkötelezettség vagy a tagok szempontjából kiszámíthatatlan hozamok. A KTM-eknek azonban jóval több előnye van, mint gazdasági hátránya. Olyan előnyökkel lehet számolni, mint például a biztos piacra jutás, a kiszámítható és tisztességes jövedelem, a kedvező tulajdonságokkal rendelkező termékek (friss, egészséges, biztonságos). A tanulmányban ezen alternatív költségeket és előnyöket vesszük számításba. A KTM-eknek azonban makro szinten is számos előnyük van. Ebből a szempontból a KTM-ek társadalmi és környezeti hatásait vizsgáltuk. Ezen előnyök között meg kell említeni a helyi termelés környezeti hatásait, a helyi identitás és a vidékfejlesztés támogatását, új munkahelyek létrehozását és a társadalmi kapcsolatok erősítését. Mindezeket szintén részletesen ismertetjük.

Kulcsszavak: közösség által támogatott mezőgazdaság, költségek, haszon, termelők, fogyasztók, társadalom, környezet

BEVEZETÉS

Az egyre inkább növekvő környezeti ártalmakra reagálva a közösség által támogatott mezőgazdaság (KTM) első mozgalmi az 1960-as években indultak el Japánban (TEIKEI mozgalom) valamint Európában (Németországban Rudolf Steiner nevéhez köthető mozgalom), az 1970-es években gazdálkodási móddá váltak. Később, az 1980-as években, az Egyesült Államokban is elkezdtek használni. A KTM egy alternatív gazdálkodási mód, amelynek helyi, biztonságos és fenntartható egészségügyi és környezeti előnyei vannak. A hangsúlyt a helyi termékekre, a környezetbarát termelési módszerekre és a fenntartható gazdálkodásra fekteti. A módszer lényege a termelő és a fogyasztó közötti közvetlen kapcsolat, valamint a személyes kapcsolatokban a bizalom. A hosszú ellátási láncokkal ellentétben a termelő és a végső fogyasztó közötti fizikai távolságot csökkenti, továbbá a minőség garanciájaként a rendszerbe a személyes kapcsolat, a bizalom és gyakran az ökológiai tanúsítás is beépül. Ezenkívül a helyi tájra, a környezetre (ökológiai előnyök, kevesebb szállítás, kevesebb csomagolóanyag, jobb állatjólét stb.), valamint a helyi gazdaság növekedésére (foglalkoztatás, helyi feldolgozás, tőke helyben maradása) is pozitív hatást gyakorol. A kistermelők számára a helyi, jó minőségű élelmiszerek előállítását és értékesítését teszi lehetővé, a fogyasztók számára pedig az ízletes, megbízható helyi ételekhez kényelmes hozzáférést biztosít.

A KTM lényege, hogy a fogyasztók egy csoportja vállalja, hogy egy konkrét mezőgazdasági termelőtől előre fizetéssel részesedést vásárol, aki cserébe friss, szezonális és biztonságos (legtöbbször ökológiai módon előállított) élelmiszert biztosít. Ez szükségszerűen egy kisméretű rendszer, amelynek központi döntéshozó testülete a mezőgazdasági termelő-fogyasztói csoport. A KTM tagjai a termelővel a termesztési időszak (szezón) elején – írásbeli vagy szóbeli – megállapodást kötnek, és a részt vevő gazdaság által előállított mezőgazdasági termékekből való "részesedésre" előleget fizetnek. Ezzel szemben a gazdálkodó ezeket a termékeket a KTM tagjai számára a szezon során hetente rendelkezésre bocsátja. A hetente esedékes termékesomagok előre történő kifizetésével a tagok a termelő számára a gazdaság működtetéséhez szükséges tőkét biztosítják. A helyi termelőktől történő vásárlás a tagok számára a friss és szezonális alapanyagokat garantálja. A két fél között eltérő mértékű elköteleződés jöhet létre, és ennek függvényében eltérő KTM típusokat különböztetünk meg (közösségi gazdaság, dobozrendszer, vásárlói közösségek).

Nehéz pontosan meghatározni, hogy melyik európai országban jelent meg először ez a típusú gazdálkodási rendszer. Ilyen jellegű egyéni kezdeményezéseket már az 1960-as években is megfigyelték, főként Németországban, később pedig Hollandiában, Írországban és Szlovéniában. Jelenleg szinte minden európai országban megtalálható a KTM-nek legalább egy formája. Ez a gazdálkodási modell azonban egyes európai országokban eltérően fejlődött, mivel a kultúra, az egészség, a társadalom és az oktatás országonként eltérő. Egyes országokban ezeket a közösségeket kifejezetten a társadalmi szolidaritás hívta életre (Németországban például "Solidarische Landwirtschaft"-nak hívják). Magyarországon ennek a gazdálkodásnak jelenleg nincs kiforrott formája; sok területen változtatásokat és szélesebb körű támogatást igényel.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálataink során a témában rendelkezésre álló szakirodalmat tekintettük át. A szakirodalmi forrásokban közölt egyes eredményeket vetettük össze, figyelembe véve a hazai területi sajátosságokat. E szakirodalmi áttekintés fő célja a közösség által támogatott mezőgazdaság valamennyi jellemzőjének és hatásának feltárása, a termelők, a fogyasztók, a társadalom és a környezet szempontjából egyaránt. A kutatás további célja, hogy a gazdálkodók és a döntéshozók számára egyaránt átfogó és gyakorlati információkat nyújtson. A téma sajátossága, hogy – annak ellenére, hogy a KTM módszer szinte az egész világon elterjedt – szakirodalma hiányos, és a legtöbb helyszíni felmérésen alapuló kutatás az Egyesült Államokban készült.

EREDMÉNYEK

A közösség által támogatott mezőgazdaság nem csupán élelmiszer-előállítás és -elosztás. Emellett a mezőgazdasági termelő és a fogyasztó életmódját nagymértékben megváltoztatja, továbbá a társadalomra és a környezetre is jelentős hatást gyakorol. Természetesen, mint minden termelési rendszer esetén, a KTM-nek is vannak előnyei és hátrányai. A KTM hatásait két szinten lehet megvizsgálni. Mikroökonómiai szinten a gazdák és a fogyasztók az érintettek, míg makrogazdasági szinten a társadalomra és a környezetre gyakorol hatást. A KTM során számos költség merülhet fel, amely a realizált és az alternatív költségeket is magában foglalja. Ezek lehetnek közvetlen és

közvetett (negatív externáliák) költségek. Ugyanakkor a mezőgazdasági termelők, a fogyasztók, a társadalom és a környezet számára számos előnyt is biztosíthat.

Termelők

A mezőgazdasági termelők az utóbbi időkben egyre inkább azzal szembesülnek, hogy a hagyományos élelmiszer-termékpályán történő közvetett értékesítés – a kiskereskedelmi hálózatok és egyéb felvásárló/feldolgozó szervezetek felvásárlási- és árpolitikája miatt – kedvezőtlen helyzetet teremt számukra. Ezért egyre több termelő fordul a közvetlen értékesítés irányába, amely a multifunkcionális mezőgazdaság eszközrendszerébe való beépítéssel versenyképessé válhat (*Troján et al. 2009*). Ennek egyik megvalósítási módja lehet a közösség által támogatott mezőgazdaság. A gazdálkodókat számos tényező motiválja arra, hogy KTM-et hozzanak létre (például a tudatos magatartás, a környezetvédelem, vagy a speciális piaci rések megcélzása), A legtöbb esetben a KTM-hez csatlakozó mezőgazdasági termelők elsődleges célja a profit maximalizálása. Ezért elsősorban az abból származó költségek és haszon motiválják őket. Költségeik egyik részét a termeléshez szorosan kapcsolódó pénzben kifejezett költségek teszik ki (termelési költségek), amelyek némelyike az ipari mezőgazdaságban jelentkező költségeknél magasabb, míg mások alacsonyabbak lehetnek. A KTM gazdálkodás minden esetben valamilyen ökológiai módszeren alapul, ami több munkaerőt igényel, így a munkaerő bérköltsége magasabb. A KTM gazdálkodók másik alapelve, hogy széles termékválasztékot kínálnak, gyakran speciális fajtákkal, amelyek magasabb beszerzési költségekkel járhatnak. Mivel a mezőgazdasági tevékenységeiket a KTM partnerségek igényeihez igazítják, sok egyéb többletköltség merül fel, például az ökológiai gazdálkodás létesítésének, a csepegtető öntözés kiépítésének kezdeti beruházási költségei. Másrészt néhány termelési költség (például gép üzemeltetés költsége), valamint anyagköltség (például növénytermesztésben a növényvédőszer, a műtrágya és egyéb vegyi anyag, míg állattenyésztés esetén az antibiotikumok, gyógyszerek és hormonok költségei) az ipari mezőgazdaságban felmerülő költségeknél alacsonyabbak lehetnek.

Mivel a KTM keretében a fogyasztók a termékeket a gazdától közvetlenül, közvetítő nélkül kapják meg, a KTM-et a közvetlen marketing jellemzi. A közvetlen marketing további költségeket jelent, például a csomagolási és a heti szállítási költségeket. Ezen

felül vezetői oldalról alapos könyvelésre van szükség, ami a költségeket szintén növelheti.

A termelőknek olyan alternatív költségekkel is számolniuk kell, amelyek nem mérhetőek. Például olyan tevékenységeket kell végezniük (például a gazdaság látogatók előtti megnyitása, ügyfélkapcsolatok kiépítése), amelyek a család személyes életét teljesen megváltoztatják. (Moellers és Birhala 2014).

A KTM ugyanakkor a termelő számára számos előnyt is nyújt. Az elkötelezett fogyasztók miatt a gazdálkodók biztos fogyasztói bázisra és termékeik előre történő kifizetésére számíthatnak. Ez a gazda számára kiszámítható és tisztességes jövedelmet, egy egész évre szóló fix piacot, az árak ellenőrzésének lehetőségét, alacsony termelési kockázatot és alacsony piaci versenyt garantál. Ezenkívül a fogyasztók pénzügyi és erkölcsi támogatása miatt a gazdálkodó a termelésre és az élelmiszer-feldolgozásra koncentrálhat. Mivel a KTM a rövid élelmiszer-ellátási láncok egy típusa, a termékek elosztásához közvetítőre és/vagy kiskereskedőre nincs szükség. A KTM-nek köszönhetően a gazdálkodók és a fogyasztók között szoros személyes kapcsolat alakítható ki. A tagok a termékekről rendszeres visszajelzést adnak, és a gazdaság működésébe is beleszólhatnak. A KTM-eknél általános jelenség, hogy a gazdák egymással is együttműködnek (termékek, tapasztalatok és ismeretek megosztásával), ami a gazdálkodók közötti közösség kiépítését teszi lehetővé. Végül, de nem utolsósorban ez a típusú rendszer a gazdák számára egyfajta biztonsági hálót teremt. (Tegmeier és Duffy 2005, Perry és Franzblau 2010).

Flora és Bregendhal (2012) esettanulmányukban megállapították, hogy a gazdálkodók számára a KTM-hez való csatlakozásra a legfontosabb motiváció a pénzügyi haszon. A KTM-hez való csatlakozás második legfontosabb mozgatórugója a társadalmi tőke várható előnyei, ezt követi a kulturális/érték meggyőződés okai, a humán tőke várható növekedése, míg a környezeti és politikai okok kevésbé jelentősek.

Fogyasztók

A KTM-ekhez való csatlakozásnak fogyasztói oldalról is vannak költségei és előnyei. A fogyasztók számára két fő mérhető költség merül fel. Egyrészt előfordulhat, hogy a termékekért a szupermarketek árainál magasabb árat kell fizetniük. Ebben az esetben a KTM gazdaságokból származó termékek árait nem a hagyományos, hanem a

biotermékek áraival célszerű összevetni, mivel még az ökológiai tanúsítással nem rendelkező gazdaságok is a biotermékekével azonos minőséget garantálnak. A KTM termékek árai a biotermékek áraihoz képest jóval alacsonyabbak lehetnek. *Brown és Miller (2008)* kutatásukban megállapították, hogy az ökológiai termékek ára közel ugyanakkora, mint a KTM termékeké (sőt, egyes esetekben drágábbak is). Másrészt előfordulhat, hogy a fogyasztóknak utazási költségeik merülnek fel, mert a termékek felvételéért a gazdaságba vagy az átadóhelyre el kell jutniuk. Ez utóbbi csak a házhozszállítás elosztási formához képest hátrány, mivel a fogyasztónak az értékesítőhöz a hagyományos élelmiszer-rendszerekben is el kell jutnia.

A fogyasztók oldalán tehát e két fő számszerűsíthető költség mutatható ki. Ugyanakkor emellett számos alternatív költség is felmerül, amelyekkel a fogyasztóknak számolniuk kell. Az egyik ilyen, hogy a teljes szezonra el kell köteleződniük, vállalva ezzel a növénykárosodás vagy veszteség kockázatát. Ezenkívül a hagyományos élelmiszer-elosztási csatornák által kínált termékek széles skálájáról le kell mondaniuk. A zöldségek minősége és mennyisége kiszámíthatatlan, *Flora és Bregendhal (2012)* szerint azonban a fogyasztók hezitálásának nem ez az elsődleges oka, hanem inkább pénzügyi megfontolások, vagyis a termékek magas ára. Megemlítették a részesedés hetente történő felvételének kellemetlenségeit is. A fogyasztók minden héten kapnak egy dobozt, amely előre meghatározott fajtájú mezőgazdasági termékeket tartalmaz, de a doboz tartalmát nem a fogyasztók választják meg. A doboz ismeretlen zöldségféléseket is tartalmazhat, amelynek tárolása, feldolgozása és tartósítása gondot okozhat. Összességében a fogyasztóknak mindennapi életükben jelentős változásokkal kell számolniuk (*Cone és Myhre 2000*).

A fogyasztók számára viszont a KTM sokkal több előnyt nyújt, mint gazdasági hátrányt. A KTM-hez való csatlakozás egyik leggyakoribb oka, hogy gyakrabban juthatnak kedvező tulajdonságú termékekhez, mint üzletekben vagy szupermarketekben. Ezeknek a termékeknek olyan jótékony tulajdonságai vannak, mint a bio minőség, a biztonságosság, a frissesség, az egészséges és ízletes jelleg. Ezeknek a termékek a szupermarketekből származó termékekhez képest jóval magasabb minőséget képviselnek. A fogyasztók minden héten friss zöldséget és gyümölcsöt kapnak. Ökológiai minőségű termékekhez elfogadható áron juthatnak hozzá, továbbá a szezonális és különleges termékek lehetővé teszik, hogy étkezésük változatos és

egészséges legyen. (Általában jellemző, hogy a fogyasztók teljesen tisztában vannak a szezonális élelmiszer-fogyasztás előnyeivel.)

Ezenkívül a fogyasztói szokásokban is pozitív változás következik be, mivel egészségesebben étkeznek, friss és változatos zöldségeket, gyümölcsöket esznek, és kevesebb élelmiszert vásárolnak. Ha valamelyik termékből többet kaptak, mint amennyit felhasználnak, akkor azt a szomszédoknak és a barátoknak elajándékozhatják.

A tudatos fogyasztók másik fontos szempontja az, hogy ismerik a gazdaságot és a termelőt, amelytől vásárolnak, tehát ismerik a termékek eredetét. Ezenkívül a fogyasztók egy közösség részévé válnak, és közvetlenül támogatják a helyi gazdát, mint a közösség részét. A gazdaságba látogatást tehetnek, valamint ott önkéntes munkát végezhetnek, ezért az ökológiai gazdálkodásról, zöldségtermesztésről, valamint egészséges élelmiszerekről információkat szerezhetnek, egyfajta képzésben vehetnek részt, valamint a nyugodt vidéki környezet feltöltődést is biztosíthat számukra. A gazdasággal, a gazdálkodóval és a vidéki térséggel közvetlenül érintkezhetnek. Továbbá ez a gazdálkodási módszer a környezettudatos fogyasztók környezetvédelmi aggodalmait is eloszlatja. (*Flora és Bregendahl 2012, Brown és Miller 2008*).

Perry és Franzblau (2010) szerint a KTM-ek a fogyasztók számára olyan előnyöket kínálnak, mint az egészséges és biztonságos ételekhez való hozzájutás, versenyképes ár, helyi vásárlás lehetősége, a földhöz való kapcsolódás, a kockázat csökkentése és a kényelem.

Kutatásaiban *Bloemmen et al. (2015)* megállapította, hogy a fogyasztók számára a nem pénzügyi előnyök (például a rendszerben való részvétel vagy a tudás és készségek megszerzése) fontosabbak, mint a pénzügyi előnyök.

Összességében, ami a gazdák és a fogyasztók költségeit és gazdasági előnyeit illeti, kijelenthető, hogy mind a termelők, mind a fogyasztók számára a KTM tagságának gazdasági előnyei meghaladják a költségeket, és ezek olyan területen jelentkeznek, amely a termelők és a fogyasztók számára fontosabb, mint a pénzügyi szempontok.

Társadalom

A KTM társadalomra gyakorolt hatását sem szabad figyelmen kívül hagyni. Az ilyen típusú gazdálkodásnak ugyanis a társadalom számára számos előnye van.

A KTM megfelel a társadalmi integráció követelményének, azaz az üzleti szervezetek tevékenysége a munkavállalók számára tisztességes megélhetést biztosít, az ügyfelek számára valós értéket képvisel, a beszállítókkal tisztességes kereskedelmet bonyolít le, és a helyi közösségekkel együttműködik.

A KTM az egészséget szem előtt tartó helyi vagy regionális közösségeket támogató koalíciókat alakít ki és tart fenn. E rendszer keretében tehát nemcsak a gazdák között, hanem más kormányzati (országos, regionális és helyi) és nem kormányzati (helyi élelmiszer-rendszereket támogató) szervezetekkel is kapcsolatok jönnek létre.

Mivel a KTM tagjai egy közösség tagjaivá válnak, a társadalom számára nyújtott egyik legfontosabb előnye, hogy a tagokkal egy viszonylag erős közösséget épít, az állandó – online vagy offline - kapcsolatok, a tapasztalatok, ismeretek, receptek megosztása és a gazdaságban egy közösségi tér létrehozása által. Ez a közösség a kölcsönös bizalmon alapul. A közös ismereteket a gazdák és a tagok is megosztják egymás között. Így polgári megújulás és közösségi szintű együttműködés is épül.

Mivel a KTM gazdaságok a gazdálkodók és a fogyasztók közötti kapcsolatokra épülnek, a kapcsolat minősége és folytonossága rendkívül fontos, még akkor is, ha hírlevelek vagy levelek formájában történik. Az elektronikus kommunikáció egyre népszerűbbé válik, ami nem csak a gazdálkodók és a fogyasztók közötti kommunikáció előmozdítása szempontjából fontos, hanem a KTM gazdaságok közösségének létrehozása szempontjából is.

A KTM a „helyi terméket a helyi gazdálkodóktól a helyi fogyasztókig” alapelveivel a helyi identitást is erőteljesen támogatja. Ezenkívül személyes kapcsolatot létesít a lakóhellyel, és a helyi gazdák támogatásával elősegíti a vidéki és regionális fejlődést.

Henderson (2007) és *Flora és Bregendahl (2012)* szerint vannak olyan KTM partnerségek is, amelyek a termék felesleget közvetlenül a nélkülöző emberekhez vagy családokhoz viszik.

A KTM gazdaságok mind a formális, mind pedig a rejtett (tacit) tudás fejlesztéséhez is hozzájárulnak, ugyanis gyakran oktatási szerepet is betöltenek. Ezt sokféle módon meg lehet tenni, például az önkéntesek képzésével vagy gyakornokok fogadásával, de az oktatási programokba az alkalmazottak foglalkoztatása is beépíthető. Az egyik legnagyobb kihívás egy olyan folyamatos képzési folyamat fejlesztése, amelynek keretén belül a gazdák és a fogyasztók megtanulhatják, hogy mit jelent egy nagyobb közösség iránti felelősségvállalás. Számos kezdeményezés oktatja tagjait az ökológiai

gazdálkodásról, a helyi és szezonális élelmiszerek fogyasztásának jelentőségéről, valamint a fenntartható életmód tágabb kérdéseiről. Az oktatási tevékenységek nagy részét jelenleg a gazdálkodó végzi, de ezt főként felnőttképzési programokon, tanulmányi csoportokon és workshopokon keresztül kellene megoldani. Ilyen módon a KTM mozgalom a szélesebb társadalmi problémákhoz tudatosabban kapcsolódhatna. A KTM fogyasztók többsége igényli a helyi termékekről, valamint azok elkészítési és tartósítási módjairól való oktatást (*Sharp et al. 2002*).

A KTM gazdaságok nagy előnye, hogy új munkahelyeket teremtenek, mivel az ökológiai gazdálkodás több munkaerőt igényel, mint a hagyományos termesztési mód. Nagyon gyakran, különösen a biodinamikus gazdaságokban, a fogyatékkal élők számára a kormány által támogatott munkalehetőségeket kínálnak.

Végül, de nem utolsósorban, a KTM átláthatósága, nyomonkövethetősége, valamint a termelők felelősségre vonhatósága miatt globális élelmiszer-biztonságot nyújt, és az emberek számára lehetőséget teremt az egészséges ételekhez való hozzáférésre (*Baker et al. 2019*).

Környezet

A nagyvállalatok nem képesek ökológiai fenntarthatóságot és társadalmi integrációt biztosítani. Ezek célja ugyanis a nemzetközi versenyképességük fenntartása és a gazdasági növekedés gyorsítása. Ezt a kis méretű közösségek érhetik el, amelyek a helyi erőforrások igényeinek megfelelően működnek, és figyelembe veszik az adott helyen meglévő természeti (talaj, víz, éghajlat) adottságokat. Hosszú távon tehát a kisgazdaságok környezeti szempontból fenntarthatóbbak lehetnek. Egyrészt a biológiai sokféleséget biztosító multikulturális gazdálkodás a kis üzemméretű gazdaságokban sokkal sikeresebben alakítható ki, mivel a sokféle növény termesztése kevésbé gépesíthető (*Halweil 2000*). Másrészt a kis helyi gazdaságok energiát takaríthatnak meg, és szén-dioxid-kibocsátásukat csökkenthetik (*Pirog et al., 2001*).

A KTM az ökológiai fenntarthatóság követelményének teljes egészében megfelel, azaz a gazdasági szervezetek az ökoszisztémával úgy működnek együtt, hogy az ökoszisztéma egészsége nem sérül. Eszerint a KTM gazdaságok természeti erőforrások iránti igénye korlátozott, az abban alkalmazott technológiák környezetbarátak és társadalmilag elfogadhatók, és a vállalkozások teljes hulladék kibocsátása minimális.

A KTM a hagyományos élelmiszer-termelési és -elosztási rendszerek negatív hatásait minimálisra csökkentheti, mivel összességében kevesebb vegyszerhasználat, talajerózió, élelmiszer-csomagolás, élelmiszer-kilométer és több fajta- és ökoszisztéma sokszínűsége jellemzi.

Bár nincs konkrét követelmény arra vonatkozóan, hogy a KTM formában működő gazdaságok kizárólag biogazdálkodásban működhetnek, ez az általános gyakorlat. Szinte nincs olyan KTM a világon, amely valamilyen mértékben valamilyen természetközeli gazdálkodási módot (ökológiai, organikus, biodinamikus) nem alkalmazna (*Bjune és Torjusen 2005*). (Érdemes azonban megjegyezni, hogy a KTM termelők nagy hányada a legtöbb országban – így Magyarországon is – a tanúsítás viszonylag magasabb költségei miatt nem minősített biotermelők, mivel a rendszer egyik alapköve a bizalom, így a vásárlói körük megbízik a termékekben, és nem igénylik a minősítést (*European CSA Research Group 2016*).)

Mivel a legtöbb KTM gazdaság ökológiai vagy biodinamikus gazdálkodást folytat, a természetes környezetre számos pozitív hatást gyakorolnak. A helyi fajták használata a biodiverzitás és a táj sokféleségének fenntartását segíti elő. A környezetbarát növényvédelmi eljárásoknak köszönhetően a szennyező anyagok talajban való felhalmozódása jelentősen csökken. Végül, mivel az élelmiszer-előállítás és -fogyasztás helyben történik, a rövid regionális ellátási láncok a szükségtelen szállítás és tárolás elkerülését segítik. Az úgynevezett élelmiszer-kilométerek (vagy élelmiszer-mérföldek) sokkal rövidebbek; azaz az energiaigény és a közlekedés negatív környezeti hatása szintén csökken.

A közösségi gazdaság az önállóság eszméjén alapul, amely az ökológiai fenntarthatósághoz szorosan kapcsolódik. A határokon belüli élet és a fenntarthatóság gyakorlatilag egy és ugyanaz. A rendelkezésre álló ökológiai rés kihasználásával minden közösségnek ökológiai fenntarthatóságot kell elérnie. Ideális esetben ez néhány alapvető cél elérését jelenti. A közösségben alkalmazott minden egyes rendszernek folytonosnak kell lennie, és minden termesztési ciklust a következő években a környezet károsodása nélkül kell megismételnie. A közösség méretét megfelelő szinten kell tartani. A közösségi gazdaságnak a foglalkoztatásra és a jólét fenntartására épülő gazdasági növekedéstől függetlennek kell lennie. A közösségnek legalább annyi élelmiszert és nyersanyagot kell termelnie, hogy tagjai egyszerű, kényelmes életet élhessenek, miközben a világ többi részének kizsákmányolása nélkül a környezetük

határain belül maradnak. A közösségben felhasznált valamennyi energiának megújuló forrásokból kell származnia. A KTM hozzájárul az ökológiai lábnyom csökkentéséhez.

A KTM a föld, a táj és a térség gazdálkodási hagyományainak fenntartásához közvetlenül hozzájárul. Segít fenntartani a városok közelében lévő zöldövezeteket. Végül soron tehát a területrendezésben is kulcsszerepet játszik.

Végül, de nem utolsó sorban a KTM rendszerekben az élelmiszer-pazarlás is csökken, amely gazdálkodói és fogyasztói szinten egyaránt megfigyelhető. A gazdák a keletkezett növényi eredetű hulladékokat – általában zöldtrágya vagy komposzt formájában – újrahasznosítják. A fogyasztók pedig hetente fix mennyiségű zöldséget és/vagy gyümölcsöt tartalmazó dobozt kapnak, amely egy család egy heti szükségletét legtöbb esetben éppen fedezi, így nincs élelmiszer-pazarlás. Nem merül fel annak a kockázata, hogy sokkal többet vásárol, mint amennyire szükségük van.

A KTM által szerezhető valamennyi (termelői, fogyasztói, társadalmi, környezeti előny összefoglalva az *1. táblázatban* látható.

1. táblázat: A közösség által támogatott mezőgazdaság előnyei

Table 1: Benefits of Community Supported Agriculture

Termelők (1)	Fogyasztók (2)
Kiszámítható és tisztességes jövedelem Stabil piac Árképzés lehetősége Alacsony termelési kockázat Alacsony piaci verseny Fogyasztói támogatás Termelésre koncentráció Nincs közvetítő és/vagy kiskereskedő Termelők és fogyasztók közötti személyes kapcsolat Biztonsági háló	Kedvező tulajdonságú élelmiszerek (bio, megbízható, friss, egészséges, ízletes) Magas minőségű élelmiszer Elfogadható árak Hetente meghatározott mennyiségű élelmiszer Szezonális és különleges termékek Fogyasztói magatartás pozitív változása Jól ismert gazdaság, az élelmiszerek biztonságos forrása Közösség Környezeti szempontok A gazdaság látogatásának és ott munka vállalásának lehetősége Kikapcsolódás, stresszoldás Közvetlen kapcsolat a gazdasággal, a gazdálkodóval és a vidéki térséggel
Társadalom (3)	Környezet (4)
Társadalmi integráció Kapcsolatépítés Társadalmi közösség építés Tudás megosztás Polgári megújulás és közösségi szintű együttműködés Helyi identitás támogatása Lakóhellyel való személyes kapcsolat Vidéki és regionális fejlődés előmozdítása Helyi gazdálkodók támogatása Társadalmi befogadás Oktatás Munkahely teremtés Egészséges élelmiszerekhez való hozzájutás minden társadalmi réteg számára Globális élelmiszerbiztonság	Környezetbarát termesztési mód Ökológiai fenntarthatóság A biodiverzitás, a termőföld, a gazdálkodási hagyományok és a tájkép fenntartása Rövidebb élelmiszer-kilométer/mérföld Kiseb ökológiai és szénlábnyom Kevesebb élelmiszer-hulladék Szerep a területrendezésben A városhoz közeli zöldterületek fenntartása

Forrás: saját szerkesztés

(1) farmers, (2) consumers, (3) society, (4) environment

KÖVETKEZTETÉSEK

A közösség által támogatott mezőgazdaság olyan úttörő kezdeményezés, amely nem tekint vissza régi múltra. A múlt század második felétől kezdett elterjedni azzal a céllal, hogy az iparosodott mezőgazdaság és a globális kereskedelem által okozott károkat kiküszöbölje. Mint minden más termelési rendszernek, ennek is vannak költségei és haszna, mind a gazdálkodók, mind pedig a fogyasztók számára. A mezőgazdasági

termelők legjelentősebb költségei a KTM partnerség igényeihez igazodó mezőgazdasági tevékenységek költségei (például az ökológiai gazdálkodás megkezdéséhez szükséges beruházási költségek, a csepegtető öntözés kiépítésének költsége, stb.). A fogyasztók számára a legnagyobb kihívás az egész szezonra szóló, bizalmon alapuló elkötelezettség, amely magában foglalja a kockázatvállalást. Szükséges esetben előfordulhat, hogy a fogyasztó pénzéért cserébe nem kap semmit. A fogyasztó összes egyéb költsége elhanyagolható. A költségeket és az előnyöket számításba véve megállapítható, hogy a KTM tagjai számára az előnyök sokkal fontosabbak. A mezőgazdasági termelők számára a legfontosabb előny a stabil vevőkör, amelyből számos más előny származik. A fogyasztók számára a legfontosabb előnye, hogy minden héten jól ismert gazdaságból, kedvező tulajdonságú (bio, biztonságos, friss, egészséges, ízletes) élelmiszereket kaphatnak. A KTM további jellemzője, hogy a csatlakozó termelőknek és fogyasztóknak egyaránt jelentős életmód váltással kell szembesülniük. Ennek pozitív vagy negatív hatása azonban nem dönthető el egyértelműen.

A KTM-et úgy fejlesztették ki, hogy a gazdálkodók számára stabil megélhetést garantáljon, miközben a fogyasztók számára friss, egészséges, biztonságos és ellenőrizhető élelmiszereket ésszerű áron biztosítson. Emellett a társadalom és a környezet szempontjából is előnyös gazdálkodási mód.

A gazdálkodók és a fogyasztók is egyetértenek abban, hogy sokan egyáltalán nem ismerik a KTM koncepciót, és nem is hallottak még róla. Ez az egyik oka annak, hogy ez a rendszer kevésbé elterjedt. Ezért az oktatás alapvető fontosságú. Ezen oktatás keretében az esetleges költségeket és hasznot részletesen ismertetni kell, hogy a gazdálkodók és a potenciális fogyasztók megfontolhassák őket, és a csatlakozásról ez alapján dönthessenek. Hosszú távon teljes KTM hálózatokat lehet létrehozni.

BENEFITS AND COSTS OF COMMUNITY SUPPORTED AGRICULTURE

NÓRA GOMBKÖTŐ – GERGELY TESCHNER – KATALIN MEZEI

Széchenyi István University Faculty of Agricultural and Food Sciences,
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

Community Supported Agriculture (CSA) strongly related to the rural communities. It has many benefits at micro and macro level as well. At micro level, cost and benefits are taken into account from the point of view of the farmers and the shareholders. The costs most often appear as opportunity costs, such as cost of direct marketing or customer relationships from the farmers side, and commitment for the whole season or unpredictable yields from the members side. CSAs have far more benefits than costs, such as fix market access, stable and decent income, products with favourable properties (fresh, healthy, safe). All of these opportunity costs and benefits will be introduced in the presentation. At macro level CSAs have also many benefits. From this point of view effects of CSAs on the communities and the environment is examined. Among these benefits must be mentioned the environmental effects of local production, support of local identity and rural development, creating new jobs, and strengthening of social relations. All of these are also described in detail.

Key words: Community Supported Agriculture, costs, benefits, farmers, consumers, society, environment

IRODALOM

Baker, N. – Popay, S. – Bennett, J. – Kneafsey, M. (2019): Net yield efficiency: Comparing salad and vegetable waste between community supported agriculture and supermarkets in the UK. In: Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development. Vol. 8, No. 4, pp. 179–192.

Bjune, M. – Torjusen, H. (2005): Community Supported Agriculture (CSA) in Norway - A context for shared responsibility. Paper to the Second CCN (Consumer Citizenship

Network) International conference 26-27 May at the University of Economics, Bratislava, Slovakia: Taking Responsibility

Bloemmen, M. – Bobulescu, R. – Le, N. T. – Vitari, C. (2015): Microeconomic degrowth: The case of Community Supported Agriculture. In: *Ecological Economics*. Vol. 112, April 2015, pp. 110-115.

Brown, C. – Miller, S. (2008): The Impacts of Local Markets: A Review of Research on Farmers Markets and Community Supported Agriculture (CSA). In: *American Journal of Agricultural Economics*. Vol. 90, No. 5, pp. 1298–1302.

Cone, C. A. – Myhre, A. (2000): Community supported agriculture: a sustainable alternative to industrial agriculture? In: *Hum Organ*. Vol. 59, No. 2, pp. 187-197

European CSA Research Group (2016): Overview of Community Supported Agriculture in Europe. Urgenci, 1st edition, May 2016

Flora, C. B. – Bregendahl, C. (2012): Collaborative Community-supported Agriculture: Balancing Community Capitals for Producers and Consumers. In: *International Journal of Sociology of Agriculture & Food*. Vol. 19, No. 3, pp. 329-346.

Halweil, B. (2000): Where have all the farmers gone? In: *World Watch*. Vol. 13, pp. 12-28.

Henderson, E. (2007): Sharing the harvest: a citizen's guide to community supported agriculture. White River Junction: Chelsea Green, 303 p.

Moellers, J. – Birhala, B. (2014): Community Supported Agriculture: A promising pathway for small family farms in Eastern Europe? A case study from Romania. In: *Landbauforschung*. Vol. 64, No. 3-4, pp. 139-150.

Perry, J. – Franzblau, S. (2010): Local Harvest: A Multifarm CSA Handbook. Published online: <http://www.sare.org/publications/csa/csa.pdf>, accessed on 16 May 2019.

Pirog, R. S. – Van Pelt, T. – Enshayan, K. – Cook, E. (2001): Food, fuel, and freeways: An Iowa perspective on how far food travels, fuel usage, and greenhouse gas emissions. Leopold Center Pubs and Papers. 3. online: https://lib.dr.iastate.edu/leopold_pubs/papers/3/?utm_source=lib.dr.iastate.edu%2Fleopold_pubs/papers%2F3&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages, accessed on 22 May 2019.

Sharp, J. – Imerman, E. – Peters, G. (2002): Community Supported Agriculture (CSA): Building Community Among Farmers and Non-Farmers. In. Journal of Extension. Vol. 40, No. 3

Tegtmeier, E. M. – Duffy, M. (2005): Community Supported Agriculture (CSA) in the Midwest United States: A regional characterization". Leopold Center Pubs and Papers. 151.

Troján Sz. – Varga Zs. – Kalmárné Hollósi E. (2009): Állati eredetű „helyi termékek” értékesítési lehetőségei, avagy termékpálya röviden. Animal welfare, ethology and housing systems, Vol. 5, No. 4, pp. 575-581.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

GOMBKÖTŐ NÓRA – TESCHNER GERGELY – MEZEI KATALIN

Széchenyi István Egyetem,

Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

9200 Mosonmagyaróvár Vár tér 2.

gombkoto.nora@sze.hu

teschner.gergely@sze.hu

mezei.katalin@sze.hu



HATÉKONYSÁG VIZSGÁLATA A MEZŐGAZDASÁGI VÁLLALKOZÁSOKNÁL

¹SZALKA ÉVA – ²TAMÁNDL LÁSZLÓ - ²KOVÁCS ZSOLT – ³PUPP
ZSUZSANNA

¹Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

²Széchenyi István Egyetem, Kautz Gyula Gazdaságtudományi Kar

³Széchenyi István Egyetem, Regionális- és Gazdaságtudományi Doktori Iskola

ÖSSZEFOGLALÁS

A mezőgazdaság a magyar gazdaság kiemelt jelentőségű ágazata, amellyel, hogy Magyarország 2018-ban az Európai Unió mezőgazdasági kibocsátásának 2,0 százalékát állította elő, 3,6 százalékkal járult hozzá a bruttó hazai termék (GDP) termeléséhez. A mai gazdasági környezet folyamatosan változik, és a versenyképesség csak hatékony termelés mellett őrizhető meg. A vállalkozások számára elengedhetetlen, hogy ismerjék milyen tényezőkkel tehető hatékonyabbá termelésük, illetve melyek azok, amelyek hatékonysága javítható.

Tanulmányunkban bemutattuk az Európai Unió és Magyarország mezőgazdaságának termelését és néhány jellemző mutatószámát. Konkrét vizsgálataink a kettős könyvvitelt vezető mezőgazdasági vállalkozások hatékonyságára fókuszáltak. Az egyes hozammutatók meghatározása után (bruttó termelési érték, anyagmentes termelési érték, nettó termelési érték, hozzáadott érték) a komplex és parciális hatékonysági mutatókat számoltuk ki és elemeztük azok változását.

2013-2018 között a vizsgált mezőgazdasági vállalkozások hozammutatói évről évre növekedtek. A komplex hatékonysági mutató 2015-ig csökkent, melynek oka a rendkívül magas lekötött eszközérték illetve az erőforrások nem megfelelő szintű kihasználása, majd 2016-tól növekedést figyelhettünk meg. A parciális hatékonysági

mutatók változása követte a hozammutatók változását, illetve a vetítési alapok változását a vizsgált időszakban.

Kulcsszavak: mezőgazdaság, bruttó termelési érték, nettó termelési érték, hozzáadott érték, komplex hatékonyság, parciális hatékonyság.

BEVEZETÉS

Magyarország mérsékelt klímája, a kiváló termőföld és a mezőgazdaság számára rendelkezésre álló vízvagyon biztosítja, hogy megfelelő technológiával és tudással ne csak a hazai lakosságot lássuk el kiváló minőségű és biztonságos élelmiszer alapanyaggal, hanem jelentős mennyiséget exportálhassunk más országok akár igényesebb fogyasztói számára is.¹

A mezőgazdaság a magyar gazdaság egyik kulcságzata. Magyarország versenyképességének javításáért az olyan mezőgazdasággal foglalkozó vállalatok tesznek sokat, amelyek képesek folyamatosan megújítani termelésüket, gyors ütemben tudnak alkalmazkodni a piachoz, és megbízható termékkel látják el a fogyasztókat.

A mezőgazdasági vállalkozásoknak úgy kell az alapanyagot előállítaniuk, hogy kielégítsék a folyamatosan változó élelmiszeripari igényeket, s közben megtartsák, illetve erősítsék versenyképességüket. A folyamatos gazdasági elemzés, ezen belül a hatékonyság ezért elengedhetetlen a vállalkozások számára. A hatékonyság fokozása a hozam-mutatók növelésével, az erőforrások nagyobb határfokú kihasználásával illetve a ráfordítások csökkentésével érhető el. A versenyképesség növelésének egyik kulcsa, hogy a vállalkozások felismerjék, illetve tudják, milyen tényezőkkel tehető hatékonyabbá a termelésük.

A TÉMA FELVETÉSE, AKTUALITÁSA A MEZŐGAZDASÁGI VÁLLALKOZÁSOKNÁL

Magyarország egyik fő gazdasági potenciálja az agráriumban és az élelmiszeriparban rejlik. Hazánk továbbra is nyitott azokra az értékteremtő

¹ <https://www.kormany.hu/download/f/82/60000/%C3%89FS.pdf>

beruházásokra, amelyek előre viszik a mezőgazdaságot, és segítik a vidék versenyképessé válását.²

Az agrárium tartós fejlődésének, jövedelmezősége emelkedésének alapvető feltétele, hogy a termelékenység tovább javuljon az ágazatban. Ennek kialakításában kulcsfontosságú szerepet játszik az, hogy az elmúlt években felpörgött az agrárhitelezés.³

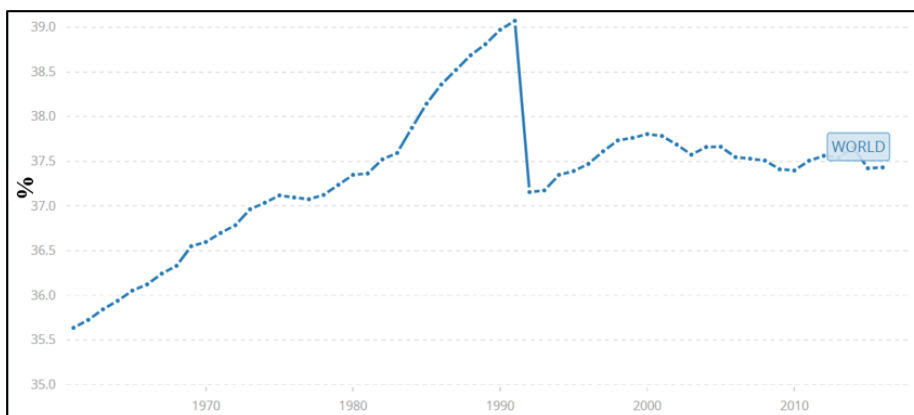
Az Európai Unió 1962-től kezdődően kidolgozza a tagállamok közös agrárpolitikáját (KAP), mely alapvetően arra irányul, hogy javítsa a mezőgazdaság termelékenységét, ezáltal biztosítva, hogy a fogyasztók hozzájuthassanak a számukra szükséges élelmiszerekhez. Mindez összhangban áll a ténnyel, hogy a 21. század legnagyobb kihívásának egyike vélhetően az emberiség saját önellátása lesz. Ez egy olyan nagy probléma, amelyre világhatalmi státusszal rendelkező országok már évtizedekkel ezelőtt igen nagy hangsúlyt fektettek.

A Föld lakossága percenként 140 fővel gyarapszik, 2050-re a világ népessége eléri a 9 milliárdot. Tekintve, hogy a lakosság-szám növekedését várhatóan az átlagos életkor emelkedése is kíséri majd, végső soron tovább bővül az élelmiszerek iránti igény is, s ezáltal az alapanyag szükséglet. Ennek eredményeként a 30 százalékos népességnövekedés mellett az élelmiszerek iránti kereslet értékében 60 százalékkal növekszik majd. Ráadásul a világban differenciált fogyasztói igényekkel kell számolni, a tömegtermelés mellett várhatóan a magas minőségű élelmiszerek iránti kereslet is nőni fog (Gyórfy 2018).

A művelésre alkalmas szántóterületek mérete folyamatosan csökken az emberiség növekedésével együtt nem csak az utak, hanem a lakó- és ipari épületek, építmények száma is gyarapszik, ami a mezőgazdasági területek méretét szintén csökkenti (talajpusztítás, talaj degradáció). A mezőgazdasági területek aránya a teljes szárazföldhöz képest megközelítően 37,5 százalék (*1. ábra*). Újabb eddig nem művelt területek bevonása a Szub-Szaharától délre, Dél-Amerikában illetve Afrika egyes országaiban lehetséges. (*Szilágyi 2019*).

² <https://magyarnemzet.hu/belfold/magyarorszag-egyik-fo-gazdasagi-potencialja-az-agrarium-es-az-elelmiszeripar-7053758/>

³ <https://magyarnemzet.hu/gazdasag/a-mezogazdasag-kibocsatasa-tavaly-elerte-a-2720-milliard-forintot-7248983/>



Forrás: <https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.AGRI.ZS>

1.ábra: A mezőgazdasági területek változása (%) a teljes szárazföldhöz képest

Figure 1: Change in agricultural land (%) compared to the total land

A legfrissebb adatok alapján az egy főre jutó termőterület nagysága a Földön 2015-ben már kevesebb volt, mint 0,2 hektár/fő. Azaz 0,2 hektár állt rendelkezésre egy fő számára annak érdekében, hogy az összes növényi és állati termék megtermelésre kerüljön. Tovább fokozza a problémát, hogy az egy főre jutó szántóterület mérete folyamatosan csökken a különféle eróziók hatására, ezáltal a Föld egyes részein az éhínség, és abból származó összes negatív következmény megjelenhet (háborúk, népvándorlás). Egyre nagyobb problémát okoz az aszály, aminek a gyakorisága 1951-től jelentősen megnövekedett, amelyet hazánk is egyre jobban kezd megtapasztalni.⁴

A magyar mezőgazdaság Európa egyik leggyorsabban fejlődő agráriuma, az elmúlt 8 évben a kibocsátása a másfélszeresére nőtt, több mint 70 ezer munkahelyet teremtett.

Ma a mezőgazdaság legfontosabb célja, hogy először megállítsa a termelés csökkenését, majd ezt követően növelje, s így lehetőségeihez mérten hozzájáruljon az egész gazdaság fejlődéséhez, mely folyamat végül a fogyasztás és foglalkoztatás növekedését eredményezi. Üzemgazdasági szempontból a vállalkozások sikerességének egyik mérőszáma a hatékonyság.

A mezőgazdaság és az élelmiszeripar kiemelkedő jelentőségű a lakosság ellátásában, a devizatermelésben és a foglalkoztatásban egyaránt. Ma egy vállalkozás életében fontos szerepet játszik a kontrolling rendszer alkalmazása, s ennek egyik területre a

⁴ <https://agrojager.hu/tudomany/2019/06/03/egyre-jobban-no-a-mezogazdasag-szerepe/>

hatékonyság elemzése. Minden vállalkozás arra törekszik, hogy megtartsa, illetve erősítse versenyképességét. Így még fontosabb a vállalkozások számára a folyamatos gazdasági elemzés, ezen belül a hatékonyság vizsgálata. Minden vállalkozás célja a minőségi termelés fokozása mellett a költségek csökkentése, amely a hatékonyság növelését jelenti.

A hatékonyság mindig viszonylagos fogalom. A gazdasági hatékonyság problémája szorosan összefügg a tulajdonjogokkal is. Nincs abszolút értelemben vett hatékonyság. A mikroökonómiai modellekben mégis rendszerint azt feltételezzük, hogy a profit maximalizálása a szereplők célja, mert a profit kétségtelenül a legfontosabb hajtóerő, s egyben domináns cél a piacgazdaságban (*Kopányi 1993*).

Gazdasági értelemben a hatékonyság a gazdálkodás eredményességének kifejeződése. Mérése a ráfordítások és az eredmény egybevetésével történik (*Czékus 2004*).

A hatékonyság elemzése estén elsősorban arra keressük a választ, hogy a vállalkozás az adott időszakban elhasznált, rendelkezésre álló erőforrásai egyes eszközei, eszközcsoportjai és emberi erőforrásai, mekkora teljesítmény elérését teszik lehetővé. Teljesítmények fogalma alatt a tevékenységek hozamát értjük, ami lényeges eltéréseket mutat a tevékenység jellegétől függően (*Biró et al. 2016*).

A tevékenység akkor gazdaságos, ha adott eredményt kisebb ráfordítással biztosítjuk, vagy bizonyos ráfordítással nagyobb eredményt tudunk elérni.

A hatékonyságvizsgálatok elsődleges célja feltárni a hatékonyság növelésének tartalékait, s ez által útmutatást adni a jövőbeli tennivalókhöz. A tartalékokat egyrészt nemzetközi összehasonlítással, másrészt az ágazatok, illetve az egyes vállalkozások egybevetésével lehet kimutatni (*Felkai et al. 2013*).

A hatékonyság értelmezhető vállalati, ágazati és nemzetgazdasági szinten, ugyanakkor bármilyen területi vagy tevékenységi szintre bontva is (*Nábrádi 2008; Szűcs – Farkasné 2008*). Az egyes szintek meghatározzák a hatékonyság mérésére alkalmazható mutatók körét. Vállalati szinten eltérő megoldások alkalmazását teszi lehetővé "egy inputtal – egy outputtal" jellemezhető, vagy a valóságban általában ennél komplexebb "több inputtal – több outputtal" jellemezhető vállalat.

A hatékonyság egy hányadosként megadott mutatószám, s aszerint, hogy mi kerül a számlálóba illetve a nevezőbe, különböző típusai vannak. Más szóval egy adott tevékenység eredményeinek és ráfordításainak a hányadosával képezett viszonyszám.

Magába foglalja a termelékenység, az erőforrás- igényesség és ellátottság, valamint az eredmény-arányosság mutatóit (*Nábrádi 2005*).

A mutatókban szerepeltetett hozam lehet az árbevétel, lehet valamelyik termelési érték mutató (ez a leggyakoribb) és lehet valamilyen reálkategóriával megadott hozadék is. A felhasznált erőforrás valamely eszköz- vagy forrás(csoport) átlagos értéke, valamely költség(elem), illetve valamilyen reálkategóriával megadott erőforrás-felhasználás (például létszám) lehet (*Koppány- Kovács 2011*).

A mérésre alkalmazott mutatószámok különböző szempontok alapján csoportosíthatóak. Így a tényezők hatását tekintve a hatékonyság mérhető parciális (egy input tényező outputra gyakorolt hatását vizsgáló), vagy teljes (több különböző input tényező együttes hatását kifejező) hatékonysági mutatókkal (*Tangen 2002*), valamint a tényezők teljes társadalmi hatékonyságát jelző indikátorral, mely a termelési tényezők extern hatásaival is számol (*Szűcs – Farkasné 2008*).

A hatékonysági mutatók között *Nábrádi (2008)* megkülönbözteti a naturális és az ökonomiai vagy gazdasági mutatókat. A naturális mutatók mind az input, mind az output oldalon természetes mértékegységben, azaz naturális dimenzióban kifejezett számértéket alkalmaznak. Ezek a mutatószámok a termelés színvonal mutatói; *Gábielné (2002)* például e mutatókat elkülöníti a hatékonysági mutatóktól. Értelmezésünkben e mutatószámok is a hatékonysági mutatók körét gazdagítják. Az ökonomiai mutatók esetében az input és/vagy az output tényező már pénzértékben kifejezett, melynek oka sok esetben az aggregálás.

Kopányi (1997) megkülönbözteti a technikai és a gazdasági hatékonyságot. A technikai hatékonyság esetében a lényeg meghatározott cél elérése a lehető legkisebb költséggel. Mindeközben gazdaságilag akkor hatékony a működés, ha adott eredményt kisebb ráfordítással realizálunk, vagy adott ráfordítások mellett nagyobb eredményt érünk el.

Dolgozatunkban a hatékonyság gazdasági aspektusával foglalkozunk és *Kopányi (2004)* megfogalmazásának megfelelően az output és input kapcsolatát értjük alatta szemben *Nábrádival (2008)*, aki szerint a hatékonyság alatt az eredmények és a ráfordítások bármilyen kombinációjú hányadosát értjük. Itt említenék meg, hogy a gazdasági hatékonyság fentiekben leírt, kétféle módon is közelíthető értelmezésének megfelelően *Tangen (2002)* elkülöníti az input (efficiency) és output (effectiveness) szempontú hatékonyságot. Előbbi esetében – adott kibocsátási szint mellett – a

várhatóan és ténylegesen felhasznált erőforrás mennyiségét hasonlítja össze, míg utóbbinál az – adott erőforrás felhasználási szint mellett – tényleges és várható kibocsátást viszonyítja egymáshoz.

A gazdasági hatékonyság az adott feladat elvégzéséhez tartozó legkisebb költségű eljárás, illetve adott összköltség mellett a legnagyobb eredményt hozó eljárás (*Dancs és Molnár 1997*).

Nábrádi (2005) szerint a gazdasági hatékonyságot a legáltalánosabban az eredmény és ráfordítás viszonyaként fejezzük ki, azonban nem szűkíthető le csupán a termelői ráfordítások és az eredmények egyszerű viszonyára, hanem ki kell terjeszteni a nemzetgazdaság ráfordításainak és eredményeinek szélesebb területeire is.

Ha az eredménykategóriákat (hozam, termelési érték, jövedelem) és a ráfordítás kategóriákat (erőforrások, ráfordítás, termelési költség) egy táblázatba rendezzük (*2. ábra*), és mindent mindennel kapcsolatba hozunk, akkor olyan átfogó mutatórendszer jön létre, amely a gazdasági elemzés alapjainak tekinthető. Az elemzés területeitől függően kiválaszthatók azok a legfontosabb ökonómiai mutatók, amelyekre az elemzés koncentrálhat. Megkülönböztetésre kerültek a közvetlen és a közvetett hatékonysági mutatók (*Nemessályi-Nemessályi 2003*).

A termelés hatékonyságát az jelenti, ha nem lehet az erőforrásokat a vállalatok között úgy újra elosztani, hogy az az egyik termék termelését növelné oly módon, hogy ezzel párhuzamosan egy másik termék kibocsátása csökkenne (*Carlton – Perlof, 2003*).

NEVEZŐ	SZÁMLÁLÓ	ERŐFORRÁSOK			RÁFOR- DÍTÁS (R)	TERMELESI KÖLTSÉG (TK)	HOZAM (H)	TERMELESI ÉRTÉK (TÉ)	JÖVEDELEM (J)
		FÖLD (F)	MUNKA- ERŐ (M)	TERMELESI ESZKÖZÖK (E)					
FÖLD (F)	TERÜLETTARTÓTSÁG		MUNKAKÖLLELTARTÓTSÁG $M = \frac{M}{F}$	ESZKÖZELETARTÓTSÁG $E = \frac{E}{F}$	RÁFORDÍTÁSLELTARTÓTSÁG $R = \frac{R}{F}$	KÖLTSÉGTARTÓTSÁG $K = \frac{TK}{F}$	TERÜLETTERMÉKENYSÉG $T_t = \frac{TÉ}{F}$	JÖVEDELETTARTÓTSÁG $J_t = \frac{J}{F}$	
MUNKAERŐ (M)		TERÜLETTARTÓTSÁG $F = \frac{F}{M}$		ESZKÖZELETARTÓTSÁG $E = \frac{E}{M}$	RÁFORDÍTÁSLELTARTÓTSÁG $R = \frac{R}{M}$	KÖLTSÉGTARTÓTSÁG $K = \frac{TK}{M}$	MUNKATERMÉKENYSÉG $M = \frac{H}{M}$	MUNKAJÖVEDELETTARTÓTSÁG $M_j = \frac{J}{M}$	
TERMELESI ESZKÖZÖK (E)		TERÜLETTARTÓTSÁG $F = \frac{F}{E}$	MUNKAKÖLLELTARTÓTSÁG $M = \frac{M}{E}$		RÁFORDÍTÁSLELTARTÓTSÁG $R = \frac{R}{E}$	KÖLTSÉGTARTÓTSÁG $K = \frac{TK}{E}$	ESZKÖZHATÉKONYSÁG $E_{\%} = \frac{TÉ}{E_{\text{ért.}}} * 100$	ESZKÖZJÖVEDELETTARTÓTSÁG $E_j = \frac{J}{E_{\text{ért.}}} * 100$	
RÁFORDÍTÁS (R)						EGYEGÁR (árjegyzékben) $R = \frac{R}{R}$	RÁFORDÍTÁSHATÉKONYSÁG NAIV KÖLTSÉGTARTÓTSÁG $R_t = \frac{H}{R}$	ÖKONÓMIAI HATÉKONYSÁG $R_o = \frac{TÉ}{R}$	
TERMELESI KÖLTSÉG (TK)							KÖLTSÉGHATÉKONYSÁG $K = \frac{H}{100FtTK}$	JÖVEDELEHHATÉKONYSÁG $J_{\%} = \frac{J}{TK} * 100$	
HOZAM (H)	TERÜLETTARTÓTSÁG $T_t = \frac{F}{H}$	MUNKAKÖLLELTARTÓTSÁG $M = \frac{M}{H}$	ESZKÖZELETARTÓTSÁG $E = \frac{E}{H}$	RÁFORDÍTÁSLELTARTÓTSÁG $R = \frac{R}{H}$	KÖLTSÉGTARTÓTSÁG $K = \frac{TK}{H}$	EGYEGÁR (árjegyzékben) $H = \frac{H}{H}$	TERMELESI KÖLTSÉGTARTÓTSÁG $T_k = \frac{TÉ}{H}$	JÖVEDELETTARTÓTSÁG $J_t = \frac{J}{H}$	
TERMELESI ÉRTÉK (TÉ)	TERÜLETTARTÓTSÁG $T_t = \frac{F}{TÉ}$	MUNKAKÖLLELTARTÓTSÁG $M = \frac{M}{TÉ}$	ESZKÖZELETARTÓTSÁG $E = \frac{E}{TÉ}$	RÁFORDÍTÁSLELTARTÓTSÁG $R = \frac{R}{TÉ}$	KÖLTSÉGTARTÓTSÁG $K = \frac{TK}{TÉ}$	EGYEGÁR (árjegyzékben) $TÉ = \frac{TÉ}{TÉ}$		JÖVEDELEHHATÉKONYSÁG $J_{\%} = \frac{J}{TÉ} * 100$	
JÖVEDELEM (J)	TERÜLETTARTÓTSÁG $T_t = \frac{F}{J}$	MUNKAKÖLLELTARTÓTSÁG $M = \frac{M}{J}$	ESZKÖZELETARTÓTSÁG $E = \frac{E}{J}$	RÁFORDÍTÁSLELTARTÓTSÁG $R = \frac{R}{J}$	KÖLTSÉGTARTÓTSÁG $K = \frac{TK}{J}$	EGYEGÁR (árjegyzékben) $J = \frac{H}{100FtJ}$	TERMELESI KÖLTSÉGTARTÓTSÁG $T_k = \frac{TÉ}{J}$		

Jelmagyarázat: ■ ■ ■ KÖZVETLEN HATÉKONYSÁGI MUTATÓK — KÖZVETETT HATÉKONYSÁGI MUTATÓK ■ LÉGFONTSABBS MUTATÓK

Forrás: Nemessályi - Nemessályi, 2003

2.ábra: A gazdálkodás hatékonyságának mutató rendszere

Figure 2: The system of indicators of the effectiveness of a business

A hatékonysági ráták azt mérik, milyen gazdaságosan használja a cég a birtokában levő eszközeit. Különösen hasznos a cég működési eredményeinek értékeléséhez. Az ügyvezetés gyakran használja az egyes üzletágak és az egész vállalat értékelésekor. A pénzalapokkal való gazdálkodás egyik legfőbb célja a pénzügyi források legkedvezőbb elosztása az eszközök különböző típusai között. Ha elérhető a készpénz, a kinnlevőségek (követelések), a készletek, a felszerelések előnyös kombinációja, akkor a vállalati eszköz-struktúra hatékonysága növekedhet az értékesítés generálásában. A hatékonysági ráták arról adnak tájékoztatást, hogy az egyes eszköztípusokba fektetett

források hogyan aránylanak az általuk létrehozott bevételekhez. Ezeket a hányadosokat a vállalkozások tevékenységi rátáinak is nevezzük (Katits 2017).

A magyar tényezőpiacok működési hatékonysága javítható, és ezáltal is jelentős növekedési többlet érhető el. A munkapiacra további rétegek foglalkoztatása, a tőkepiacra pedig a beruházásokat érintő intézményi bizonytalanság csökkentése lehet célra vezető (Kónya 2017).

A hatékonyság mellett azonban a közös agrárpolitika megfogalmazása szerint szem előtt kell tartani a fenntartható és környezetbarát termelési módok alkalmazását valamint a talaj biodiverzitásának megőrzését is.⁵

A MEZŐGAZDASÁG HELYZETE

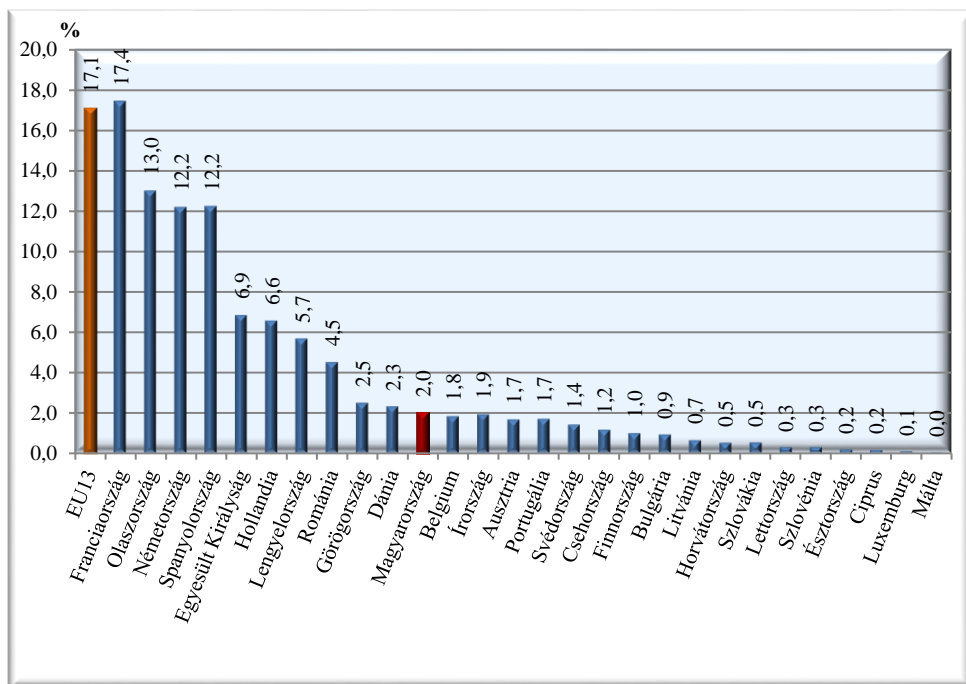
A mezőgazdaság a magyar nemzetgazdaság kiemelkedő fontosságú stratégiai ágazata. Magyarországon nemzetközi összehasonlításban is magas a mezőgazdasági, ezen belül különösen a szántóterületek aránya. Az ország területének 58 százaléka, 5,3 millió hektár áll mezőgazdasági művelés alatt (Győrffy 2018).

A mezőgazdasági termelés hatékonyságának elemzéséhez elengedhetetlen, hogy ismerjük az ágazat helyzetét, a jelenlegi piaci tendenciákat.

Az Európai Unió mezőgazdasági területének 3,0 százaléka található Magyarországon. A magyar mezőgazdaság az Európai Unió mezőgazdasági bruttó kibocsátásának és hozzáadott értékének mintegy 2 százalékát tette ki az elmúlt években, ezzel a 11. helyen vagyunk a tagállamok között. Az Európai Unió mezőgazdasági termelésének jelentős részét a régi tagállamok adják. Az öt legnagyobb termelő ország (Franciaország, Olaszország, Németország, Spanyolország és az Egyesült Királyság) az EU mezőgazdasági kibocsátásának 61,8 százalékát adta 2018-ban (3. ábra). Az Európai Unió vidékfejlesztési célokra elkülönített keretének három legnagyobb kezdeményezettje is ezen országok közül került ki (Franciaország 11,4 milliárd euró, Olaszország 10,4 milliárd euró, Németország 9,4 milliárd euró).⁶ A KAP intézkedései a jövedelemtámogatás mellett piaci – és vidékfejlesztési intézkedésekre is kiterjednek.

⁵ <https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/cap-glance>

⁶ <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/hu/sheet/110/a-kap-masodik-pillere-a-vidékfejlesztési-politika>



Forrás: Jelentés az Agrárgazdaság 2018. évi helyzetéről.⁷

3. ábra: Az Európai Unió mezőgazdasági kibocsátásának országonkénti megoszlása, 2018.

Figure 3: Country-by-country distribution of EU agricultural emissions, 2018.

Hazánk részesedése a termelési tényezők jövedelméből a kibocsátásnál magasabb, 2,3-2,5 százalék között mozgott 2014 és 2018 között. Részesedésünk a munkaerő-felhasználásból 4,4-4,8 százalék volt az elmúlt években, amit sajnos folyamatos csökkenés jellemez. A Európai Unió mezőgazdasági beruházások 1,3-1,6 százaléka valósul meg hazánkban (1. táblázat).

⁷ <https://www.parlament.hu/irom41/01360/01360.pdf>

1. táblázat: A magyar mezőgazdaság az EU-ban 2014-2018 között

Table 1: Hungarian agriculture in the EU from 2014 to 2018.

Megnevezés	2014	2015	2016	2017	2018
Kibocsátás (%)	1,9	1,9	2,0	1,9	2,0
Hozzáadott érték (%)	2,0	2,0	2,1	2,0	2,1
Termelési tényezők jövedelme (%)	2,4	2,3	2,5	2,3	2,4
Mezőgazdasági terület (%)	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Munkaerő-felhasználás (%)	4,8	4,6	4,6	4,5	4,4
Beruházás(%)	1,6	1,3	1,3	1,5	n.a.

Forrás: Eurostat Mezőgazdasági Számlarendszer adatai alapján saját szerkesztés

A mezőgazdaság termelékenységét vizsgálva megállapítható, hogy az egy hektárra jutó kibocsátás folyó áron a 2017. évi visszaesés kivételével folyamatosan emelkedett. A régi tagállamok termelékenysége jelentősen meghaladja az új tagállamokét, hazánk a két csoport között foglal helyet. Az EU15 termelői 2018-ban egy hektáron folyó áron 2 593 millió euró értékű terméket állítottak elő, az EU13-ban ez a mutató 1 380 millió euró volt. A kibocsátással ellentétben a munkaerő-felhasználásból közel azonos arányban részesedtek a régi és új tagállamok, ami a termelés hatékonyságában meglévő különbségekre is rávilágít. Az EU régi tagállamai 52,1, az új tagállamai 47,9 százalékban részesedtek a mezőgazdaság éves munkaerőegység felhasználásából. A munkaerőegységre jutó kibocsátás tekintetében még nagyobb a régi tagországok előnye, mivel egységnyi munkaerő felhasználással 4,2-szer annyi kibocsátást érnek el (2. táblázat).

3. táblázat: A mezőgazdaság termelékenysége

Table 3: Agricultural productivity

Megnevezés	2014	2015	2016	2017	2018
Hektárra jutó kibocsátás folyó áron, euró/ha					
EU28	2 214	2 192	2 207	2 229	2 242
EU15	2 597	2 586	2 575	2 588	2 593
EU13	1 276	1 231	1 304	1 345	1 380
Magyarország	1 435	1 401	1 531	1 467	1 519
Éves munkaerőegységre jutó kibocsátás folyó áron, euró/ÉME					
EU28	40 593	41 032	41 625	42 527	43 281
EU15	67 239	67 504	67 360	67 668	68 224
EU13	13 626	13 636	14 595	15 421	16 098
Magyarország	16 572	16 946	18 855	18 631	20 084

Forrás: Jelentés az Agrárgazdaság 2018. évi helyzetéről.⁸

⁸ <https://www.parlament.hu/irom41/01360/01360.pdf>

A MEZŐGAZDASÁG HELYE A NEMZETGAZDASÁGBAN

Az agrárgazdaság a magyar társadalomban még napjainkban is megkülönböztetett jelentőséggel bír, ami a gazdasági szerep mellett hagyományainkból, történelmünkéből és kultúránkból is eredeztethető (*Kapronczai 2016*).

Magyarország az agrár- és élelmiszertermelés potenciális lehetőségeit csak részben használja ki. A globális agrártermelés gyors ütemben nő, hiszen a növekvő emberiség élelmezésének megoldása korunk nagy kihívása. A termelés lehetőségei korlátozottak, hiszen a Föld termőföldkészlete folyamatosan csökken, a klímaváltozás hatásai kiszámíthatatlanok, és a termelés fenntartható és környezetkímélő megoldása is új módszereket kíván (*Popp et al. 2008*).

Baranyi et al (2012) ismerteti a mezőgazdaságra jellemző sajátosságokat. Néhány fontosabb ezek közül:

- „A mezőgazdasági termelést alapvetően befolyásolják a természeti tényezők, adottságok.
- A termelés biológiai folyamat, mely általában hosszú, több szakaszra osztható.
- Alapvető termelőeszköz a termőföld, mely helyhez kötött, termőképessége korlátozottan javítható.

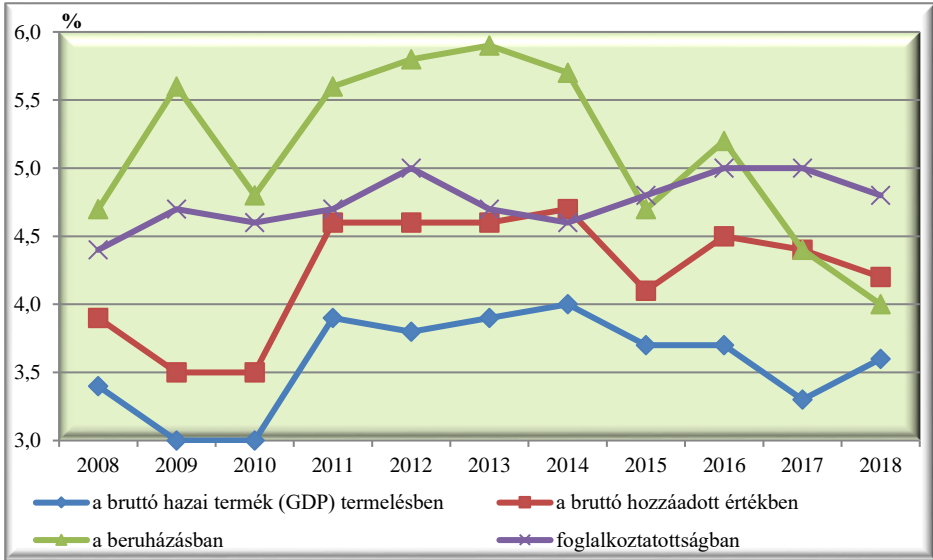
A mezőgazdaságban a megtermelt termékek kettős célt töltenek be: egyrészt lehetnek áruk, ugyanez a másik folyamatban alapanyag.”

A magyar mezőgazdaság az elmúlt 2-3 évtizedben nem volt olyan kedvező gazdasági kondícióban, mint az elmúlt 4-5 évben, de ennek további erősödése nem várható. Az agrárgazdaságban felhalmozott forrásokat a jövő érdekében egy jól tervezett, hosszú távú stabilitást ígérő, fejlesztésorientált gazdaságpolitikával célszerű mobilizálni az elkövetkező években (*Kapronczai 2018*).

A mezőgazdaság a magyar nemzetgazdaság kiemelkedő fontosságú, stratégiai ágazata, melyet jól bizonyít a GDP-hez és a külkereskedelmi többletbe való hozzájárulása mellett a biztonságos, egészséges élelmiszertermelésben, a természeti erőforrásokkal való hatékony és fenntartható gazdálkodásban, a vidéki foglalkoztatásban, valamint a sokszínű, változatos vidéki táj fenntartásában betöltött szerepe is.⁹

⁹ <https://www.parlament.hu/irom41/01360/01360.pdf>

A mezőgazdaság részesedése a bruttó hazai termék termeléséből 3,6 százalék, a bruttó hozzáadott érték termeléséből 2018-ban 4,2 százalék, a beruházásokból 4,0 százalék, a foglalkoztatásból pedig 4,8 százalék volt (4. ábra).



Forrás: Saját szerkesztés a KSH, A mezőgazdaság szerepe a nemzetgazdaságban (2018), KSH adatok

4.ábra: A mezőgazdaság szerepe a nemzetgazdaságban (2008-2018)

Figure 4: The role of agriculture in the national economy (2008-2018)

Magyarország 60 százalékkal nagyobb eredményre képes a mezőgazdasági termelés területén. Mindezek miatt az agrárdigitalizáció a következő évtized legnagyobb lehetősége a mezőgazdaság számára, ugyanis a gazdálkodók rendelkezésére álló adatok és információk felhasználásával végzett termelés jelentősen mérsékelheti a környezeti kockázatokat és a környezetterhelést, a hatékonyság növelése mellett. Ezek a digitális fejlesztésekből származó előnyök azonban többnyire még kiaknázatlanok. Hazai szinten például a jelenleg rendelkezésre álló élelmiszer-termelési kapacitások messze nincsenek kihasználva, holott a folyamatok hatékonyabb szervezésével, a feldolgozottság növelésével, a hazai és külföldi fogyasztói igények jobb kiszolgálásával és a fizetőképes keresletre való célirányos reagálással a magyar élelmiszer-gazdaságban a mostaninál akár 60 százalékkal nagyobb termelési potenciál van.¹⁰

¹⁰ https://www.napi.hu/magyar_gazdasag/forradalmi_valtozas_keszul_a_mezogazdasagban.693050.html

A magyar mezőgazdaság esetében kulcskérdés a termelés hatékonyságának a növelése, vagyis „többet termelni kevesebb ráfordítással”. Ezért a magyar mezőgazdasági termelés gazdasági, társadalmi és környezeti fenntarthatóságának egyik központi kérdése a termelékenység növekedése (*Páll 2018*)

A vidékfejlesztésben a mezőgazdaság által vállalható szerep egyrészt a szabályozási környezettől függ, másrészt attól, hogy ebben a környezetben a mezőgazdaság mennyire képes erőforrásait mozgósítani és hatékonyan felhasználni. Az integráció fontos eszköze lehet a termékpálya különböző szakaszain tevékenykedő gazdasági szervezetek összefogásával, az agrártermékek versenyképessége előmozdítása révén, a jövedelmezőség növelésének (*Korsós et al. 2018*).

A magyar mezőgazdaság fejlődésének kulcskérdése a termelés növelése, ami a versenyképesség és a hatékonyság javításával érhető el - mondta Nagy István agrárminiszter. A mezőgazdaság kibocsátása az elmúlt években uniós összehasonlításban is kiemelkedő mértékben emelkedett, 2018-ban újabb rekordot ért el, meghaladta a 2700 milliárd forintot, mondta el Nagy István. A gazdasági eredmények ellenére a magyar mezőgazdaság adottságainak hatékony kihasználása érdekében további erőfeszítéseket kell tenni – hangsúlyozta az agrárminiszter. 2019-ben a tárca egy teljesen új kamattámogatási hitelprogramot kíván indítani a mezőgazdasági és élelmiszeripari vállalkozások fejlesztéseinek, beruházásainak segítésére. A tartós versenyképesség egyik alappillére a mezőgazdaságban a környezeti egyensúly fenntartása, a klímaváltozásból adódó anomáliák okozta károk csökkentése. Ezért a jövőben még erősebben támogatják az öntözést, valamint az agrárium digitalizációja mellett a gazdálkodói generációváltást is.¹¹ A kormány vidékfejlesztési politikája nagyvállalatokkal szemben a kis- és közepes méretű vállalkozásokat kívánja előnyben részesíteni, elsősorban azok munkahelyteremtő képessége miatt.

A hazai mezőgazdaság a kiváló természeti adottságok ellenére lemaradóban van a régióban. Jól érzékelteti ezt, hogy míg Hollandiában például átlagosan 14 ezer euró értéket termelnek meg egy hektáron – sokkal gyengébb minőségű földön –, addig a magyar gazdák 1980 euró értéket állítanak elő ugyancsak egy hektáron, ami az uniós átlagnak is mindössze 40 százaléka. Az utolsó pillanatban vagyunk tehát, hogy reagálni tudjunk a kialakult helyzetre. Az ágazat fejlődéséhez és a jelenlegi hatékonyság

¹¹ https://www.napi.hu/magyar_gazdasag/forradalmi_valtozas_keszul_a_mezogazdasagban.693050.html

növeléséhez elengedhetetlen az emberi erőforrás, a technika és a technológia egyidejű korszerűsítése és a méret hatékony, fenntartható gazdaságok kialakítása. Ez utóbbi azért is kulcsfontosságú a megtérülésben, mivel a gazdáknak az önköltségre van ráhatásuk, az eladási árat azonban a piac határozza meg (Tresó 2019).

Versenyképes és fenntartható agráriumot úgy lehet elérni, ha a jelenleginél nagyobb teret kap az innováció, ha rendelkezünk az ehhez szükséges szaktudással, és ezeknek köszönhetően beruházásokkal korszerűsödik a szektor. Egyes szakértők szerint a mezőgazdasági kibocsátás jelentősen növekedhetne, ha az ágazat átállna minőségi növényi termékek előállítására, a költségek csökkentésére, és a gazdasági hatékonyság növelésére a termőföldek és a környezetvédelme mellett, azaz a precíziós gazdálkodásra (Nemes 2017).

Az országok gazdasági teljesítményét jelentősen meghatározza az alkalmazott technológia szintje, mivel a kibocsátást a tőke és a munka növekedése mellett nagyban meghatározza a rendelkezésre álló termelési tényezők felhasználásának hatékonysága. Ez az ún. teljes faktorproduktivitás (TFP), ami a technológiai fejlődés, a humántőke képzettségi szintje, a növekvő hatékonyság és a méretgazdaságosság együttes hatását jelzi. A mezőgazdaság teljesítményét nagymértékben meghatározza a rendelkezésre álló erőforrások hatékony felhasználása. Ennek feltétele a humánerőforrás képzése, a méretgazdaságosság optimalizálása, a technológiai fejlődés és a hatékonyság növelése. Az elmúlt 10 évben Magyarország jelentősen lemaradt ezen a téren az EU átlaghoz képest. Az EU agrárszektorában 2005 és 2015 között a TFP átlagosan 0,8 százalékkal nőtt évente, míg Magyarországon ennek durván a felével, körülbelül 0,4 százalékkal. Ehhez képest a balti államok és Románia mezőgazdasága 2-4%-os éves növekedést produkált (Tresó 2017).

Az elmúlt években az agrárgazdasági vállalkozások számára nyújtott kedvező kamatozású hitelek és állami támogatások következtében a beruházások teljesítményértéke évről évre emelkedett (3. táblázat).

3. táblázat: A mezőgazdaság néhány fontosabb adata

Table 3: Some of the most important data from agriculture

Megnevezés	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Kibocsátás folyó áron (milliárd Ft)	1975, 9	1974, 3	2474, 3	2531, 1	2696, 1	2824, 0	2824, 3	2943, 7	2720, 3
Nemzetgazdaságon belül (%)	3,6	3,6	4,2	4,3	4,4	4,3	4,1	4,2	3,6
Buttó hozzáadott érték (milliárd Ft)	715,6	763,8	1050, 5	1045, 9	1105, 8	1231, 9	1207, 2	1245, 9	1137, 4
Nemzetgazdaságon belül (%)	3,3	3,3	4,4	4,3	4,3	4,5	4,2	4,2	4,3
Export (milliárd Ft)	1 591	1 992	2 283	2 308	2328	2380	2406	2645	3021
Import (milliárd Ft)	1014	1227	1276	1316	1428	1491	1600	1715	2022
Egyenleg (milliárd Ft)	583	765	1007	814,5	733,0	730,7	644,7	705,6	999,0
Beruházások (milliárdFt)	202,5 79	237,2	239,9	259,4	313,6	278,6	258,8	294,6	328,8
Foglalkoztatottak száma (ezer fő)	171,8	184,6	192,6	184,6	189,6	203,2	217,0	220,0	214,9
Foglalkoztatottak aránya a nemzetgazdaságon belül (%)	4,5	4,9	5,0	4,7	4,6	4,8	5,0	5,0	4,8
Alkalmazásban állók száma (ezer fő)	76,7	74,7	77,8	75,3	78,2	78,9	77,7	78,1	74,7

Forrás Az Agrárgazdasági statisztikai Zsebkönyv, 2017, Illés – Keményné Horváth, 2016, 2017a, 2017b, Illés-Vágó, 2020.

Hatékonyságnövelési kényszer nehezedik az agráriumra, melyre jó válasz lehet az új technológiákat értő és használó agrárszakemberek képzése. Az agrárgazdasági előrejelzése szerint rohamléptekkel kell fejlődnie a termelés hatékonyságának. A jelen helyzetben a magyar mezőgazdaság képtelen erre. A közvetlen területalapú támogatások rendszere leépülhet, vagy legalábbis alaposan csökkenhet a 2014-20-as uniós pénzügyi ciklust követően. Ez akár drámai hatással is járhat a magyar agrárium számára. Az EU-27-ben a mezőgazdasági össztermelés közel ötöde (19 százalék) származik uniós forrásból, miközben hazai szinten a támogatások hozzájárulása a nettó hozzáadott értékhez eléri az 50 százalékot.

A magas támogatottság ellenére a magyar termelékenység évente mindössze 0,5 százalékkal bővült 2005-2013 között, miközben az EU-13-ak több mint 2 százalékos növekedést produkáltak (*Tresó 2017*).

A 2021-2027 közötti európai uniós ciklus agrárpolitikájának célkitűzései között továbbra is szerepel majd a fenntartható élelmiszer-termelés, melynek keretében

különös figyelem irányul az élelmiszerbiztonságra és -minőségre, valamint a környezetvédelmi és állatjóléti követelményekre. Kilenc célkitűzése: méltányos jövedelmek biztosítása (1), versenyképesség növelése (2), az élelmiszerláncok egyensúlyának biztosítása (3), klímaváltozás kezelése (4), környezetvédelem (5), táj és biodiverzitás megőrzése (6), generációváltás támogatása (7), vidéki térségek élénkítése (8), élelmiszerbiztonság (9).

A tagállamoknak a felhasznált források tekintetében intelligens, ellenálló, fenntartható és versenyképes mezőgazdaságot kell megvalósítani, mindemellett a termelőknek tisztességes és célzott jövedelemtámogatást kell biztosítani. A célok elérése érdekében szorgalmazni kell a humán tőke fejlesztését, az innováció fejlesztését valamint a mezőgazdasági kutatási projektek megvalósítását.¹²

A VIZSGÁLT ADATBÁZIS ÉS AZ ELEMZÉS MÓDSZERTANA

A vizsgálatainkhoz szükséges adatok az Agrárgazdasági Kutatóintézet minden évben megjelenő „Az élelmiszer-termelés gazdálkodó szervezeteinek pénzügyi helyzete” című kiadványban található a kettős könyvelést vezető vállalkozás mérleg és eredmény-kimutatásaiból származnak. A vizsgálatba vont vállalkozások számát adózás előtti eredmény jellege, foglalkoztatottak száma, gazdálkodási forma és a vállalkozások nagysága szerint az *4. táblázat* tartalmazza.

A vállalkozások főbb mérleg- és éves eredménykimutatás sorait az Excel-be elemeztük. Az adatok felhasználásával határoztuk meg a hatékonysági mutatószámokat, illetve azok determinálásához szükséges hozammutatókat, amelyek kiszámítási módját a *5. táblázat* tartalmaz.

¹² https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/budget-may2018-modernising-cap_en.pdf

4. táblázat: A vizsgálatba vont vállalkozások száma az adózás előtti eredmény jellege, a foglalkoztatottak száma, a gazdálkodási forma és a vállalkozások nagysága szerint

Table4: Number of enterprises surveyed by type of pre-tax profit, number of employees, according to legal form and size of the enterprise

Megnevezés	2014	2015	2016	2017	2018
<i>Adózás előtti eredmény jellege szerint</i>					
Nyeréséges	6207	6262	6376	6392	5903
Veszteséges	2876	3049	2901	2846	2756
Nulla eredményű	432	438	435	526	442
Összesen	9515	9749	9712	9764	9101
<i>Foglalkoztatottak száma szerint</i>					
0	3025	3200	3395	3647	3104
1	2093	2021	1904	1821	1808
2-9	2891	2998	2918	2826	2774
10-49	1233	1264	1236	1210	1170
50-249	263	256	249	250	235
250 fő és nagyobb	10	10	10	10	10
Összesen	9515	9749	9712	9764	9101
<i>Gazdálkodási forma szerint</i>					
Kft	6722	6905	6886	6857	6750
Rt	292	293	296	307	300
Szövetkezet	406	747	360	349	318
Bt.	1492	1451	1385	1265	1165
Nonprofit szervezet	72	78	80	78	67
Egyéb	561	275	705	908	501
Összesen	9515	9749	9712	9764	9101
<i>A vállalkozások nagysága szerint</i>					
Mikro vállalkozás	7932	8136	8124	8192	7609
Kisvállalkozás	1240	1269	1248	1215	1181
Középvállalkozás	252	252	248	248	233
Nagyvállalkozás	0	0	0	12	12
Egyéb vállalkozás	91	92	80	97	66
Összesen	9515	9749	9712	9764	9101

Forrás: Illés – Keményiné Horváth, 2016, 2017a, 2017b, Illés – Vágó 2020.

5. táblázat: A használt mutatószámok kiszámításának módja

Table 5: Method of calculating the indicators used

Mutatószám megnevezése	Kiszámítás módja
Bruttó termelési érték	Értékesítés nettó árbevétele- ELÁBÉ- Eladott (közvetített) szolgáltatások+ Saját előállítású eszközök aktivált értéke +/- Saját termelésű készletek állományváltozása
Anyagmentes termelési érték	Bruttó termelési érték – Anyagköltség - Igénybe vett szolgáltatások értéke
Nettó termelési érték	Anyagmentes termelési érték - Értécsökkenési leírás
Hozzáadott érték	Személyi jellegű ráfordítások + Értécsökkenési leírás + Adózás előtti eredmény
Élőmunka hatékonysága	Hozam/ létszám
Bérhatékonyság	Nettó termelési érték/ Személyi jellegű ráfordítások
Eszközhatékonyság	Nettó termelési érték / Lekötött eszközök átlagos nettó értéke
Tőkehatékonyság	Bruttó termelési érték/Saját tőke
Komplex hatékonyság	Nettó termelési érték / (0,15 Lekötött eszközök + 1,8 Bérköltség)
Eszközhatékonysági parciális mutatók	- 100 Ft aktivált tárgyi eszközre jutó nettó termelési érték - 100 Ft készletre jutó nettó termelési érték - 100 Ft összes eszközre jutó nettó termelési érték
Élőmunka hatékonysági parciális mutatók	- 1 főre jutó bruttó termelési érték - 1 főre jutó nettó termelési érték - 1 főre jutó hozzáadott érték
Bérhatékonysági parciális mutatók	- 100 Ft bérköltsége jutó nettó termelési érték - 100 Ft személyi jellegű ráfordításra jutó nettó termelési érték
Költséghányad (Költségszint)	Termelési költségek / Bruttó termelési érték
Anyaghányad	Anyagjellegű ráfordítások / Bruttó termelési érték
Bérhányad	Személyi jellegű ráfordítások / Bruttó termelési érték
Értécsökkenési leírási hányad	Értécsökkenési leírás / Bruttó termelési érték

Forrás: Saját szerkesztés a www. pénzügyisziget alapján

EREDMÉNYEK

A hatékonyság vizsgálatához, amely a tevékenység gazdaságosságának alakulását mutatja meg, szükség van az eredmény-kimutatás egyes eredménykategóriáira és tételeire, melyekből kiolvashatók illetve kiszámíthatóak a különböző hozammutatók. Az árbevétel az egyik fontos tétel, melyet a hatékonyságelemzésnél alkalmazunk. A másik fontos hozammutató a termelési érték, amely adott erőforrás felhasználásával előállított termékek pénzben kifejezett értéke. *Kozma* 2001-ben azt írta, hogy a termelési érték az

előállított eszközök és a teljesített szolgáltatások piaci áron számított értéke. Mivel a termelési érték számításánál sok esetben tapasztalható halmozódás, ezért többféle termelési érték kategóriát határozhatunk meg:

- **bruttó termelési érték:** az egy év alatt előállított összes termék, szolgáltatás értéke,
- **halmozatlan termelési érték:** a bruttó termelési értékből levonjuk a termelés során újra felhasznált termékek értékét,
- **árutermelési érték:** az időegység alatt értékesített termékek, szolgáltatások értéke.
- **hozzáadott érték:** a bruttó termelési értéket csökkentjük az újr felhasználás és a vásárolt áruk értékével.
- **nettó termelési érték:** a hozzáadott értékből levonjuk az amortizáció értékét (Pfau-Posta 2002).

A hatékonyságvizsgálatot a fenti hozammutatók segítségével végeztük el. A vállalkozások tevékenységének gazdaságossági vizsgálatához olyan mutatókra van szükség, melyek sokoldalúan jellemzik a termelés hatékonyságát.

A bruttó termelési érték elemzése során figyelemmel kell lenni arra, hogy változásuk nincs mindig közvetlen összefüggésben a teljesítmény változásával, Mindebből az is következik, hogyha megváltozik az egyes termékekhez felhasznált anyagok értéke, vagy a termelés összetétele, akkor megváltozhat a termelési érték is anélkül, hogy teljesítményváltozás bekövetkezett volna. A nettó termelési érték a vállalkozások tényleges teljesítményét tükröző mutató, ugyanis közelítően a vizsgált időszakban létrehozott új értéket mutatja, vagyis azt, hogy a vállalkozás mennyivel járul hozzá a nemzeti jövedelemhez (Bíró et al. 2010).

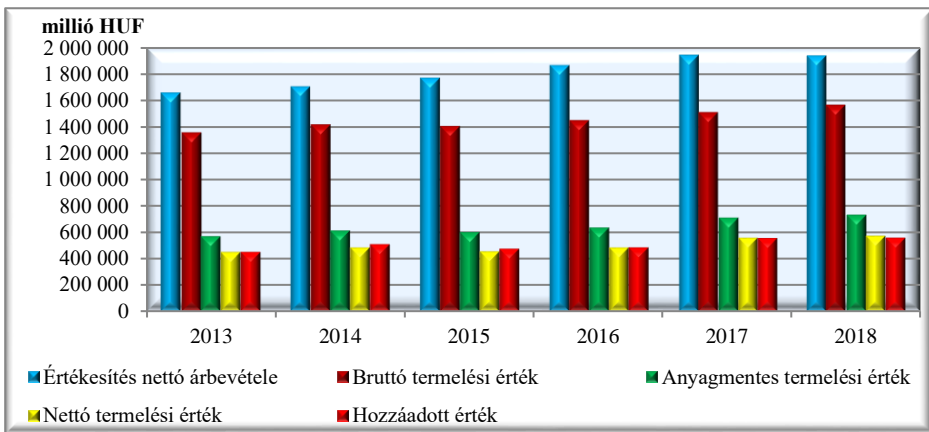
A nettó termelési értéknek kiemelt szerepe van az elemzésben, a hatékonyság vizsgálatánál alapvetően ezt a mutatót használjuk a számítások során.

A 5. ábrán látható hozammutatók 2013-2018 közötti időszakban folyamatosan emelkedtek. Az egyes hozammutatók átlagos fejlődési üteme az alábbi:

- Értékesítés nettó árbevétele: 3,17%,
- Bruttó termelési érték: 2,92%,
- Anyagmentes termelési érték: 5,13%,
- Nettó termelési érték: 4,89%,

- Hozzáadott érték:4,28% volt.

Látható, hogy az évenkénti átlagos változás mértéke az anyagmentes termelési érték esetében volt a legnagyobb. Ha a bruttó termelési érték és a bruttó hozzáadott érték változását összehasonlítjuk, akkor megállapíthatjuk, hogy a bruttó hozzáadott érték növekedése jelentősen meghaladta a bruttó termelési értékét, ami kedvező volt az anyaghatékonyság változása szempontjából.



Forrás: Saját szerkesztés Illés – Keményiné Horváth, 2016, 2017a, 2017b., Illés – Vágó 2020.. adatai alapján

5. ábra: A hozammutatók alakulása

Figure 5: The development of performance indicators

Élőmunka- és bérhatékonyság

Az élőmunka hatékonysága azt fejezi ki, hogy az élőmunka egységére (1 főre) mennyi hozam jut. A létszámot bármelyik hozammutatóhoz viszonyíthatjuk. Az élőmunka-hatékonyság mutatóját a munkatermelékenységi mutatónak is szokták nevezni. A mutató számításakor ügyelni kell arra, hogy a termelékenységet a létszámon kívül még nagyon sok tényező befolyásolja, mint például a termékszerkezet változása, a külső együttműködés eltérő mértéke. A vizsgált időszakban a mutató értéke folyamatosan növekedett (6. táblázat). A ráta értéke 2018-ban a legmagasabb, tehát a foglalkoztatottság az elemzett vállalkozásoknál jónak mondható.

A bérhatékonysági mutató a felhasznált élőmunka új értéket előállító képességét fejezi ki, a nettó termelési értéket viszonyítjuk a bérköltséghez vagy a személyi jellegű

ráfördításhoz. A mutató a vállalkozásnál kiáramló bér új értéket létrehozó képességét fejezi ki. Elemzése fontos abból a szempontból, hogy a komplex hatékonyság alakulásában az élők munkájának, illetve az élők munkájának felhasználás költségeinek alapvető befolyásoló szerepe van. A mutató értéke minden évben meghaladta az 1 értéket, ami kedvező hatású. A bérköltség emelkedésének oka egyrészt a létszám változásával, másrészt a bérszínvonal emelkedésével magyarázható. Miután az élők munkájának felhasználás költségeit nem csupán a bérköltség jelenti, indokolt lehet a mutató számítása során a bérköltség helyett a személyi jellegű ráfordítások figyelembe vétele is (6. táblázat).

6. táblázat: Az 1 főre jutó bruttó termelési érték és bérhatékonyság alakulása

Table 6: Gross production value per employee and wage efficiency

Megnevezés (Denomination)	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Az 1 főre jutó bruttó termelési érték alakulása	19,56	20,36	20,58	21,35	22,92	24,23
1 Ft bérköltségre jutó nettó termelési érték	3,15	3,24	2,88	2,95	3,07	2,97
1 Ft személyi jellegű ráfordításra jutó nettó termelési érték	2,24	2,30	2,07	2,14	2,31	2,25

Forrás: Saját számítás Illés – Keményiné Horváth, 2016, 2017a, 2017b., Illés – Vágó 2020. adatai alapján

Eszközhatékonyság

A mutató a lekötött tárgyi és forgó-eszközökkel, illetve a készletekkel létrehozott új értéket fejezi ki

Az üzletmenet vizsgálatánál a legfontosabb az, hogy a vállalkozások milyen hatásokkal használják a birtokukban levő eszközöket az értékesítési árbevétel illetve a nettó termelési érték generálására (*Katits-Szalka 2015*).

Az eszközhatékonysági mutatók a vállalkozás tevékenysége során előállított termelési érték képződéséhez szükséges befektetett eszközök és forgóeszközök hozzájárulásáról, illetve az eszközök megtérüléséről tájékoztatnak. Alkalmasság dinamikusan és vállalkozásokat összehasonlító elemzésekre egyaránt. Dinamikus elmozdulásuk esetén különös jelentőséget kapnak a háttérhatásokat tükröző fontosabb részmutatók, így a tárgyi eszköz-hatékonyság és a készlethatékonyság.

A mutató értéke 2017-ben volt a legmagasabb, az előző években csökkent, mivel 2014-2016 között mind a befektetett eszközök mind a forgóeszközök értéke jelentősen növekedett a mezőgazdasági vállalkozásoknál (7. táblázat).

Tőkehatékonyság

Ez a mutatószám azt fejezi ki, hogy a vállalkozás rendelkezésre álló saját tőkéjével hányszoros teljesítményt ér el. A mutató a saját tőke forgási mutatójaként is értelmezhető, ebben az esetben azt mutatja meg, hogy a rendelkezésre álló saját tőkével hányszoros eredmény érhető el. A ráta alkalmazása elsősorban a hosszabb távú döntéseknél fontos.

A magyar tulajdonban lévő vállalatok biztosítják a tőkehatékonyság elvárt szintjét, azaz a finanszírozhatóság szintjét. Ebből a szempontból nem rosszabbak, mint az itt működő külföldi vállalatok; utóbbiak közül csak a magas színvonalú technológiával működők emelkednek ki, vagyis amelyek mögött magas szintű tudás áll. Valószínűleg két oka van annak, hogy a magyar cégek tőkehatékonysága jó. Egyrészt működik a tulajdonosi érdekeltség, a tulajdonosok racionális döntéseket hoznak. Másrészt működik a tőkepiac, amely erre rá is kényszeríti őket, mert csak így kapnak finanszírozást a bankoktól. Ugyanakkor meglepetés, és paradox is, hogy míg a tőkehatékonyságban versenyképesek, a termelékenységekben már nem (*Reszei – Juhász 2014*).

A mezőgazdasági vállalkozások esetében 2013-2017-között a mutató értéke folyamatosan csökkent mivel a saját tőke átlagos növekedési üteme 7,62 százalék volt, míg a bruttó termelési értéké 2,72 százalék, azaz a saját tőke mennyisége gyorsabb ütemben növekedett (7. táblázat).

7. táblázat: Az eszközhatékonyság és a tőkehatékonyság alakulása

Table 7: The development of asset efficiency and capital efficiency

Megnevezés	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Eszközhatékonyság	17,40	17,29	15,67	15,49	17,82	17,64
Tőkehatékonyság	0,90	0,85	0,79	0,76	0,75	0,77

Forrás: Saját számítás Illés – Keményiné Horváth, 2016, 2017a, 2017b., Illés – Vágó 2020.. adatai alapján

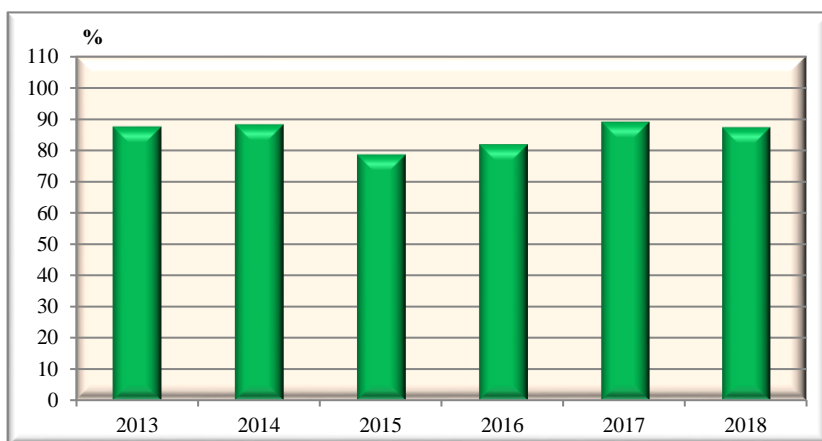
Komplex hatékonyság

Ez a hatékonysági mutató a termelési tényezők együttes hatását mutatja meg, ezért alkalmas a teljes hatékonyság mérésére. A mutató elfogadható értéke 1 feletti, ami azt jelenti, hogy a felhasznált erőforrások összességükben azt a hozamot produkálják, amelyre a vállalkozás velük szemben elvárásként megfogalmazott.

A komplex hatékonysági mutatók a társaságnál lekötött termelési erőforrások és valamely termelési érték arányával jelzik az adott gazdasági társaságra jellemző hatékonyságot (Bíró *et al.* 2012)

Az alkalmazott szorzószámok az egyes erőforrásokkal szembeni átlagos hozamelvárásokat mutatják, a lekötött eszközök után 20 százalék eredmény feltételezhető, a bérköltség hatékonysági szintje pedig 1,8-ra tehető.

A vizsgált időszakban 2015-ben volt a legkisebb a komplex hatékonysági mutató értéke, majd ezután emelkedő tendenciát mutat, sajnos a 100 százalék feletti mutatóértéket, amelyet tekintjük kedvezőnek tekintünk, egyik évben sem érte el. A 2015. évi alacsonyabb érték egyik oka a korábbi beruházások miatt kialakult rendkívül magas lekötött eszközérték, ami majd a következő évek hatékonyságára lesz remélhetőleg pozitív hatással, illetve másik ok az erőforrások nem megfelelő szintű kihasználásában keresendő (6. ábra).



Forrás: Saját szerkesztés Illés – Keményné Horváth, 2016, 2017a, 2017b., Illés – Vágó 2020.. adatai alapján

6. ábra: A komplex hatékonyság alakulása

Figure 6: The development of complex efficiency)

Nyilvánvaló, hogy a mutató értékét nemcsak a vállalkozás által meghatározott hozamelvárások befolyásolják, hanem az erőforrások belső arányai (eszköz/bér arány alakulása) is hatást gyakorolnak rá. (Bíró et al. 2016.)

Parciális hatékonysági mutatók

Az egyes felhasznált erőforrások felhasználásának értékelésére a parciális hatékonysági mutatók alkalmasak.

Az eszközhatékonysági parciális mutatók:

- 100 Ft aktivált tárgyi eszközre jutó nettó termelési érték (tárgyi eszköz hatékonyság),
- 100 Ft készletre jutó nettó termelési érték (készlet hatékonyság),
- 100 Ft összes eszközre jutó nettó termelési érték (összes eszköz hatékonysága).

A tárgyi eszköz hatékonyság (tárgyi eszköz kihasználási) mutató annál kedvezőbb, minél magasabb a tárgyi eszköz állományon belül a termelő berendezések aránya. A mutató az eszközök hatékonyságát fejezi ki és áttételesen meghatározza a termelékenységét. Ugyanis a termelékenység növekedésének elsődleges tényezői a gépek, berendezések. A tárgyi eszköz hatékonyság növelhető:

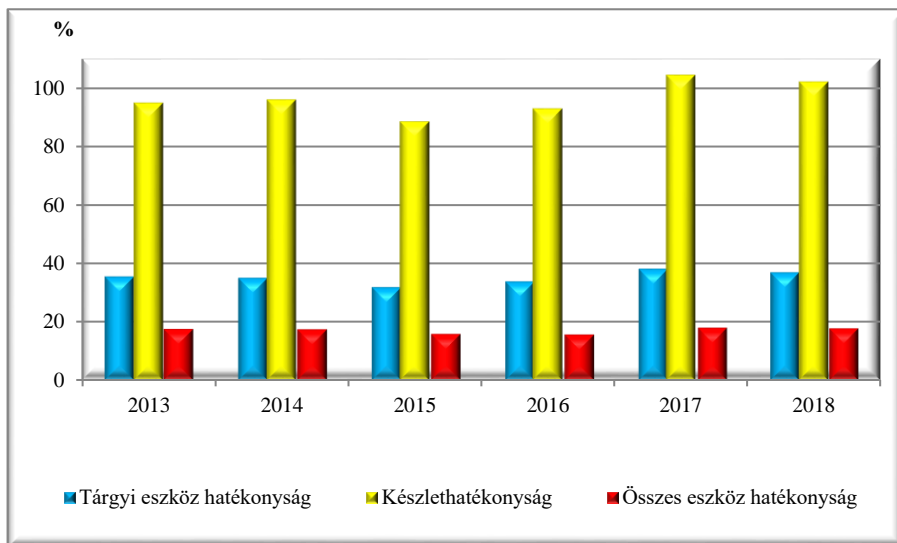
- extenzív (mennyiségi változást jelent) és
- intenzív (minőségi változást jelent) módon.

Az extenzív kihasználás növekedése a gépek üzemelés időalapjának emelkedését jelenti, azaz gépek kihasználási fokának növekedése pl. több műszak bevezetése, állásidő csökkentése. Az intenzív kihasználás növekedése a tárgyi eszköz időegység alatti – fajlagos – teljesítményének emelkedését jelenti, pl. többet állítunk elő jobb technológiával

Mint a 7. ábrán látható, a mutató értéke 2015-ig csökkent, majd ezt követően növekedő tendenciát mutatott. A növekedés hátterében a nettó-termelési érték emelkedése áll, a 2015. évi csökkenés oka a tárgyi eszközök értékének nagyarányú növekedése.

A *készlethatékonyság* mutatója azt fejezi ki, hogy 100 Ft készletre mekkora nettó termelési érték jut. A készlethatékonyság akkor kedvező, ha változatlan forgalom mellett csökken az igénybe vett készlet nagysága, illetve egy adott készlet mellett nő a forgalom (Bíró et al. 2005).

A készlethatékonyság és az összes eszköz hatékonyság színvonala ingadozó, ez a mutató is 2015-ben volt a legalacsonyabb (7. ábra).



Forrás: Saját szerkesztés Illés – Keményné Horváth, 2016, 2017a, 2017b., Illés – Vágó 2020.. adatai alapján

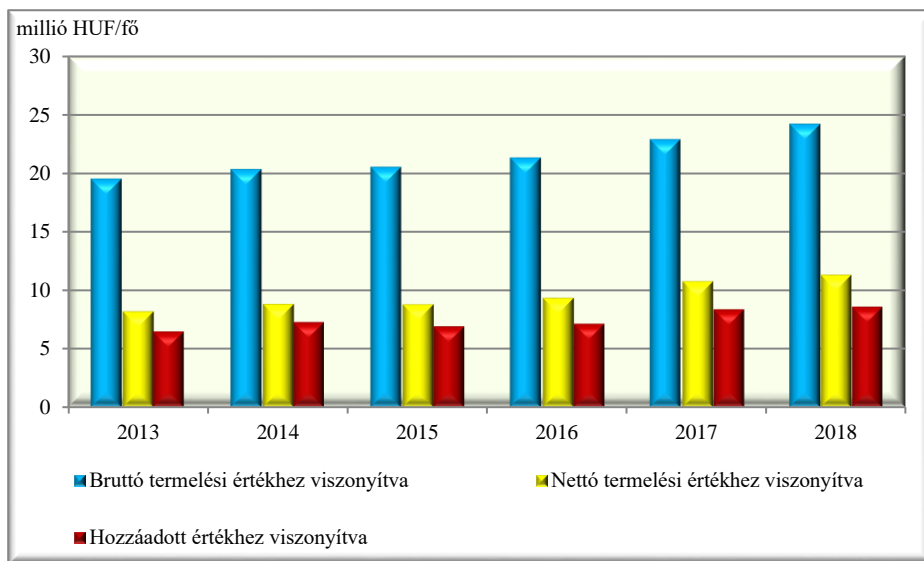
7. ábra: Az eszközhatékonysági parciális mutatók alakulása

Figure 7: Development of partial performance indicators

Az élőmunka hatékonyság parciális mutatói:

- 1 főre jutó bruttó termelési érték,
- 1 főre jutó nettó termelési érték,
- 1 főre jutó hozzáadott érték.

Az élőmunka hatékonyság parciális mutatói folyamatos emelkedést mutatnak, mivel a hozammutatók is pozitív irányba változtak a vizsgált időszakban, illetve a foglalkoztatottak létszáma 2014-től kezdve évről évre csökkent (8. ábra).



Forrás: Saját szerkesztés Illés – Keményné Horváth, 2016, 2017a, 2017b., Illés – Vágó 2020.. adatai alapján

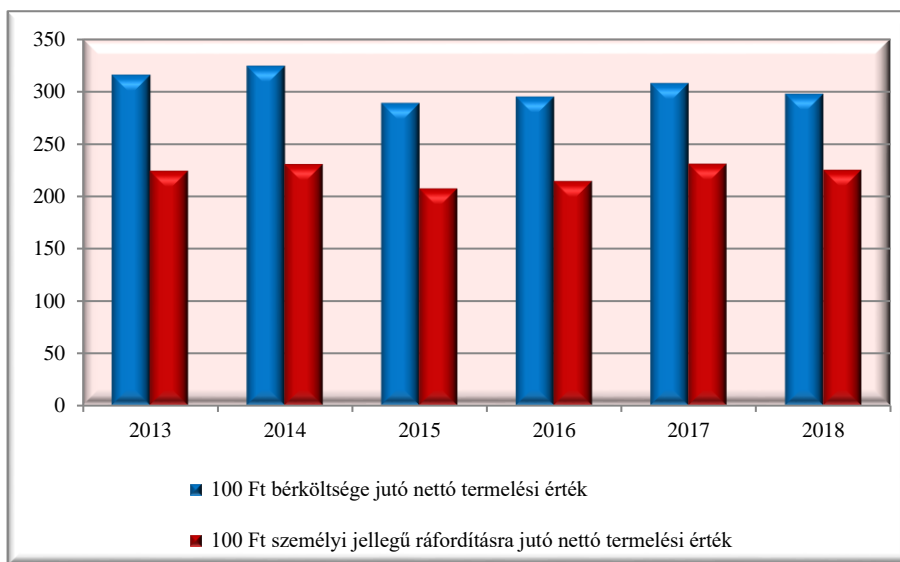
8. ábra: Élőmunka hatékonyság parciális mutatói

Figure 8: Partial indicators of labor efficiency

Bérhatékonysági parciális mutatók:

- 100 Ft bérköltsége jutó nettó termelési érték,
- 100 Ft személyi jellegű ráfordításra jutó nettó termelési érték.

Ezek a mutatók a kifizetett bér új értéket létrehozó képességét fejezik ki, értékük így nagymértékben függ a nettó termelési érték alakulásától. Mindkét parciális mutató értéke 2015-ben volt a legmagasabb, mivel ebben az évben jelentkezett a nettó termelési érték legnagyobb növekedése az előző évhez képest, valamint a bérköltség illetve a személyi jellegű ráfordítások összegében kisebb mértékű emelkedés mutatkozott (9. ábra).



Forrás: Saját szerkesztés Illés – Keményiné Horváth, 2016, 2017a, 2017b., Illés – Vágó 2020.. adatai alapján

9. ábra: A bérhatékonysági parciális mutatók

Figure 9: Wage efficiency partial indicators

Költség-hatékonysági mutatók

A termelés költséghatékonyságát a termelési költség szint mutatóval mérhetjük, amely a termelési költségek és a bruttó termelési érték hányadosa. Ez egy fordított hatékonysági mutató.

A termelési költség összetevői:

- anyagköltség,
- igénybevett (anyagjellegű és nem anyagjellegű) szolgáltatások,
- egyéb szolgáltatások,
- személyi jellegű ráfordítások,
- értékcsökkenési leírás.

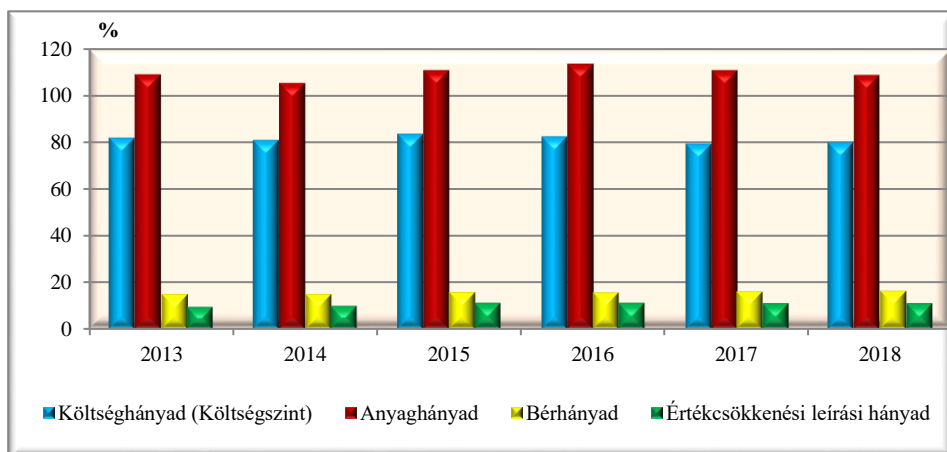
A költséghatékonysági mutatók az egységnyi költségráfordítás új értéket létrehozó képességét mutatják. Számításuk költségnemenként történik. Kiemelt szerepe van a bér- és anyaghatékonysági mutatóknak.

A költség szint mutató értéke azt jelenti az elemző számára, hogy a vállalkozás termelőtevékenységének teljes hozamértéke az adott időszakban mekkora ráfordítást igényelt. A mutatószám alakulása kedvezőnek tekinthető, amennyiben az értéke

jelentősen elmarad a 100 %-os szinttől. A vizsgált mezőgazdasági vállalkozásoknál 2013-ban 81,85 százalék volt a költségszint, ami 2018-ra 79,96 százalékra csökkent (10. ábra).

Az anyaghatékonysági mutató a vállalkozásnál felhasznált anyag (anyagjellegű ráfordítás) új értéket létrehozó képességét fejezi ki. A mutató értéke vizsgált időszakban emelkedett, ami az jelenti, hogy 100Ft bruttó termelési értéket egyre nagyobb anyagfelhasználással értek el (0. ábra).

A bérhányad és az értékcsökkenési leírás hányad mutatónál 2013-2017 közötti időszakban enyhe növekedés figyelhető meg, de értékei még így is elfogadhatóak (10. ábra).



Forrás: Saját szerkesztés Illés – Keményné Horváth, 2016, 2017a, 2017b., Illés – Vágó 2020.. adatai alapján

10. ábra: Költséghatékonysági mutatók alakulása

Figure 10: Development of cost-effectiveness indicators

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Magyarország különleges természeti adottságainak köszönhetően évszázadok óta jelentős és világszerte elismert mezőgazdasági termelést folytat, ennek megfelelően az agrárgazdaság a magyar nemzetgazdaság kiemelkedő fontosságú, stratégiai ágazata, amely jelentős hányadát a hazai élelmiszeripar dolgozza fel. A magyar mezőgazdaság az elmúlt években jelentős fejlődésen ment keresztül, de a még mindig jelentkező

problémák és a nemzetközi kihívások miatt további erőfeszítésekre, a versenyképesség növelésére van szükség.

Az agrártermékek piacára is egyre inkább jellemző a globalizáció és a magyar mezőgazdasági vállalkozásoknak ezen a piacon kell felvenniük a versenyt a vetélytársakkal. A magyar mezőgazdasági vállalkozások versenyhátrányban vannak, hiszen egy vállalkozásra vagy alkalmazottra vetített árbevételük, termelés hozzáadott értéke és a munkatermelékenységük elmarad az Európai Unió jelentősebb agrár vállalatainak adataitól. Ezzel szemben az egy vállalkozásban foglalkoztatott alkalmazotti létszám magasabb, ami elsősorban az olcsó munkaerőnek illetve a technológiai lemaradásnak köszönhető.

A versenyképesség növelésének egyik lehetősége a megfelelő hatékonyság. Az elemzéseink alapján a mezőgazdasági vállalkozásoknak a versenyképesség javítása érdekében mindenképpen növelniük kell a hozammutatóikat. Ez csak úgy lehetséges, ha emelkedik az árbevételük, ami két módon történhet: vagy a termelés mennyiségét növelik, vagy magasabb értékesítési árakat realizálnak a piacon. Ez utóbbi nehezebben kivitelezhető, mivel az alapanyag felvásárlási árak alacsonyok, a vállalkozások amennyiben nem dolgozzák fel termékeiket, kiszolgáltatottá válnak. Így a hatékonyság növelésére az áremelés csak kis mértékben nyújthat megoldást.

A hatékonyság növelésének másik módja a költségek csökkentése lehet, azonban a mezőgazdasági termelés alapanyag igényes ágazat, másrésztől nagymértékben függ az időjárástól, így ezen a területen nehéz a hatékonyságot növelni. A termelési költségek csökkentése a bérköltségek területén lehetséges, azonban ehhez szükség van, főleg a kis és közepes vállalkozások esetében a technológia korszerűsítésére.

Minden vállalkozás érdeke a hozammutatók növelése mellett az erőforrások nagyobb hatásfokú kihasználása, mert ez az alapja a hatékonyság növelésének. Fontos a minőségi élelmiszer előállítás, mert ezek a termékek magasabb áron értékesíthetőek, illetve minőségi termékekkel az export árbevétel is növelhető.

EFFICIENCY ASSESSMENT IN AGRICULTURAL ENTERPRISES

¹ÉVA SZALKA - ²LÁSZLÓ TAMÁNDL – ²ZSOLT KOVÁCS- ³ZSUZSANNA
PUPP

Széchenyi István University

¹ Faculty of Agricultural and Food Sciences

²Kautz Gyula Faculty of Economics

³Doctoral School of Regional- and Business Administration Sciences

SUMMARY

Agriculture is a priority sector of the Hungarian economy, while Hungary has produced 2,0% of the European Union's agricultural output, contributing 3,6% to gross domestic product (GDP) production. Today's economic environment is constantly changing and competitiveness can only be preserved with efficient production. It is essential for businesses to know the factors that can make their production more efficient and which can improve their efficiency.

The agricultural productions and some of its characteristic indicators in the European Union and Hungary were presented in our study. Our specific investigations focused on the efficiency of the agricultural enterprises leading the double-entry bookkeeping. After the determination of each yield indicator (gross production value, material-free production value, net production value, value added), complex and partial efficiency indicators were calculated and analysed for their changes.

Between 2013 and 2018, the yield ratios of the agricultural enterprises increased year by year. The complex efficiency ratio decreased until 2015, due to an extremely high fixed asset value and inadequate use of resources, and increased again from 2016. The change in partial efficiency indicators followed the change in yield indicators and the change in projection funds during the period considered.

Keywords: food industry, gross production value, net production value, value added, complex efficiency, partial efficiency.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését a EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú „Innovatív tudományos műhelyek a hazai agrár felsőoktatásban” című projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

Agrárgazdasági Kutató Intézet (2018): Agrárgazdasági Statisztikai Zsebkönyv, 2017. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest.

Baranyi A. – Csernák J. – Pataki L. – Széles Zs. (2012): A magyar mezőgazdasági vállalkozások vagyoni, pénzügyi helyzetének elemzése, összehasonlítva az erdőgazdálkodást folytató vállalkozások teljesítményével. Közgazdász Fórum/Economist Forum 15:(105) 53-80. pp.

Bíró T. - Fridrich T. - Kresalek P. - Mitró M. (2005): Számviteli kézikönyv, Unió Kiadó, Budapest. 258.p.

Bíró T. - Pucsek J. -Sztanó I. (2010): Amit a mérleg mutat. Saldo Kiadó, Budapest, 82-83. pp.

Bíró T.- Kresalek P.- Pucsek J.- Sztanó I. (2012): A vállalkozások tevékenységének komplex elemzése. Perfekt Kiadó, Budapest, 142. p.

Bíró T.– Kresalek P. – Pucsek J. – .Sztanó I. (2016): A vállalkozások tevékenységének komplex elemzése Perfekt Kiadó, Budapest, 120. p. 126. p.

Carlton, D. W. - Perloff, J. N. (2003): Modern piacelmélet. Panem Könyvkiadó, Budapest, 871. p.

Czékus M. (2004) Tőzsde lexikon. Szukits Könyvkiadó és Könyvker, Budapest

Dancs. A. L. – Molnár J. (1997): Magyar-angol közgazdasági fogalom és példatár. Szaktudás Kiadóház Rt. Budapest, 212. p.

Felkai B. O. – Lámfalusi I. – Varga T. (2013): Változások néhány növénytermelési ágazat hatékonysági tartalékaiban Magyarország uniós tagsága idején. Gazdálkodás 57. évf. 2. sz. 103-112. pp.

Gábrrielné Tőzsér Gy. (2002): A viszonyszámok osztályozása, számítása. In: Szűcs István (szerk.) (2002): Alkalmazott statisztika. Agroinform Kiadó és Nyomda, Budapest 70. p.

Győrffy B. (2018): erősödő agrár- és élelmiszergazdaság, jólétében gyarapodó vidék, <https://www.nak.hu/kiadvanyok/kiadvanyok/2301-erosodo-agrar-es-elelmiszer-gazdasag-joletében-gyarapodo-vidék/file>, letöltés 2019. november. 22.

Jelentés az Agrárgazdaság 2018. évi helyzetéről

Illés I. - Keményné Horváth Zs. (2016): Az élelmiszer-termelés gazdálkodó szervezeteinek pénzügyi helyzete 2014. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest.

Illés I. - Keményné Horváth Zs. (2017a): Az élelmiszer-termelés gazdálkodó szervezeteinek pénzügyi helyzete 2015. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest.

Illés I. - Keményné Horváth Zs. (2017b): Az élelmiszer-termelés gazdálkodó szervezeteinek pénzügyi helyzete 2016. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest.

Illés I. - Keményné Horváth Zs. (2019): Az élelmiszer-termelés gazdálkodó szervezeteinek pénzügyi helyzete 2017. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest.

Illés I. – Vágó K. (2020): Az élelmiszer-termelés gazdálkodó szervezeteinek pénzügyi helyzete 2018. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest.

Kapronczai I. (2016): A magyar agrárgazdaság helyzete napjainkban – kockázatok és lehetőségek. Gazdálkodás, 60. évfolyam 5. szám 369-426. pp.

Kapronczai I. (2018): Mi várható a magyar mezőgazdaságban közép és hosszú távon? Fenntartható agrárium és környezet, az Óvári Akadémia 200 éve, múlt, jelen, jövő. XXXVII. Óvári Tudományos Napok 2018. november 9-10. Konferencia Kiadvány I. kötet. 83-88. pp.

Katits E. (2017): A vállalati (életciklus) pénzügyek fogalomtár és alapvető módszertan Soproni Egyetem Lámfalussy Sándor Közgazdaságtudományi Kar Soproni Egyetem Kiadó ISBN 978-963-334-253-4284-285. 293. p.

Katits E. – Szalka É. (2015): The Investigation of 15 Sector's Growth Potential Between 2008-2013 on the Basis of Annual Accounts of the 500 Greatest Hungarian Companies. Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, 28.p.

Kónya, I. (2017): A magyar növekedésről - egy régimódi megközelítés. Közgazdasági Szemle, 64. 915-929. p. ISSN 0023-4346

Kopányi M. (1993): Mikroökonómia. Műszaki Könyvkiadó, Budapest. 29.p.

Kopányi M. (1997): Mikroökonómia. Műszaki Könyvkiadó, Budapest. 556.p.

Kopányi M. szerk (2004): Mikroökonómia KJK_KERSZÖV Jogi és Üzleti Kiadó, Budapest, 556.p.

Koppány K. - Kovács N. (2011): Fundamentális elemzés. Széchenyi István Egyetem, Győr

https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0060_Fundamentalis_elemzes/fundamentalis_elemzes_1_1.html, 40. p.

Korsós-Schlessler F. – Marselek S. – Szűcs Cs.(2018): Az agrár- és élelmiszertermelés helyzete Magyarországon https://www.napi.hu/magyar_gazdasag/kuszobon-a-mezogazdasag-5.0-vagyis-az-agrardigitalizacio.693050.html

Kozma A. (2001): Vázlatok a számvitel tanuláshoz 1. kötet. Keletlombard Kft. Debrecen, 109. p.

Nábrádi A. (2005): A gazdasági hatékonyság értelmezése napjaink mezőgazdaságában. In: Jávor A. (szerk.): A mezőgazdaság tökeszükséglete és hatékonysága. Debreceni Egyetem ATC AVK 23-34. p.

Nábrádi A. (2008): A hatékonyság mérésének módszertana. In: Szűcs I. – Farkasné Fekete M. (szerk.) (2008): Hatékonyság a mezőgazdaságban Agroinform Kiadó.

Nemes Gy. (2017): Versenyképes, de fenntartható legyen, <https://www.agrarunio.hu/index.php/hirek/2941-versenykepes-defenntarthato-legyen>, letöltve: 2020.05.04.

Nemessályi Zs. – Nemessályi Á. (2003): A gazdálkodás hatékonyságának mutatórendszere. Gazdálkodás, 47. 3. sz. 54-60. pp.

Páll Zs. : (2018): A magyar mezőgazdaság termelékenységének alakulása nemzetközi összehasonlításban. Agronapló, 2018/09 Gazdaság 17-18. pp.

Pfau E. – Posta L. (2002): Ökonómiai füzetek 6. Vállalatgazdasági alapfogalmak. Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum, Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar, Vállalatgazdasági Tanszék, Debrecen, 58. p.

Popp J. – Potori N. – Udovecz G. (2008): A versenyesélyek javításának lehetőségei a főbb termékpályákon. AKI Budapest, 1-156. pp.

Reszegi L. – Juhász P. (2014): A vállalati teljesítmény nyomában. Nem csak tulajdonosoknak és menedzsereknek! Alinea Kiadó, Budapest. ISBN: 978-615-5303-73-9.

Szilágyi G. (2019): Egyre jobban nő a mezőgazdaság szerepe, <https://agrojager.hu/tudomany/2019/06/03/egyre-jobban-no-a-mezogazdasag-szerepe/>

Szűcs I. – Farkasné Fekete M. (2008): A hatékonyság, mint rendező elv. In: Szűcs I. – Farkasné Fekete M. (szerk.) (2008): Hatékonyság a mezőgazdaságban Agroinform Kiadó Budapest.

Tangen, S. (2002): Understanding the concept of productivity Proceedings of the 7th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference (APIEMS2002), Taipei.

Tresó I. (2017): Rohamléptekkel kell fejlődnie a termelés hatékonyságának. <http://nak.hu/en/?id=93991:rohamleptekkel-kell-fejlodni-a-termeles-hatekonysaganak>

Tresó I. (2019): Díjazták a fenntartható agráriumért ösztöndíjpályázatának legsikeresebbjeit.

<https://www.kormany.hu/download/f/82/60000/%C3%89FS.pdf> letöltés: 2020.05.14.

<https://magyarnemzet.hu/belfold/magyarorszag-egyik-fo-gazdasagi-potencialja-az-agrarium-es-az-elelmiszeripar-7053758/> letöltés: 2020.05.14.

<https://magyarnemzet.hu/gazdasag/a-mezogazdasag-kibocsatasata-valy-elerte-a-2720-milliard-forintot-7248983/> letöltés: 2020.05.14.

<https://agrojager.hu/tudomany/2019/06/03/egyre-jobban-no-a-mezogazdasag-szerepe/> letöltés: 2020.05.14.

<https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/cap-glance> letöltés: 2020.06.05.

<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/hu/sheet/110/a-kap-masodik-pillere-a-videkfejlesztési-politika> letöltés: 2020.06.05.

https://www.napi.hu/magyar_gazdasag/forradalmi_valtozas_keszul_a_mezogazdasagban.693050.html

<https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.AGRI.ZS>

https://www.ksh.hu/docs/hun/eurostat_tablak/index.html

<https://www.parlament.hu/irom41/01360/01360.pdf>

<https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mezo/mezoszerepe18.pdf>

https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/budget-may2018-modernising-cap_en.pdf. letöltés: 2020.06.05.

https://penzugysziget.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=331:hatekonysag-elemzes&Itemid=218

A szerző címe – Adress of the author:

Szalka Éva
Széchenyi István Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
9200 Mosonmagyaróvár Vár tér 2.
E-mail:szalka.eva@sze.hu

Tamándl László
Széchenyi István Egyetem
Kautz Gyula Gazdaságtudományi Kar
9026 Győr, Egyetem tér 1.
E-mail:tamandl@sze.hu

Kovács Zsolt
Széchenyi István Egyetem
Kautz Gyula Gazdaságtudományi Kar
9026 Győr, Egyetem tér 1.
E-mail: kovacszs@sze.hu

Pupp Zsuzsanna
Széchenyi István Egyetem
Regionális- és Gazdaságtudományi Doktori Iskola
9026 Győr, Egyetem tér 1.
E-mail: pupp.zsuzsanna@sze.hu



TÁJÉKOZTATÓ ÉS ÚTMUTATÓ A SZERZŐK RÉSZÉRE

Általános szempontok

1. Csak önálló kutatáson alapuló, más közleményekben meg nem jelent, a növény-tudományok (kertészet, genetika, növénykórtan, állati kártevők, agrometeorológia, növényélettan, agrobotanika, stb.), állatt-tudományok (takarmányozás, állatgenetika, állategészség, stb.), élelmiszer- és az ökonómiai tudományok témakörébe tartozó szakcikket közölhetünk. Szemle rovatunkba a fenti tárgykörökhöz tartozó irodalmi összefoglalók, témadokumentációk, módszertani ismertetések, stb. kerülnek.
2. Tudományos folyóiratunkban a dolgozatokat angol vagy magyar nyelven tesszük közzé. Ez attól függ, hogy az új tudományos eredmények nemzetközi vagy inkább hazai érdeklődésre tarthatnak számot. Más nyelven a továbbiakban már nem fogadunk be cikkeket. A közlemények megjelentetésekor, az adott lapszámok összeállításakor az angol nyelvű anyagok előnyt élveznek. A megfelelő nyelvi színvonal fenntartása érdekében angolul írt cikk benyújtásakor anyanyelvi lektor által kiállított igazolást is kérünk csatolni.
3. Csak formailag kifogástalan kéziratot fogadunk el.
4. A kéziratot - annak mellékleteivel együtt - elektronikusan (e-mailben) kell megküldeni Dr. Szalka Éva címére (Acta Agronomica Óváriensis Szerkesztő Bizottsága, 9201 Mosonmagyaróvár, Vár 2.; szalka.eva@sze.hu)

A kézirat összeállítása

1. Formai követelmények

1.1. A kézirat táblázatokkal és ábrákkal együtt legfeljebb 16-20 gépelt - számozatlan - oldal legyen, Times New Roman betűtípussal 11 pt betűmérettel, körben 2 cm-es margót hagyva. A gépirás fekete betűvel, irodai (A/4-es) papír egyik oldalára, 1,5-es sorközzel történjék. Fej- és lábléc (másként: élőfej és élőláb) használatát kérjük mellőzni.

1.2. Az alcímeket, fejezetcímeket, egyéb elkülönülő részeket 1-1 üres sorral kell elválasztani a fő szövegtől, aláhúzás és sorszám nélkül.

1.3. Az idegen szavak írását fonetikusán vagy, ha még nem honosodtak meg, eredeti helyesírással kérjük.

A magyar fajnevek mellett a tudományos nevet (esetenként a címben is) fel kell tüntetni és *dőlt* betűvel írni. A fajták nevét (magyar és külföldi) a minősítésben elfogadott név szerint kell írni szintén *dőlt* betűvel (pl.: *Sinapis alba* cv. *Budakalász sárga*).

2. A kézirat szerkezete

2.1. A dolgozat címe alatt a szerző(k) neve, munkahelye(ik) és annak székhelye szerepeljen. Pontos cím megadása itt kerülendő. A tudományos fokozatot és munkahelyi beosztást nem közöljük.

2.2. A tudományos közlemények kialakult rendjének és kézirat felépítését a következő csoportosítás szerint kérjük:

-Bevezetés

-Irodalmi áttekintés

-Anyag és módszer

-Eredmények

-Következtetések

-Összefoglalás

-Irodalom

az Acta Agronomica Óváriensis hagyományainak megfelelően. Egyes fejezetek a téma jellege, terjedelme szerint összevonhatók: Bevezetés és az Irodalmi áttekintés, Eredmények és a Következtetések. Az Anyag és módszer helyett a szerző a Kísérletek leírása címet is használhatja.

2.3. Az Irodalom után kérjük feltüntetni a szerző(k) levélcímét (név, munkahely és annak székhelye a postai irányítószámmal; e-mail cím).

A fentiek szerint csoportosított kéziratot kiegészítik (külön oldalakra gépelve):

·magyar nyelvű közlemény esetén

-magyar nyelvű összefoglalás a végén kulcsszavakkal

-angol nyelvű összefoglalás a dolgozat angol nyelvű címével, a szerző(k) nevével és a munkahely(ük) feltüntetésével, a végén angol kulcsszavakkal

-táblázatok és ábrák

-angol nyelvű táblázat- és ábracímek

-az ábrák feliratait és a táblázatok fejléceit angol fordításban, számozva pl:

1. táblázat: Az egynyári szélfű előfordulása a Fertő-Hanság-medence
kukoricavetéseiben

Table 1: Occurrence of *Mercurialis annua* L. in maize fields in the Fertő-Hanság-basin

Felvételezési hely (1)		Egynyári szélfű száma a felvételi négyzetekben (2)				Átlag db/4m ² (3)
		1.	2.	3.	4.	
1.	Hanságfalva*	46	72	54	36	52
2.	Jánossomorja	38	27	25	30	30
3.	Hanságliget	2	1	4	0	2

* a tenyészdőszak folyamán sem mechanikai, sem pedig kémiai gyomirtásban nem részesült

(1) location of survey, (2) the number of *Mercurialis annua* L. in sample squares, (3) average pc/4m², *during the vegetation period neither mechanical nor chemical weed control was carried out

angol nyelvű közlemény esetén

-angol nyelvű összefoglalás a végén kulcsszavakkal

-magyar nyelvű összefoglalás a dolgozat magyar címével, a szerző(k) nevével és a munkahely(ük) feltüntetésével, a végén magyar kulcsszavakkal

-külön-külön oldalakra gépelt táblázatok és ábrák (a címek, feliratok, fejlécek magyarra fordítása nem szükséges)

3. Irodalmi hivatkozások

3.1. Az Irodalmi áttekintés című fejezetbe - hivatkozáskor - egy szerző esetében a szerzők családnévének *dőlt* betűvel történő leírásával és zárójelben közleményének kiadási évszámával szerepeljen, pl. *Pocsai* (1986). Szerzőpárosra történő hivatkozás esetén a két név közé "és" szót tegyen: *Pocsai és Szabó* (1983). Kettőnél több szerző esetében az elsőként feltüntetett szerző neve után *et al.* rövidítést kérjük: *Schmidt et al.* (1983). Egy mondaton vagy témakörön belül, ha több szerzőre hivatkozik, akkor a mondat vagy a témakör tárgyalása végén zárójelben kérjük a szerzők nevének és közleményei kiadási évszámának a felsorolását: (*Iváncsics* 1971, *Gergátz és Seregi* 1985, *Szajkó* 1987). Tudományos közleményben, könyvben szereplő hivatkozásra történő utalásnál a cit. rövidítést kell használni (*Wagner* 1979 cit. *Fahn* 1982).

3.2. Az Irodalom összeállításakor a dolgozatban idézett szerzők nevét ABC- és megjelenési időrendű felsorolásban kérjük. Minden tanulmányt külön sorban kell feltüntetni.

-Folyóiratban megjelent cikkekre való hivatkozásnál a szerző családneve és keresztnevének kezdőbetűje *dőlten* szedve, a cikk megjelenésének évszáma zárójelben, a cikk címe, a folyóirat megnevezése, az évfolyam száma félkövéren, a lapszám zárójelben és a kezdő-befejező oldal száma kerül felsorolásra.

Pl: *Pocsai K.* (1986): A lóbab vetőmagszükséglet csökkentési lehetőségeinek vizsgálata. Növénytermelés. 35, (1) 39-44.

-Ha az idézett hivatkozás könyvben jelent meg, akkor kérjük a szerző nevét, a könyv megjelenési évszámát zárójelben, a könyv címét, kiadóját és a kiadó székhelyét közölni.

Pl: *Schmidt J.* (1995): Gazdasági állataink takarmányozása. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

-Ha olyan szerzőre hivatkozik, aki társszerzőként írt a könyvben, akkor a szerző nevét az általa írt (hivatkozott) fejezet címét kérjük feltüntetni és "in" megjelöléssel a könyv szerkesztőjének a nevét, a könyv címét, kiadóját és a kiadó székhelyét

Pl.: *Gimesi A.* (1979): A lucerna vegyszeres gyomirtása. In *Bócsa I. (szerk.):* A lucerna termesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

-Ha az Irodalmi áttekintésben több szerző által írt tanulmányra hivatkozott, az Irodalomban az összes szerző nevét ki kell írni és a nevek közé szóközzel kötőjelet kell tenni.

Pl: *Varga-Haszonits Z. – Varga Z. – Schmidt R. – Lantos Zs.* (1997): The effect of climatic conditions on the maize production. Acta Agronomica Óváriensis. 39, (1-2) 1-14.

-Külföldi szerző esetében család- és keresztnév közé vesszőt kell tenni. Magyar szerzőknél ez kerülendő.

4. Ábrák és táblázatok

4.1. A digitalizált képeket, ábrákat lehetőleg TIF, JPG kiterjesztésű állományként küldjük, és ne a dokumentumba ágyazva.

4.2. Táblázatok esetében kérjük, hogy szintén Times New Roman betűtípust használjanak. Lehetőleg mellőzzék a táblázatok különféle kerettel és vonalvastagságokkal történő tarkítását.

4.3. Kérjük az eredeti ábrák, táblázatok külön állományban (pl. XLS) történő mentését, ezeket se illesszék a dokumentumba.

4.4. Ugyanazon adatsorokat grafikus és táblázatos formában nem közöljük.

Kérjük, hogy a szövegben az ábrákra és táblázatokra (dőlt betűvel írva) minden esetben hivatkozzanak.

5. Lektorálás, korrektúra

5.1. Az angol nyelvű cikkek lektorálása két szinten (anyanyelvi és szakmai bírálat) történik. Mint azt az *Általános szempontok*ban említettük, a közlemény beérkezésekor benyújtott anyanyelvi lektori igazolás biztosítja az *előzetes nyelvi ellenőrzést*, amit *szakmai bírálat* követ.

5.2. A szerzők javaslatot tehetnek a két szakmai lektor személyére. A javasolt lektorok tudományos minősítéssel rendelkező személyek legyenek. A javasolt lektorokat a Szerkesztőbizottság hagyja jóvá, illetve jelöl ki új lektorokat. A lektorok nevét az évi utolsó lapszámában a borító belső oldalán – a bírált cikk megjelölése nélkül - feltüntetjük.

5.3. A lektori véleményeket a szerzőknek a kézirattal együtt megküldjük. Kérjük a szerzőket, hogy dolgozatukat a bírálók javaslata alapján módosítva mielőbb küldjék vissza e-mail-ben (szalka.eva@sze.hu). Csak a végleges összeállítású, hibátlan dolgozatot tudjuk szerkeszteni.

A megjelent dolgozatokért a Szerkesztőbizottság tiszteletdíjat nem tud fizetni.

A kéziratokat a dolgozat megjelenéséig megőrizzük.

A Szerkesztőbizottság

Kiadásért felelős:

Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar dékánja

A szerkesztőség címe

H-9201 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

Tartalom

Makra N - Balázs E. - Ördög V.:	
Mikroalga törzsgyűjtemények jelentősége és regionális elhelyezkedése.....	4
Giczi Zs.- Kalocsai R. – Vona V. – Szakál T. – Teschner G.- Lakatos E.:	
Réz kezelések hatása őszi búza (<i>Triticum aestivum</i> l.) Hozamára és nyersfehérje tartalmára	23
Kulmány I. M. - Enzsöl E.- Vona V. - Kovács B.- Milics G:	
Hüvelyes növények (<i>Fabales</i>) szerepe a növénytermesztésben és az üvegházhatásúgáz-kibocsátás csökkentésében.....	33
Szántó Z.:	
Clearfiled és Clearfield Plus herbicid toleráns gyomirtási technológiák hatásának összehasonlítása napraforgóban	73
Boldis P. – Tempfli K. – Tóth T. – Németh-Torkos A. Sz:	
A szén-dioxid és az ammónia koncentráció évszakok szerinti alakulása egy nagyüzemi sertéstelep különböző istállóiban	94
Gombkötő N. – Teschner G. – Mezei K:	
A Közösség által támogatott mezőgazdaság előnyei és hátrányai	107
Szalka É. –Tamándl L. - Kovács Zs.t – Pupp Zs.:	
Hatékonyság vizsgálata a mezőgazdasági vállalkozásoknál	123
Tájékoztató és útmutató a szerzők részére	159