

Crop
Production



NÖVÉNYTERMELÉS

62. kötet | 4. szám | 2013. december

Alapítás éve: 1952

Főszerkesztő: Nagy János



Magyarországi fehérakác
(*Robinia pseudoacacia*)
fajták és klónok
genotipizálása SSR
módszerrel

Cirok (*Sorghum bicolor*) és
szudániitű (*Sorghum
sudanese*) fajták kalorimé-
teres vizsgálata

A kálium, bór és a stroncium
kezelés hatása a bab
(*Phaseolus vulgaris L.*)
elemfelvételére

Növénytermelés

CROP PRODUCTION

A Nemzeti Agrárszaktanácsadási, Képzési és Vidékfejlesztési Intézet kiadásában, a Vidékfejlesztési Minisztérium támogatásával megjelenő folyóirat a növénytermesztés, növénynevelés, növénygenetika, növényélettan, agrobotanika területén magyar és külföldi szerzők által írt, angol és orosz nyelvű összefoglalókkal ellátott tudományos közleményeket, vitacikkeket, szemlét, könyvismertetést közöl.

A folyóirat szakmai támogatója az MTA Agrártudományok Osztályának Talajtani, Vízgazdálkodási és Növénytermesztési Tudományos Bizottsága

Megjelenés egy kötet négy füzetben.

A Növénytermelést a SCOPUS és a Google Scholar indexeli.

Szerkesztőség:

DEBRECENI EGYETEM
Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.
4015 Debrecen, Pf. 36.
Telefon: (06 52) 508-310
Fax: (06 52) 508-460
E-mail: novenytermeles@agr.unideb.hu
szelesne@agr.unideb.hu

Megrendeléseiket az alábbi elérhetőségeinken várjuk:

NAKVI
Kiadói és Dokumentációs Osztály
1223 Budapest, Park u. 2.
Telefon: (06 1) 362-8100
Fax: (06 1) 362-8104
E-mail: info@agrarlapok.hu
www.agrarlapok.hu
www.nakvi.hu

A kiadásért felelős Dr. Mezőszentgyörgyi Dávid,
a Nemzeti Agrárszaktanácsadási, Képzési és Vidékfejlesztési Intézet főigazgatója.

ISSN 0546-8191
Növényterm 62 (2013) 4
Printed in Hungary

Növénytermelés

CROP PRODUCTION

62. kötet, 4. szám, 2013. december

Főszerkesztő/Editor-in-Chief:

JÁNOS NAGY

Szerkesztőbizottság/Editorial Board:

Z. BERZSENYI, M. BIRKÁS, L. BLASKÓ, CS. GYURICZA, K. INUBUSHI,
Z. IZSÁKI, M. JOLÁNKAI, T. KISMÁNYOKY, É. LEHOCZKY,
N. A. MAKARENKO, D. MEZŐSZENTGYÖRGYI, J. NAGY, P. PEPÓ, R. SCHMIDT

VIDÉKFEJLESZTÉSI MINISZTERIUM

A kiadásért felelős a Nemzeti Agrárszaktanácsadási, Képzési és Vidékfejlesztési Intézet főigazgatója

A nyomást és kötést az Agroinform Kiadó és Nyomda Kft. végezte

Felelős szerkesztő: Nagy János

Fedélterv: Dávid Ildikó

Fotót készítette: Dr. Tóth Csaba

Megjelent: 9 (A/5) iv terjedelemben

ISSN 0546-8191

TARTALOM

<i>Demku Tamás–Gyulai Gábor–Kiss Erzsébet–Veres Anikó</i> : Magyarországi fehérakác (<i>Robinia pseudoacacia</i>) fajták és klónok genotipizálása SSR módszerrel	7
<i>Jóvér János–Antal Károly–Blaskó Lajos–Éri László</i> : Cirok (<i>Sorghum bicolor</i>) és szudánifű (<i>Sorghum sudanese</i>) fajták kaloriméteres vizsgálata	21
<i>Kádár Imre</i> : A kálium, bór és a stroncium kezelés hatása a bab (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) elemfelvételére	37
<i>Karancsi Lajos Gábor</i> : A kukorica tápanyag- és vízhasznosításának vizsgálata két eltérő időjárású évben	53
<i>Nagy László Géza–Nagy László–Bodnár Karina–Makleit Péter–Lévai László–Veres Szilvia–Tóth Brigitta</i> : Biotrágyák hatása kukoricahibridek néhány növényfiziológiai paraméterére	67
<i>Novák Adrienn</i> : A vetésidő hatásának vizsgálata a napraforgóban eltérő vízellátottságú évekből	79
<i>Szabó András</i> : Időjárás extrémítások a napraforgótermesztésben I. – A kritikus agrotechnikai tényezők szerepe a betegség-fertőzöttség megelőzésében ...	95
KÖNYVISMERTETÉS	
<i>Németh Tamás</i> : Kádár Imre – A gyepek műtrágyázásáról	119
<i>Pepó Péter</i> : Berzsenyi Zoltán – NÖVÉNYTERMESZTÉS – Környezeti, növekedési és termésreakciók	123
KÖSZÖNTÉS	
<i>Németh Tamás</i> : Kádár Imre 70 éves	125

CONTENTS

<i>T. Demku–G. Gyulai–E. Kiss–A. Veres</i> : Genotipisation of black locust (<i>Robinia pseudoacacia</i>) varieties and clones grown in Hungary with ssr methods	7
<i>J. Jóvér–K. Antal–L. Blaskó–L. Éri</i> : Calorimetric analysis of sorghum (<i>Sorghum bicolor</i>) and Sudan grass (<i>Sorghum sudanese</i>) varieties	21

<i>I. Kádár</i> : The impact of potassium, boron and strontium treatment on the element uptake of bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	37
<i>L. G. Karancsi</i> : Examination of the nutrient and water utilisation of maize in two years with different weather	53
<i>G. L. Nagy–L. Nagy–K. Bodnár–P. Makleit–L. Lévai–Sz. Veres–B. Tóth</i> : Effect of biofertilisers on certain physiological parameters of maize hybrids	67
<i>A. Novák</i> : Examination of the effect of sowing date on sunflower in years with various water supply	79
<i>A. Szabó</i> : Weather extremities in sunflower production I. – The role of critical agrotechnical factors in preventing disease infection	95
BOOK REVIEWS	
<i>T. Németh</i> : Imre Kádár – Fertilisation of grasslands	119
<i>P. Pepó</i> : Zoltán Berzsényi – CROP PRODUCTION – Environmental, growth and yield reactions	123
ANNIVERSARY	
<i>T. Németh</i> : Imre Kádár is 70 years old	125

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Т. Демку–Г. Дьюлаи–Э. Кишиш–А. Вереш</i> : Генотипизация методом SSR сортов и клонов венгерской Белой акации (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	7
<i>Я. Ёвер–К. Антал–Л. Блашко–Л. Ери</i> : Калориметрическое исследование сортов сорго (<i>Sorghum bicolor</i>) и суданской травы (<i>Sorghum sudanese</i>)	21
<i>И. Кадар</i> : Влияние внесения калия, бора и стронция на приём элементов фазолью (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	37
<i>Л. Г. Каранчи</i> : Исследование использования питательного вещества и воды кукурузой в два различных по погоде года	53
<i>Л. Г. Надь–Л. Надь–К. Боднар–П. Маклейт–Л. Леваи–С. Вереш–Б. Том</i> : Влияние биоудобрений на некоторые физиологические параметры растений гибридов кукурузы	67
<i>А. Новак</i> : Исследование влияния срока посева в подсолнечнике в различные по водообеспеченности годы	79

<i>A. Сабо</i> : Погодные экстремальности в выращивании подсолнечника I. – Роль критических агротехнических факторов в предупреждении зараженности болезнями	95
РЕЦЕНЗИЯ КНИГИ	
<i>T. Немет</i> : Кадар Имре – О искусственном удобрении газонов	119
<i>П. Пено</i> : Бержени Золтан – РАСТЕНИЕВОДСТВО – Реакции на окружающую среду, на рост и на урожай	123
ГОДОВЩИНА	
<i>T. Немет</i> : Кадару Имре 70 лет	125

Magyarországi fehérakác (*Robinia pseudoacacia*) fajták és klónok genotipizálása SSR módszerrel

DEMKU TAMÁS-GYULAI GÁBOR-KISS ERZSÉBET-VERES ANIKÓ
Szent István Egyetem, Genetika és Biotechnológiai Intézet, Gödöllő

Összefoglalás

A vizsgálatok során 12 SSR (Simple Sequence Repeat) *Robinia pseudoacacia* specifikus primerrel (RP032, RP102, RP106, RP109, RP150, RP165, RP200, RP206, RP01B, Rops15, Rops16, Rops18) végeztünk vizsgálatokat 11 hazai fehérakác (*Robinia pseudoacacia*) fajtákban/klónokban.

Kiszámítottuk az SSR primerek heterozigotizációs értékét, megállapítottuk a lokuszonkénti allélméret-tartományt, allélszámot és összehasonlítottuk a kapott eredményeket az irodalomban leírtakkal.

Az eredményekből adatbázist hoztunk létre, amely szabadon hozzáférhető lesz a Szent István Egyetem Genetika és Biotechnológiai Intézet honlapján (<http://mkk.szie.hu/dep/genetika/>).

A vizsgálati eredmények alapján az alkalmazott SSR primerek közül a következő hatot javasoljuk a hazai *Robinia pseudoacacia* változatok genomi szinten történő elkülönítésére: RP200, Rops16, Rops15, RP02, Rops18, RP01B.

Kulcsszavak: SSR, akác, *Robinia pseudoacacia*, genotipizálás, DNS ujjlenyomat

Genotipisation of black locust (*Robinia pseudoacacia*) varieties and clones grown in Hungary with SSR methods

T. DEMKU–G. GYULAI–E. KISS–A. VERES

Szent István University, Genetic and Biotechnology Institute, Gödöllő

Summary

We studied 11 *Robinia pseudoacacia* varieties grown in Hungary, at 12 SSR (Simple Sequence Repeat) loci (RP032, RP102, RP106, RP109, RP150, RP165, RP200, RP206, RP01B, Rops15, Rops16, Rops18).

From the results, we calculated the average heterozygosity, the range and the number of amplified alleles for each studied locus. The results were compared with the results of scientific literature.

We developed a database from the results, which will be freely accessible on the website of the Institute of Genetics and Bioetchnology at Szent István University (<http://mkk.szie.hu/dep/genetika/>).

Based on the results, the following SSR primers can be appropriate tools for distinguishing different *Robinia pseudoacacia* varieties at the genomic level: RP200, Rops16, Rops15, RP02, Rops18, RP01B.

Key words: SSR, robinia, *Robinia pseudoacacia*, genotypisation, DNS fingerprint

Генотипизация методом SSR сортов и клонов венгерской Белой акации (*Robinia pseudoacacia*)

Т. ДЕМКУ–Г. ДЬЮЛАЙ–Э. КИШШИ–А. ВЕРЕШИ

Университет им. Святого Иштвана, Институт Генетики и Биотехнологии, Гёдёллő

Резюме

В ходе исследований 12 SSR (Simple Sequence Repeat) *Robinia pseudoacacia* специфично первичными (RP032, RP102, RP106, RP109, RP150, RP165, RP200, RP206,

RP01B, Rops15, Rops16, Rops18) проводили исследования в 11 сортах/клонах венгерской белой акации (*Robinia pseudoacacia*).

Высчитали величины гетерозиготности SSR первичных растений, установили по локусам размеры аллелей, число аллелей и сравнили полученные результаты со встречающимися в литературе.

По результатам создали базу данных, которая свободно доступна на сайте Института Генетики и Биотехнологии Университета им. Св.Иштвана (<http://mkk.szie.hu/dep/genetika/>).

На основании результатов исследования из использованных первичных SSR следующие 6 предлагаем для выделения изменений на геномном уровне венгерского *Robinia pseudoacacia* : RP200, Rops16, Rops15, RP02, Rops18, RP01B.

Ключевые слова: SSR, акация, *Robinia pseudoacacia*, генотипизация, отпечаток пальца DNS

Bevezetés

A fehérakác (*Robinia pseudoacacia*) a Földön a Bak- és Ráktérítő között világszerte elterjedt és széles körben hasznosított fás szárú növény. Észak-Amerikában, az Appalache-hegységben őshonos, származási területe keleti és nyugati régióra osztható (*Stephens 1973*).

Magyarországon, sokoldalú felhasználhatóságnak köszönhetően, gyorsan terjedt el nagy területen. 1885-ben 37 000 ha, 1911-ben 109 000 ha és 1938-ban 186 000 ha területet borított. Európában, 1960-ban Magyarországon volt a legnagyobb elterjedési területe a fajnak, mely 2009-re már elérte a 415 000 ha-t (*Rédei et al. 2011*), 2012-ben pedig meghaladta a 464 000 ha-t, ami az erdővel borított területeink 24,1%-a.

Rendszertanilag a *Robinia pseudoacacia* a kétszikűek osztályába tartozik, azon belül a pillangósvirágúak (*Fabaceae*) családjába. A családon belül a bükkönyformák (*Faboideae*) alcsaládban, az akác (*Robinia*) nemzetségben foglal helyet.

Őshazájában gyorsnövésű, rövid, megközelítőleg 90 évig élő fafajként tartják számon (*Farrar 1995*), azonban Európában több feljegyzett esetben (Párizs, Doorwerth, Bábolna) koruk meghaladja akár a 200 évet is. Magyarországon a jelenleg élő legidősebb példányt 1710-ben ültették. A több mint

300 éves fa a Bábolnai Nemzeti Ménesbirtok udvarán található (*Gyulai et al.* 2011, *Demku et al.* 2013).

Az akác szinte minden részét hasznosítja az ipar. Fontos megújuló bevételi forrás a gyógyhatású akácméz, mely kiváló minőségű és az egész világon közkedvelt. Fája a kiemelkedő fűtőértéke, ellenállósága és metszeti mintázata miatt keresett termék. Energetikai célú ültetvények létrehozására is kiválóan alkalmas fafaj. Az állományszerűen nevelt akácosok átlagos vágásérettségi kora 30–32 év. Virága gyógyhatású, de a termése csak hőkezelés után fogyasztható. Gyökere gyakran szolgál a kézművesek kedvelt alapanyagául (*Borovics et al.* 2010, *Demku et al.* 2013).

Az évek során az akácnemesítők célja a különböző morfológiai tulajdonságok javítása volt (*Keresztesi* 1982, 1984). Ilyen célok voltak a nagy és gyors növekedési erély, a törzsvastagság és magasság, a szárazságtűrés, a virágzási idő és mézelőképesség megváltoztatása. Az alkalmazott nemesítési módszerek a klónszelekció és a keresztezés voltak, de az 1960-as évektől kezdődően a klónszelekció vált meghatározóvá.

A nemesítés folyamatában fontos, hogy pontosan ismert legyen a felhasznált fafajok eredete, genotípusa.

A vegetatív úton szaporított növények DNS ujjlenyomatának elkészítéséhez elterjedten alkalmazott módszer az SSR (Simple Sequence Repeat) analízis. Az SSR markerek, nagyfokú polimorfizmusuk miatt, lehetőséget biztosítanak a fajták genotipizálására (*Galli et al.* 2005, *Halász et al.* 2005). Az SSR módszert, erdészeti fajok (fűz, tölgy, nyár, stb.) esetében is eredményesen alkalmazták (*Mátyás* 2000, *Cottrell et al.* 2004, *Bittsánszky et al.* 2006, 2007, *Cseke et al.* 2011, *Cseke és Borovics* 2011).

Vizsgálataink célja egy magyarországi akác mikroszatellit (SSR) adatbank létrehozása volt.

Anyag és módszer

A begyűjtött 11 *Robinia pseudoacacia* változat leveleiből DNS-t izoláltunk Qiagen - Plant DNeasy® mini kit (Biomarker Kft., Gödöllő) felhasználásával. Változatonként, illetve fajtánként több egyedet is kiválasztottunk (*1. táblázat*).

A DNS koncentrációját NANODROP spektrofotométerrel mértük és egyseges értéktartományba hígítottuk a mintákat. A PCR fragmentumok felszaporításához 12–15 ng/μl-es koncentrációjú DNS-t használtunk.

1. táblázat. A vizsgált *Robinia pseudoacacia* változatok és származási helyeik

Akácfajták és klónok (1)	A minták eredete – származása (2)
'Appalachia'	Gödöllői Arborétum (3) – államilag elismert (4)
'Bábolna'	Bábolna (5) – Magyarország legidősebb akácfa (6)
'Bábolna' (<i>in vitro</i>)	In vitro mikroszaporítás útján előállított egyedek (Demku et al. 2013) (7)
'Császártöltési'	Gödöllői Arborétum (3)
'Kiskunsági'	Gödöllői Arborétum (3) – államilag elismert (4)
'Nyírségi'	Gödöllői Arborétum (3) – államilag elismert (4)
'Rectissima'	Gödöllői Arborétum (3)
'Rectissima' (1930 USA)	Gödöllői Arborétum (3)
'Rózsaszín viragú Gödöllői Patkó'	Gödöllői Arborétum (3)
'Szajki'	Gödöllői Arborétum (3)
'Unifolia'	Gödöllői Arborétum (3)

Table 1. List and locations of the studied *Robinia pseudoacacia* varieties. (1) Robinia varieties and clones, (2) Sample origin, (3) Gödöllő arboretum, (4) State acknowledged, (5) Bábolna, (6) The oldest robinia variety in Hungary, (7) Production by means of in vitro micropropagation (Demku et al. 2013).

A vizsgálatokhoz Chunlan et al. (2004) és Mishima et al. (2009) alapján 12 *Robinia pseudoacacia* fajra specifikus SSR primert alkalmaztunk (2. táblázat).

A PCR termékeket Bio-Rad iCycler™ Thermal Cycler (USA) készüléssel (1. ábra) szaporítottuk fel. A reakció során a következő protokollt használtuk: 2 perc 95 °C, majd 10 cikluson keresztül 10 mp 95 °C, 30 mp 65 °C ciklusonként 1 °C csökkenéssel, 1 perc 72 °C, 34 cikluson keresztül: 10 mp 95 °C, 30 mp 56 °C, 1 perc 72 °C, végül 5 perc 72 °C.

A PCR-hez 10 ml végtérfogatú terméket alkalmaztunk, amely: 1 µl DNS templátot, 1,2 mM dNTP-t, 1 µl 10X-es puffert (West Team Biotech), 0,5 Unit Taq polimerázt (West Team Biotech), 2 µl (10 µM) forward primert, 2 µl (10 µM) reverz primert, 1 µl (10 µM) M13 CY5 jelölt primert (Vallunen, 2006) és 3,7 µl steril vizet tartalmazott.

Az SSR primerpárokkal történő PCR felszaporítást követően a DNS fragmentumokat nagyfelbontású, vertikális poliakrilamid gélen, ALF express II (Automated Laser-Fluorometer) DNS analizátor (2. ábra) felhasználásával

választottuk szét. Az állélméretek meghatározásához fluoreszcens jelölés szükséges, esetünkben vörös színű festéket, a C_γ5 (5-N,N'-dietiltetrametil-indodi-karbocianin)-t alkalmaztunk. A detektált fragmentumokat az ALFwin Fragment Analyzer 1.03 szoftverrel elemeztük.

2. táblázat. A felhasznált SSR primerek
(Chunlan et al. 2004, Mishima et al. 2009)

Primer (1)	Allélméret (bp) (2)	Szekvencia (3)
RP032	109-135	F: GCATATTGCATATGCGCTTGTG R: TCCCTGAAGCTCATAACTGTCATGTG
RP102	205-211	F: CCAAATCTCAAAATGTGCTAAGTAGC R: ACTTGGGCTATGGTATTGCA
RP106	143-154	F: AAAGTGAATTATATCCCTTTACGGC R: GCATATATCCACCAGATAACCCG
RP109	136-160	F: GAGGAATCACAAAACCGTTTGG R: TGGGATTTGAGAGAGTGGTGGTG
RP150	199-217	F: TCGTTGGATCAACATGCATGG R: ACAGAACCCTAACCCCTAGCA
RP165	146-159	F: TTAGATGTTGCAAGTGCTGAGG R: ACAATGCCTCAATGCAGC
RP200	160-198	F: GGTTTCTTTGTTTACCTGCTCTGG R: ACCTACGTGTCCACGGCTCT
RP206	222-246	F: GCCAAATCCCATTAGATCACAGTTGA R: AGAAGTTAGACTTACGTGCTGC
RP01B	172-192	F: ACCAATTAGGTAACGTCAGC R: TGTTCACTGACAAAGCTG
Rops15	112-254	F: GCCCATTTTCAAGAATCCATATATTGG R: TCATCCTTGTTTTGGACAATC
Rops16	195-223	F: AACCCCTAAAAGCCTCGTTATC R: TGGCATTTTTTGGGAAGACACC
Rops18	135-219	F: AGATAAGATCAAGTGCAAGAGTGTAAG R: TAATCCTCGAGGGAACAATAC

Table 2. List of the applied SSR primers (Chunlan et al. 2004, Mishima et al. 2009). (1) Locus, (2) Allele size (bp), (3) Sequence.

1. ábra. *Bio-Rad iCycler™ Thermal Cycler*



Figure 1. Bio-Rad iCycler™ Thermal Cycler

2. ábra. *Az ALF express II analizátor*



Figure 2. The ALF express II analyzer

A primerek megkülönböztető képességének megállapítására használt heterozigotitási értéket a $He=1-\sum p^2$ képlettel számoltuk ki, ahol a „p” az egyedi allélok gyakorisága volt.

Eredmények

A *Robinia pseudoacacia* változatok SSR mintázatának ALF express II készülékkel történő ismételt vizsgálatainak egy részletét a 3. ábra szemlélteti. A meghatározott allélméretekből adatbázist hoztunk létre (3. táblázat), amely szabadon hozzáférhető lesz a Gödöllői Szent István Egyetem, Genetika és Biotechnológiai Intézet honlapján (<http://mkk.szie.hu/dep/genetika/>).

3. ábra. Az ALF express II analízátorral kapott SSR allél mintázat a Rops 15 lókuszban (standardok: 70 bp és 300 bp)

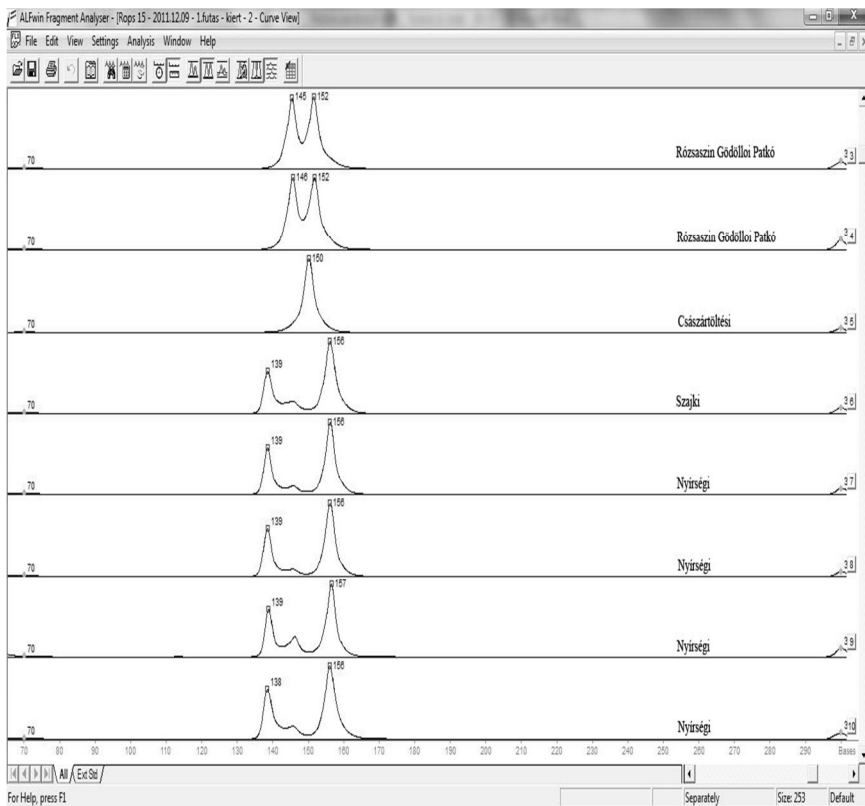


Figure 3. SSR allele pattern in the Rops 15 locus obtained with ALF express II analyzer (standards 70 bp and 300 bp)

3. táblázat. A kísérletbe bevont akác fajták és klónok SSR allélméretei

<i>Robinia</i> fajták és klónok	RP 032	RP 102	RP 106	RP 109	RP 150	RP 165
	SSR lokuszok (3)					
(1)						
'Appalachia'	100:100	191:191	135:135	141:141	185:185	141:141
'Bábolna' (<i>in vitro</i>)	96:100:104	191:191	127:127	135:147	185:195	141:145
'Bábolna' (Magyarország legidősebb egyede)	96:100:104	191:191	127:127	135:147	185:195	141:145
'Császártöltési'	102:114	191:191	135:135	129:147	185:195	139:143
'Kiskunsági'	98:98	191:191	135:135	141:141	185:185	141:145
'Nyírségi'	100:100	191:191	137:137	139:147	185:195	141:141
'Rectissima'	96:104	191:191	135:135	141:147	181:187	143:143
'Rectissima' (1930 USA)	96:104	191:191	135:135	143:147	187:195	143:143
'Rózsaszín virágú Gödöllői Patkó'	94:96	193:193	135:135	141:147	177:199	143:143
'Szajki'	100:100	191:191	135:135	139:147	185:195	141:141
'Unifolia'	98:102	193:193	127:137	129:135	193:199	141:145
(2)						
<i>Robinia</i> változatok						
	RP 200	RP 206	RP 01B	Rops 15	Rops 16	Rops 18
SSR lokuszok (3)						
'Appalachia'	149:149	217:217	156:168	142:142	198:208	138:138
'Bábolna' (<i>in vitro</i>)	145:151	213:227	170:170	128:128	206:206	142:212
'Bábolna' (Magyarország legidősebb egyede)	145:151	213:227	170:170	128:128	206:206	142:212
'Császártöltési'	147:151	209:213	166:174	132:132	204:210	146:212
'Kiskunsági'	147:173	223:223	168:172	128:128	216:216	146:210
'Nyírségi'	165:169	213:213	156:156	120:138	208:216	142:142
'Rectissima'	147:171	209:223	156:168	124:128	198:204	138:142
'Rectissima' (1930 USA)	147:173	209:209	156:156	124:196	204:208	144:212
'Rózsaszín virágú Gödöllői Patkó'	155:171	209:213	168:176	128:134	200:208	212:220
'Szajki'	165:169	213:213	156:156	120:138	208:216	142:142
'Unifolia'	149:149	209:209	166:176	142:174	200:210	146:146

Table 3. The amplified SSR alleles of the *Robinia pseudoacacia* varieties. (1) *Robinia* varieties and clones, (2) *Robinia* variants, (3) SSR loci.

A 12 primerrel összesen 62 egyedi fragmentumot amplifikáltunk, markerként átlagosan 6,08-ot. A legkevesebb egyedi fragmentumot az RP102-es markernél találtunk, ahol csak 2 allélt sikerült amplifikálnunk. A legnagyobb polimorfizmust az RP200 és Rops15 lókuszokban kaptuk (9 allél). A többi SSR markernél az egyedi allélméreték száma: RP106: 3, RP165: 4, RP206: 5, RP109: 6, míg a fennmaradó 5 esetben: 7 (4. táblázat).

4. táblázat. Az SSR allélméreték határértékei az egyedi allélok száma, valamint a lókuszok heterozigotizációs értéke

Primer (1)	Allélméret (irodalmi) (bp) (2)	Allélméret (megfigyelt) (bp) (3)	Felszaporított egyedi allélok száma (4)	He (irodalmi) (5)	He (megfigyelt) (6)
RP032 ¹	109-135	94-114	7	0,835	0,792
RP102 ¹	205-211	191-193	2	0,489	0,298
RP106 ¹	143-154	127-137	3	0,750	0,525
RP109 ¹	136-160	129-147	6	0,797	0,756
RP150 ¹	199-217	177-199	7	0,777	0,736
RP165 ¹	146-159	139-145	4	0,692	0,657
RP200 ¹	160-198	145-173	9	0,867	0,872
RP206 ¹	222-246	209-227	5	0,673	0,731
RP01B ¹	172-192	156-176	7	0,753	0,781
Rops15 ²	112-254	120-196	9	0,910	0,810
Rops16 ²	195-223	198-216	7	0,910	0,839
Rops18 ²	135-219	138-220	7	0,845	0,789

Megjegyzés: ¹ - *Mishima et al.* (2009), ² - *Chunlan et al.* (2004)

Table 4. The size range and the numbers of amplified SSR alleles and the heterozygosity average of the locusts. (1) Locus, (2) Allele size (scientific literature) (bp), (3) Allele size (observed) (bp), (4) Number of propagated individual alleles, (5) He (scientific literature), (6) He (observed), Note: ¹ - *Mishima et al.* (2009), ² - *Chunlan et al.* (2004).

Az eredmények alapján megállapítottuk, hogy a Rops15, Rops16, Rops18 primerek esetében a felszaporított allélok mérettartományai megegyeznek a *Chunlan et al.* (2004) által leírt értékekkel. Az RP032, RP102, RP106, RP109, RP150, RP165, RP200, RP206, RP01B primerekkel azonban kisebb allélméreteket is kaptunk, mint a *Mishima et al.* (2009) által leírtak (4. táblázat).

A 12 SSR markernél számított átlagos heterozigotizációs arány $He=0,72$. A legkisebb értéket a RP102-es primerrel figyeltük meg ($He=0,298$), míg a legnagyobb a RP200 primernél ez az érték $He=0,872$ volt (4. táblázat). Az RP102, SSR primer az alacsony heterozigotizációs értéke (0,5-nél kisebb) miatt nem alkalmas az általunk vizsgált magyarországi *Robinia pseudoacacia* változatok genotípus alapú megkülönböztetésére. A fajták és változatok elkülönítésére egyes fajokban már 6 primer is elegendő (Galli et al. 2005, Halász et al. 2005). Az általunk vizsgált magyarországi akácok és primerek esetében, a kapott eredményeink alapján, a 6 legmagasabb heterozigotizációs értékkel rendelkező RP200, Rops16, Rops15, RP02, Rops18, RP01B SSR primereket ajánljuk a magyarországi fajták és változatok DNS ujlenyomatának elkészítéséhez.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP-4.2.2.B-10/1 „A tehetséggondozás és kutatóképzés komplex rendszerének fejlesztése a Szent István Egyetemen” c. pályázat és a SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar kiválósági támogatásának (Kutató Kari Kiválósági Támogatás – Research Centre of Excellence-17586-4/2013/TUDPOL) felhasználásával valósult meg.

IRODALOM

- Bittsánszky, A. – Gyulai, G. – Humphreys, M. – Gullner, G. – Csintalan, Z. – Kiss, J. – Szabó, Z. – Lágler, R. – Tóth, Z. – Rennerberg, H. – Heszky, L. – Kőmíves, T.: 2006. RT-PCR analysis and stress response capacity of transgenic gshI-Poplar clones (*Populus × canescens*) in response to paraquat exposure. *Z. Naturforschung*. 61: 699–703.
- Bittsánszky A. – Gyulai G. – Kiss J. – Gullner G. – Heszky L. – Kőmíves T.: 2007. Feketenyár (*Populus nigra*) gametoklonok mikroszatellita változatossága; (ttctgg) 5 deléció a WPMS-20 lokuszon. *Agrártudományi Közlemények*. 60–67.
- Borovics A. – Benke A. – Kámpel J. – Takács R.: 2010. Energetikai faültetvények: a legjobb gyakorlatok Magyarországon. Fenntartható Energiagazdálkodás I. Települési Energiaellátás új rendszerei. Konferencia kiadvány. Gyöngyös. 47–55.
- Cseke K. – Borovics A.: 2011. Fűz fajták azonosítása mikroszatellit markerekkel. Zöldenergia Termelés és Hasznosítás Rendszere Tudományos Konferencia. Konferencia kiadvány. Gyöngyös. 35–42.

- Chunlan, L.–Oishi, R.–Miyashita, N.–Hogetsu, T.: 2004. High somatic instability of a microsatellite locus in a clonal tree, *Robinia pseudoacacia*. *Theor. Appl. Genet.* 108: 836–841.
- Cottrell, J. E.–Tabbener, H. E.–Milner, A.–Connolly, T.–Sing, L.–Lefèvre, F.–Achard, P.–Bordács, S.–Gebhardt, K.–Vornam, B.–Smulders, R.–Vanden Broeck, A. H.–Storme, V.–Boerjan, W.–Castiglione, S.–Fossati, T.–Alba, N.–Agúndez, D.–Fluch, S.–Krystufek, V.–Burg, K.–Bovenschen, J.–van Dam, B.: 2004. Chloroplast DNA haplotypes of 637 trees of *Populus nigra* L. held in ex situ conservation genebanks in seven European countries and their possible postglacial migration routes. *Forest Ecology and Management*.
- Cseke K.–Benke A.–Borovics A.: 2011. Nyár genotípusok azonosítása DNS ujjlenyomatuk alapján. *Erdészettudományi Közlemények*. 1: 107–114.
- Demku T.–Gyulai G.–Láposi R.–Veres A.: 2013. Magyarország legidősebb fehér akác egyedének in vitro klónozása. *Erdészeti Lapok*. 148. 1: 6–8.
- Farrar, J. L.: 1995. *Trees of the northern United States and Canada*. Ames. IA. Blackwell Publishing. 502.
- Galli, Zs.–Halász, G.–Kiss, E.–Heszky, L.–Dobránszki, J.: 2005. Molecular identification of commercial apple cultivars with microsatellite markers. *Hort. Science*. 40. 7: 1974–1977.
- Gyulai, G.–Láposi, R.–Rennenberg, H.–Veres, A.–Herschbach, C.–Fábián, Gy.–Waters, L. Jr.: 2011. Conservation genetics (1710–2010) – Cloning of living fossils: Micropropagation of the oldest Hungarian black locust tree (*Robinia pseudoacacia*) planted in 1710 (Bábolna, Hungary). *Plant Archaeogenetics*. 10: 117–127.
- Halász, G.–Veres, A.–Kozma, P.–Kiss, E.–Balogh, A.–Galli, Zs.–Szőke, A.–Hoffmann, S.–Heszky, L.: 2005. Microsatellite fingerprinting of grapevine (*Vitis vinifera* L.) varieties of the Carpathian Basin. *Vitis*. 44: 173–180.
- Keresztesi B.: 1982. Az akác fajtaválaszték bővítése. *Erdészeti Tudományos Intézet*. Budapest.
- Keresztesi B.: 1984. Az akác termesztése és hasznosítása. *Mezőgazdasági Kiadó*. Budapest.
- Mátyás Cs.: 2000. Erdészeti génmegőrzési program: feladatok és megvalósítás. *Mag. Kutatás Termesztés Kereskedelem*. 14: 15–18.
- Mishima, K.–Hirao, T.–Urano, S.–Watanabe, A.–Takata, K.: 2009. Isolation and characterization of microsatellite markers from *Robinia pseudoacacia* L. *Mol. Ecology Resources*. 9. 3: 850–852.
- Rédei, K.–Csiha, I.–Keseru, Zs.–Kamandiné Végh, Á.–Győri, J.: 2011. The Silviculture of Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in Hungary: a Review. SEEFOR.
- Stephens, H. A.: 1973. Woody plants of the North Central Plains. [In: Lawrence, K. S. (ed.) *The University Press of Kansas*.] 530.
- Vallunen, J. A.: 2006. *Protocols for Working with M13-Tailed Primers* (v. 2.3.1).

A szerzők levelezési címe - Adress of the authors:

Demku Tamás-Dr. Gyulai Gábor-Dr. Kiss Erzsébet-Dr. Veres Anikó
Szent István Egyetem
Genetika és Biotechnológiai Intézet
Gödöllő
Páter Károly u.1.
H-2100

Cirok (*Sorghum bicolor*) és szudánifű (*Sorghum sudanese*) fajták kaloriméteres vizsgálata

¹JÓVÉR JÁNOS-¹ANTAL KÁROLY-²BLASKÓ LAJOS-¹ÉRI LÁSZLÓ
Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma

¹Kutatóintézetek és Tangazdaság, Karcagi Kutató Intézet, Karcag

²Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet, Debrecen

Összefoglalás

Magyarország a megújuló energiák vonatkozásában igen komoly bioenergia potenciállal rendelkezik. A biomassza energetikai célú hasznosításának témakörében világszerte sok kísérlet folyik, amelyek alapján egy lehetséges alternatíva lehet a cirokfélék energetikai célú felhasználása. E növények igen változatos morfológiai formákkal és jó környezeti stressztűrő-képességgel jellemezhetőek, ami kifejezetten hangsúlyos az aszálytűrés tekintetében. Előnyös tulajdonságai miatt a cirokféléket előszeretettel termesztik biogáz- és bioetanol-előállítás céljára, de biomassza-tüzelési célú hasznosítása is perspektivikus lehet. Munkánk során 6 silócirok hibridet, 1 szabadelvirágzású silócirok fajtát, valamint 2 szudánifű fajtát vizsgáltunk meg abból a szempontból, hogy alkalmasak lehetnek-e a biomassza alapú energiatermelésre, továbbá arra kerestük a választ, hogy a vizsgálati szempontból lehet-e szignifikáns különbség a fajták, továbbá a különböző növényi részek és a bioetanol-előállítás alapanyag-előkészítése során visszamaradó préseleési maradék között. A méréseket IKA C2000 Basic típusú adiabatikus kaloriméterrel végeztük, amelynek során 15 699 J/g és 17 900 J/g közötti értékeket mértünk. Vizsgálataink eredményeként azt kaptuk, hogy a fajtamegválasztás kevésbé, míg a felhasznált növényi rész akár jelentősen is meghatározhatja a biomassza-tüzelés hatékonyságát.

Kulcsszavak: cirok, bioenergia, kaloriméter, égéshő

Calorimetric analysis of sorghum (*Sorghum bicolor*) and Sudan grass (*Sorghum sudanese*) varieties

¹J. JÓVÉR–¹K. ANTAL–²L. BLASKÓ–¹L. ÉRI

University of Debrecen, Centre for Agricultural and Applied Economic Sciences

¹Research Institutes and Study Farm, Karcag Research Institute, Karcag

²Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management,
Institute of Water and Environmental Management, Debrecen

Summary

Hungary has a significant bioenergy potential in the field of renewable energies. Numerous experiments are being carried out worldwide in the area of the bioenergetic utilisation of biomass. Based on these experiments, the energetic utilisation of sorghum species could be a possible alternative. These crops have rather diverse morphological forms and good environmental stress resistance characteristics which is of chief importance from the aspect of drought resistance. Considering the advantageous characteristics of sorghum species, they are preferable in biogas and bioethanol production, although their production for biomass-based heating could also have perspective. Six silo sorghum hybrids, one open pollinated variety and two Sudan grass varieties were examined from the aspect of whether they are suitable for biomass-based energy production. It was a further objective to get to know whether there could be significant differences between the various vegetable parts and the extrusion residues from the feedstock preparation of bioethanol production. The measurements were performed using an IKA C2000 Basic adiabatic calorimeter, obtaining values between 15 699 J g⁻¹ and 17 900 J g⁻¹. As a result of these examinations, it was concluded that the selection of the proper variety has less influence on the efficiency of biomass combustion, while the given vegetable part is of great significance from this aspect.

Key words: sorghum, bioenergy, calorimeter, combustion heat

Калориметрическое исследование сортов сорго (*Sorghum bicolor*) и суданской травы (*Sorghum sudanese*)

¹Я. ЁВЕР–¹К. АНТАЛ–²Л. БЛАШКО–¹Л. ЕРИ

Дебреценский Университет, Центр Аграрных и Прикладных Экономических Наук

¹Исследовательские Институты и Учёбное хозяйство,

Исследовательский Институт, Карцаг

²Факультет Сельского Хозяйства, Пищевой и Экохозяйства,

Институт Водо- и Экохозяйства, Дебрецен

Резюме

Венгрия располагает довольно серьёзным потенциалом биоэнергии в плане возобновляемой энергии. В теме использования биомассы в энергетических целях во всём мире проводится много опытов, на основании которых одной возможной альтернативой может быть использование сортов сорго в энергетических целях. Эти растения характеризуются различными морфологическими формами и хорошей стрессоустойчивостью к окружающей среде, что особенно важно в отношении засухостойкости. Учитывая их благоприятные свойства, сорта сорго охотно выращивают для производства биогаза и биоэтанола, а также может быть перспективным и его использование в целях отопления биомассой. В ходе нашей работы мы исследовали 6 гибридов силосного сорго, 1 сорт сорго свободного цветения, а также 2 сорта суданской травы с точки зрения их пригодности для производства энергии на основе биомассы, а также искали ответ на вопрос с точки зрения исследования- может ли быть значительная разница между сортами, а также между различными частями растения и оставшимися прессованными остатками в ходе подготовки сырья для производства биоэтанола. Измерения проводили адиабатическим калориметром типа IKA C2000 Basic, в ходе которых измерили величины в рамках 15 699 J/g и 17 900 J/g. Результатом наших исследований получили, что выбор сорта в меньшей степени, а использованная часть растения может в большей степени значительно определить отопительную эффективность биомассы.

Ключевые слова: сорго, биоэнергия, калориметр, температура горения

Bevezetés

A globális környezeti problémák előtérbe kerülésével, egyre hangsúlyozottabbá válik a megváltozott körülményekhez való alkalmazkodás kérdése, mind a mezőgazdaság, mind pedig az energiaellátás oldaláról. A megváltozott körülményekhez való alkalmazkodás jegyében a 2009/28/EK Irányelv 2020-ra a megújuló energiák részarányának 20%-ra való növelését irányozza elő a közösségi energiafogyasztásban.

E cél elérésében meghatározott szerepet tölthet be a biomassza energia, amelynek egyik kiváló növénye lehet a cirok. A cirokfélék a talajjal szemben igénytelenek, a futóhomok és az erősen szikes, kötött, hideg talajokon kívül minden talajtípuson sikerrel termesztethetők (*Surányi 1954, Bajai 1957*). Kiemelkedő szárazságtűrés jellemzi, azonos körülmények között a cirok levelei sokkal kevesebb vizet veszítenek, mint a kukoricáé, sőt az aszályos időszakok után – aminek során fejlődése ideiglenesen megáll – a csapadék megérkezésével újra fejlődésnek indul (*Antal 2005*). A cirokfélék morfológiája igen nagy variabilitást mutat, némely szupertörpe vonal magassága alig haladja meg az 50 cm-t, míg egyes fajták magassága az 5 m-t is elérheti (*Barabás és Bányai 1985*). A silócirok az egyik legnagyobb hozamú szántóföldi növényünk egyike, amely 80–120 t/ha zöldtermés és 20–30 t/ha szárazanyag-termés hozamokkal jellemezhető (*Grábner 1942, Józsa 1976, Barabás és Faragó 1980, Szabó 1983, Gyuricza 2008*).

Kedvező tulajdonságait, valamint magas hozamait alapul véve, a cirokfélék biogáz és bioetanol célú hasznosításának kutatásaiból számos hazai (*Fogarassy 2001, Bai 2004, Kalmár és Nagy 2007, Kovács et al. 2011*) és külföldi (*Zhao et al. 2009, Ratnavathi et al. 2010, Daliva-Gomez et al. 2011*) tanulmány készült, de magas lignocellulóz-tartalma révén a biomassza-tüzelési célú hasznosításban is perspektivikus lehet (*Carillo et al. 2014*).

A silócirok biomassza-energia célú hasznosítását vizsgálva *Carrillo et al. (2014)* 17 840 J/g égéshő értéket mért, míg *Rennie és Tubeilech (2011)* a cirok égéshőjét 18 900 J/g-ra becsüli. *Türe et al. (1997)* kilenc silócirok fajtát vizsgálva 16 272 J/g és 17 210 J/g közötti égéshő értékeket kapott, *Jenkins és Ebeling (1985)* pedig 17 390 J/g égéshő értékről számoltak be a szudánifüvet illetően.

A bioetanol célú cukorcirok hasznosítása esetén, az alapanyag előkészítésének melléktermékeként jelentős mennyiségű növényi massa – vagy más néven bagasz – halmozódik fel, amelynek égéshője *Grover et al. (2002)* szerint

13 730 J/g. Amennyiben a bagaszt biomassza-tüzeléssel hasznosítjuk, úgy az adott tábláról kétféle módon is történhet a megújuló energia előállítása.

Kutatómunkánk célja különböző cirok, illetve szudánifű fajták és növényi részek égéshő értékeinek összehasonlító értékelése volt, biomassza-tüzelési célú hasznosíthatóságuk vizsgálatára. Kiemelt hangsúlyt fektettünk az első generációs bioetanol előállítása során visszamaradó bagasz vizsgálatára, előírva ezzel a bagasz bioenergetikai célú hasznosíthatóságának lehetőségét.

Anyag és módszer

A kísérletek 2011-ben kezdődtek és jelenleg is folynak a Debreceni Egyetem AGTC KIT Karcagi Kutató Intézetében. A mérésekhez szükséges alapanyagokat az Intézet Növénynemesítési Osztályának cirok fajtabemutató- és tenyészkertje biztosította. Jelen vizsgálataink alapját a 2011-es és 2012-es évjáratok mérési eredményei képezték. Mind a két vizsgálati év 3000 fölötti napsütéses órával jellemezhető, ami kedvező a ciroktermesztés szempontjából. Az éves csapadékmennyiség 2011-ben 385,7 mm, illetve 2012-ben 344,5 mm volt, ami mindkét évben elmaradt az intézet által mért 50 éves átlagértéktől (503,3 mm), így mind a két vizsgálati év aszályosnak minősül (1. táblázat).

A fajtabemutató- és tenyészkert – amelyekből 6 silócirok hibrid, 1 szabad-elvirágzású silócirok fajta, valamint 2 szudánifű fajta szolgáltatva a mérési alapanyagot – mind a két évben kötött, réti csernozjom talajon volt.

A növényekből szeptember és október hónapokban vettünk mintákat, amelyeket a Debreceni Egyetem AGTC KIT Karcagi Kutató Intézet Központi Laboratóriumában dolgoztunk fel. A mintákból készített szárított, és összedarabolt növényi részeket Condux növénydarálón 1–2 mm nagyságúra daráltuk, majd ezután a kaloriméterhez rendszeresített tablettázó prés segítségével megközelítőleg 1g tömegű tablettákat készítettünk. Ezt követően szárítószekrényben 45 °C-on történő szárítással meghatároztuk a 398 mintatabletta nedvességtartalmát, ami átlagosan 8–12% között változott. A méréseket analitikai mérlegben négy tizedes pontossággal végeztük, ami az energetikai meghatározáshoz is követelmény. A minták elégetésekor a ΔT értéke megközelítőleg 1,5 °K volt. A hőmennyiség értékét a kaloriméter automatikusan számította ki a bemért mintatömeg és a ΔT értékének pontos értékeiből (Erdey-Grúz és Prosz 1962) (1. ábra).

1. táblázat. *Időjárásviszonyok a 2011-es és 2012-es vizsgálati évben*

	2011		2012	
	Csapadék (mm) (1)	Napsütéses óra (2)	Csapadék (mm) (1)	Napsütéses óra (2)
Január (3)	12,7	95,0	16,8	137,8
Február (4)	15,0	162,2	18,0	197,8
Március (5)	22,0	258,5	2,5	290,7
Április (6)	18,9	325,5	13,1	303,0
Május (7)	46,9	365,7	61,9	361,0
Június (8)	49,3	359,0	57,6	373,0
Július (9)	84,4	357,7	38,1	372,5
Augusztus (10)	28,4	362,2	4,1	362,5
Szeptember (11)	31,7	297,5	31,5	283,8
Október (12)	18,6	226,3	40,6	220,7
November (13)	0,0	130,3	18,7	132,2
December (14)	57,8	75,8	41,6	75,8
Éves (15)	385,7	3015,7	344,5	3110,8

Forrás: DE AGTC KIT Karcagi Kutató Intézet

Table 1. Weather circumstances in 2011 and 2012. (1) Precipitation (mm), (2) Number of sunny hours, (3) January, (4) February, (5) March, (6) April, (7) May, (8) June, (9) July, (10) August, (11) September, (12) October, (13) November, (14) December, (15) Annual, Source: DE AGTC KIT Karcag Research Institute.

Megállapítottuk az értékek legfontosabb leíró statisztikai mutatóit a fajták és növényi részek vonatkozásában, majd az egyes értékcsoportok mérési eredményeit boxplot diagramon ábráztuk, feltüntetve az adott értékcsoportokra jellemző medián helyét. A mérési eredményeket varianciaanalízissel elemeztük az egyes fajták, illetve a különböző növényi részek égéshő értékei között levő statisztikai különbségek megállapítására. A varianciaanalízis eredményeire támaszkodva további post hoc tesztek végeztünk, annak megválaszolására, hogy az adott különbségek mely fajták, illetve mely növényi részek között nyilvánul meg (*Huzsvai* 2013). A statisztikai elemzéseket R statisztikai szoftverrel, RCommander felhasználói felületen végeztük (*R Core Team* 2012).

Eredmények

A különböző fajták esetében mért égéshő értékek jellemzésére csoportonként meghatároztuk a legfontosabb leíró statisztikai mutatókat, ahol a mérési eredmények 15 699 J/g és 17 900 J/g között voltak (2. táblázat).

1. ábra. IKA C2000 Basic kaloriméter



Figure 1. IKA C2000 Basic calorimeter

Tekintettel arra, hogy kilenc fajta összehasonlítását végeztük el, az eredményeket a fajták csoportosításában boxplot diagramon ábrázolva is értékelhettük (2. ábra). A kapott mérési eredmények 50%-a a fajták döntő többségénél 16 400 J/g és 17 100 J/g közötti tartományban koncentráálódtak. Egyes hibridek, mint pl. a Monori édes esetében igen széles volt a mérési tartomány (15 772–17 688 J/g), amit jól szemléltet az értékcsoportra jellemző magas terjedelem (1916 J/g), míg más hibridek pl. G1990 esetén, egy az átlagostól nem kiemelkedően eltérő terjedelem (1699 J/g) mellett az értékek egy fokozottabb „elkenődést” mutattak, amit alátámaszt a hibrid égéshő értékeire jellemző nagy szórás is (529,1 J/g).

2. táblázat. A különböző fajták esetében mért égéshő értékek leíró statisztikai mutatói

Fajta (1)	Terjedelem (2)	Minimum (3)	Maximum (4)	Átlag (5)	Szórás (6)	Variancia (7)
Berény	1343	15 929	17 272	16 751,5	360,9	130 253,5
Róna1	1521	15 814	17 335	16 644,2	381,2	145 331,0
Monori édes	1916	15 772	17 688	16 569,5	443,4	196 584,4
Cellu	1338	16 190	17 528	16 753,9	366,6	134 420,9
Sucrosorgo	1789	16 111	17 900	16 876,4	407,6	166 163,9
G1990	1699	15 699	17 398	16 604,7	529,1	279 948,9
Szarvasi titán	1587	16 126	17 713	16 778,2	383,6	147 120,5
Akklimat	1566	15 987	17 553	16 751,5	405,2	164 189,8
GK Csaba	1511	16 012	17 523	16 750,6	414,5	171 842,3
Átlag (5)	1585	15 960	17 546	16 720,1	410,2	170 650,6

Table 2. Descriptive statistical indexes of combustion heat values measured in the case of various varieties. (1) Variety, (2) Range, (3) Minimum, (4) Maximum, (5) Mean, (6) Standard deviation, (7) Variance.

2. ábra. A hibridekre jellemző égéshő értékek Boxplot diagramja

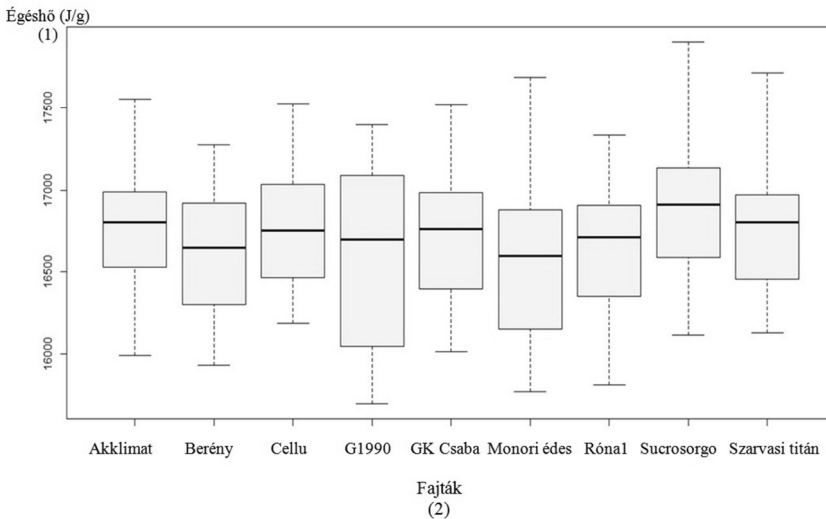


Figure 2. Box plot diagram of the combustion heat values of each hybrid. (1) Combustion heat ($J g^{-1}$), (2) Varieties.

A fajtákhoz tartozó értékek között statisztikailag kimutatható különbség volt, vagyis a fajták között legalább kettőnek szignifikánsan különböznek a középértékei (3. táblázat).

3. táblázat. A varianciaanalízis eredménytáblázata

	Df	SS	MS	F	Pr(>F)
Csoportok között (1)	8	3 552 209	444 026	2,649	0,00772
Csoporton belül (2)	384	64 357 565	167 598		
Összesen (3)	392	67 909 774			

Table 3. ANOVA table of results. (1) Between groups, (2) Within a group, (3) Total.

A varianciaanalízis eredménytáblázata alapján megállapítható, hogy a fajták közötti genetikai variabilitásból adódó különbségek a kalorimetrikus égéshő értékek tekintetében az összes különbségek mindössze 5%-át teszik ki ($H^2=0,052$). A varianciaanalízis eredményének függvényében arra kerestük a választ, hogy mely fajták esetében van szignifikáns különbség az égéshő értékek között. Az LSD teszt alapján a fajtajellegből adódó genetikai variabilitás, mint csoportosító tényező négy csoportra osztja a fajtákat, amely fajtacsoportokat azonos betűk jelölnek (4. táblázat).

4. táblázat. Az LSD teszt eredménytáblázata a fajtákra vonatkozóan

Csoport (1)	Hibrid (2)	Átlag (J/g) (3)
a	Sucrosorgo 506	16 880
ab	Szarvasi titán	16 780
ab	Cellu	16 750
ab	Akklimat	16 750
ab	GK Csaba	16 750
bc	Róna1	16 640
bc	Berény	16 630
bc	G1990	16 600
c	Monori édes	16 570

Table 4. Table of results of the LSD test for each variety. (1) Group, (2) Hybrid, (3) Mean (J g⁻¹).

A fentiekben vázolt kapcsolatok további vizsgálatára egy másik, lényegesen szigorúbb post hoc tesztet a TukeyHSD vizsgálatot is elvégeztük, amelynek eredményeképpen már csak a Sucrosorgo 506 és a Monori édes hibridek között volt szignifikáns különbség.

A kapott eredményeket a növényi részek kontextusában vizsgálva, a szár, a levél, a buga, valamint a bioetanol célú vizsgálatok alapanyag-előkészítése során visszamaradt préselési maradék értékeinek tekintetében, több vonatkozásban is jelentős különbségek voltak (5. táblázat). Az egyik jelentős különbség az egyes értékcsoportok terjedelmében és szórásában tapasztalható. A bagasz esetében a növényi részekhez viszonyítva lényegesen kisebb terjedelem (877 J/g) és szórás (197,7 J/g) értékeket kaptunk. A préselési maradék 16 862,1 J/g átlagos égéshője kisebb volt a buga átlagos égéshőjétől (16 980,4 J/g), de magasabbnak bizonyult a szár (16 297,4 J/g) és a levél (16 769,2 J/g) átlagainál.

5. táblázat. A növényi részek esetében mért égéshő értékek leíró statisztikai mutatói

Növényi rész (1)	Terjedelem (2)	Min. (3)	Max. (4)	Átlag (5)	Szórás (6)	Variancia (7)
Szár (8)	1312	15 699	17 011	16 297,4	305,4	93 274,8
Levél (9)	1904	15 996	17 900	16 769,2	413,4	170 909,5
Buga (10)	1411	16 302	17 713	16 980,4	316,7	100 315,5
Préselési maradék (11)	877	16 376	17 253	16 862,1	197,7	39 092,1
Átlag (5)	1376	16 093	17 469	16 727,3	308,3	100 898,0

Table 5. Descriptive statistical indexes of combustion heat values measured in the case of various vegetable parts. (1) Variety, (2) Range, (3) Minimum, (4) Maximum, (5) Mean, (6) Standard deviation, (7) Variance, (8) Stem, (9) Leaf, (10) Cluster, (11) Extrusion residue.

Az értékek boxplot diagramon való ábrázolásából jól látszik, hogy a szárak égéshő értékei jellemzően alacsonyabbak voltak, mint a levelek, vagy a bugák égéshői (3. ábra). A préselési maradék értékeinek jelentős része meghaladta a szár és a levél égéshőit is, ugyanis az átlagnál kisebb terjedelemmel 16 862 J/g átlagos égéshő értéket ért el, továbbá a mérési eredmények 50%-a egy nagyobb medián érték felé konvergál, mint amellyel a szár vagy levél értékei jellemezhetőek.

A mérési eredményeket varianciaanalízissel elemezve azt az eredményt kaptuk, hogy a különböző növényi részekhez tartozó értékek között statisztikailag

kimutatható különbség van legalább két növényi rész égéshő értékeinek középértéke között (6. táblázat).

A varianciaanalízis eredménye alapján megállapítható, hogy az egyes növényi részek közötti különbségek a kalorimetrikus égéshő értékek tekintetében az összes különbségek 40%-át teszik ki ($H^2=0,402$). Ezen eredményének ismeretében arra kerestük a választ, hogy mely növényi részek esetében van szignifikáns különbség az égéshő értékek között. Az LSD teszt alapján a növényi rész, mint csoportosító tényező négy csoportot eredményezett, tehát minden növényi rész égéshő értékei között szignifikáns különbség volt (7. táblázat).

3. ábra. A növényi részekre jellemző égéshő értékek Boxplot diagramja

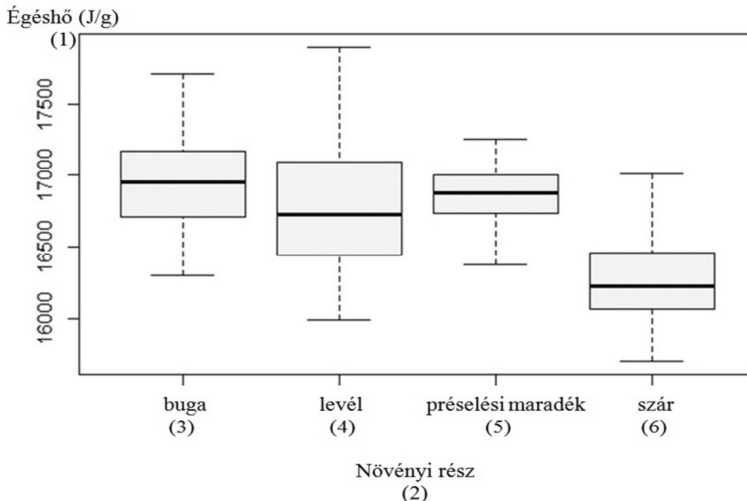


Figure 3. Box plot diagram of the combustion heat values of each vegetable part. (1) Combustion heat ($J\ g^{-1}$), (2) Vegetable parts, (3) Cluster, (4) Leaf, (5) Extrusion residue, (6) Stem.

6. táblázat. A varianciaanalízis eredménytáblázata

	Df	SS	MS	F	Pr(>F)
Csoportok között (1)	3	27 352 059	9 117 353	87,45	<2e-16
Csoporton belül (2)	389	40 557 715	104 261		
Összesen (3)	392	67 909 774			

Table 6. ANOVA table of results. (1) Between groups, (2) Within a group, (3) Total.

7. táblázat. Az LSD teszt eredménytáblázata a növényi részekre vonatkozóan

Csoport (1)	Növényi rész (2)	Átlag (J/g) (3)
a	buga (4)	16 980
b	préselési maradék (5)	16 860
c	levél (6)	16 770
d	szár (7)	16 300

Table 7. Table of results of the LSD test for each vegetable part. (1) Group, (2) Vegetable part, (3) Mean (J g⁻¹), (4) Cluster, (5) Extrusion residue, (6) Leaf, (7) Stem.

A Tukey HSD tesztet is elvégezve azt az eredményt kaptuk – ahogyan az a 4. ábrán is látható –, miszerint a préselési maradék és a levél értékei, valamint a préselési maradék és a buga értékei között nincs szignifikáns különbség a növényi részek égéshő értékeinek középértékei között. Minden más párosításban igazolható a szignifikáns eltérés, tekintettel arra, hogy a konfidencia-intervallum nem tartalmazza a nullát. .

4. ábra. A Tukey HSD teszt eredményének grafikus ábrázolása a vizsgált növényi részek vonatkozásában

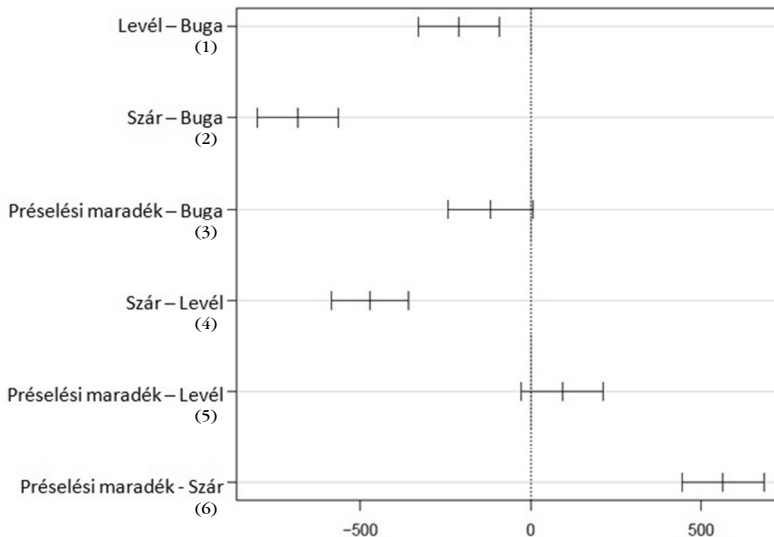


Figure 4. Graphical presentation of the results of the Tukey HSD test in relation to the examined vegetable parts. (1) Leaf - cluster, (2), Stem - cluster, (3) Extrusion residue - cluster, (4) Stem - leaf, (5) Extrusion residue - leaf, (6) Extrusion residue - stem.

Következtetések

A vizsgálatok eredményeként azt kaptuk, hogy a kalorimetrikus égéshő értéket jelentősebben a felhasznált növényi rész ($H^2=0,402$) határozza meg, míg a genetikai variabilitásból adódó fajtakülönbségek csak kis mértékben módosítják azt ($H^2=0,052$). A cukorcirok alapú elsőgenerációs bioetanol-előállítás alapanyag-előkészítésének melléktermékeként keletkező préselési maradék égéshő értékei igen kedvezőek voltak, 16 862 J/g átlagos égéshő értékkel kedvezőbb biomassa-tüzelési alapanyagának bizonyult, mint a levelektől és bugától megtisztított 16 297 J/g átlagos égéshő értékkel jellemezhető szár. Ebből adódóan az etanol előállítására szolgáló présle kinyerése után visszamaradó bagasz brikettálása és égetéssel történő energetikai célú hasznosítása is perspektivikus lehet. Ezen ismeretek jegyében megállapítható, hogy mind ökonómiai mind energiagazdálkodási kérdések tekintetében kiemelkedő szerepe lehet a cirok vagy szudánifű alapú elsőgenerációs bioetanol, valamint a bagasz égetéséből származó bioenergia együttes előállításának. Az etanol előállítása során visszamaradó préselési maradék energetikai célú hasznosítása által lényegesen növelhető az egységnyi területről nyerhető bioenergia mennyisége, ami energiapolitikai vonatkozásban is egy új irányvonalat képviselhet az 28/2009. (IV. 23.) EK Irányelv által rögzített megújuló energia részarányok teljesítésében.

IRODALOM

- 28/2009. (IV. 23.) EK Irányelv: a megújuló energiaforrásból előállított energia támogatásáról, valamint a 2001/77/EK és a 2003/30/EK irányelv módosításáról és azt követő hatályon kívül helyezéséről.
- Antal J.: 2005. Növénytermesztéstan 1. – A növénytermesztés alapjai, gabonafélék. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Bai A.: 2004. A bioetanol-előállítás gazdasági kérdései. Agrártudományi Közlemények. 14: 30–38.
- Bajai J.: 1957. A takarmánycirok termesztésének fejlesztése 1975-ig, különös tekintettel az ország száraz jellegű területeinek takarmány ellátására, valamint szesz- és cellulózipari felhasználásra. Martonvásár. 47.
- Barabás Z.–Bányai L.: 1985. A cirok és a szudánifű. Magyarország Kultúrflórája IX. kötet. Budapest.
- Barabás Z.–Farágó L.: 1980. A hibrid szemescirok. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

- Carrillo, M. A.–Staggenborg, S. A.–Pineda, J. A.*: 2014. Washing sorghum biomass with water to improve its quality for combustion. *FUEL*. 116: 427–431. (In Press)
- Daliva-Gomez, F. J.–Chuck-Hernandez, C.–Perez-Carillo, E.–Rooney, W. L.–Serna-Saldivar, S. O.*: 2011. Evaluation of bioethanol production from five different varieties of sweet and forage sorghums (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Industrial Crops and Products*. 33: 611–616.
- Erdey-Grúz T.–Proszt J.*: 1962. Fizikai-kémiai praktikum. Tankönyvkiadó. Budapest.
- Fogarassy Cs.*: 2001. Energianövények a szántóföldön. SZIE GTK Európai Tanulmányok Központja. Gödöllő. 50–54.
- Grábner E.*: 1942. Szántóföldi növénytermesztés (Cukor és fenyércirok). Pátria Irodalmi Vállalat és Nyomdai Részvénytársaság. 908–910.
- Józsa L.*: 1976. A takarmánycirok termesztése és felhasználása. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Kalmár, I.–Nagy, V.*: 2007. Experiments on the maximum biogas production. 7th Internal Multidisciplinary Conference. Romania.
- Grover, P. D.–Iyer, P. V. R.–Rao, T. R.*: 2002. Biomass-thermochemical characterization. 3rd ed. IIT-Delhi and MNS.
- Gyuricza Cs.*: 2008. Cukorcirok termesztése energetikai hasznosításra. *Agronapló*. 12. 4: 75–76.
- Huzsvai L.*: 2013. Variáncianalízisek az R-ben. Seneca Books. Debrecen.
- Jenkins, B. M.–Ebeling, J. M.*: 1985. Correlation of physical and chemical properties of terrestrial biomass with conversion: Symposium energy from biomass and waste. IX IGT. 371.
- Kovács G. P.–Mikó P.–Nagy L.–Gyuricza Cs.*: 2011. Talajművelési eljárások hatása a cukorcirok (*Sorghum bicolor* L. Moench) beltartalmi paramétereire. *Növénytermelés*. 60: 61–68.
- Ratnavathi, C. V.–Suresh, K.–Vijay Kumar, B. S.–Pallavi, M.–Komala, V. V.–Seetharama, N.*: 2010. Study on genotypic variation for ethanol production from sweet sorghum juice. *Biomass and Bioenergy*. 34: 947–952.
- R Core Team*: 2012. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.
- Rennie, T. J.–Tubelih, A.*: 2011. The potential of forage sorghum as a Direct Combustion Biofuel. CSBE/SCGAB 2011 Annual Conference. 10–13 July 2011. Inn at the Forks. Winnipeg, Mb.
- Surányi J.*: 1954. A takarmánycirokról. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Szabó L.*: 1983. Melegövi növénytermesztéstani ismeretek 2. Egyetemi jegyzet. Gödöllő. 59–67.
- Türe, S.–Uzun, D.–Türe, I. E.*: 1997. The potential use of sweet sorghum as a non-polluting source of energy. *Energy*. 22: 17–19.
- Zhao, Y.–Dolat, A.–Steinberg, Y.–Wanga, X.–Osmana, A.–Xie, G. H.*: 2009. Biomass yield and changes in chemical composition of sweet sorghum cultivars grown for biofuel. *Field Crops Research*. 111: 55–64.

A szerzők levelezési címe - Address of the authors:

Jóvér János–Dr. Antal Károly–Éri László
Debreceni Egyetem AGTC KIT
Karcagi Kutató Intézet
Karcag
Kisújszállási út 166.
H-5300

Dr. Blaskó Lajos
Debreceni Egyetem AGTC MÉK
Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032

A kálium, bór és a stroncium kezelés hatása a bab (*Phaseolus vulgaris* L.) elemfelvételére

KÁDÁR IMRE

MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet, Budapest

Összefoglalás

Mészlepedékes csernozjom vályogtalajon Mezőföldön, az MTA TAKI Nagyhorcsók Kísérleti Telepén vizsgáltuk a K, B, Sr elemek közötti kölcsönhatásokat 1997-ben, a kísérlet 10. évében bab jelzőnövényvel. A K-szinteket megismételt 0, 1000, 2000 K₂O, a B-szinteket megismételt 0, 20, 40, 60 kg/ha B, a Sr-szinteket 67 kg/ha Sr adaggal állítottuk be. Műtrágyaként 60%-os KCl-ot, 11%-os bóraxot és 33%-os SrCl₂ × 6H₂O sót alkalmaztunk. Főparcellánként 3K-kezelés, alparcellánként 4B-kezelés, al-alparcellánként 2Sr-kezelés szolgált 24 kezeléssel × 3 ismétlésben = 72 parcellával osztott parcellás elrendezésben.

A kísérlet beállításakor 1987 őszén a szántott réteg 5% CaCO₃-ot, 3% humuszt, 20% agyagot tartalmazott. A pH(H₂O) 7,8; pH(KCl) 7,3; AL-K₂O 180–200, AL-P₂O₅ 100–120, KCl-oldható Mg 110–150, KCl+EDTA oldható Mn 60–80, Cu és Zn 1–2, a forróvíz oldható B 0,7 mg/kg értékkel volt jellemezhető. A termőhely kielégítő K, Ca, B, Mg; közepes N és P; valamint gyenge Zn és Cu ellátottságú. A talajvíz szintje 13–15 m mélyen található, a terület aszályérzékeny. Az átlagos középhőmérséklet 11 °C, az éves csapadékösszeg 400–600 mm közötti, egyenetlen eloszlással. Főbb megállapítások, levonható tanulságok:

- Ebben az aszályos évben a bab 1000-mag tömegét és szemtermését a K- és a B-trágyázás egyaránt csökkentette, míg a szártermést nem befolyásolta. A Sr-kezelések hatástalanok voltak a terméstömegre. A légszáraz földfeletti biomassza 3,9 t/ha mennyiséget tett ki, melyből a szár 2,7 t/ha mennyiséggel vett részt. A szemtermés 1,0–1,4 t/ha között változott a kezelések függvényében.

- A B-trágyázás nyomán megkétszereződött a szár B-tartalma, de igazolhatóan 30%-kal nőtt a B a szemben is. A Sr-trágyázás szintén igazolhatóan emelte a szár és a szem Sr koncentrációit. A növekvő K-kínálattal 2,6-szorosára nőtt a K %-a, illetve mérséklődött a Ca és Mg mennyisége.
- Az 1 t szemtermés és a hozzátartozó melléktermés fajlagos elemtartalma 78-56-31-13-10=N-P-K-Ca-Mg-P kg/t mennyiségnek adódott. Kísérletünkben az igen tág szalma/szem arányok, illetve az aszályos év viszonyai között kapott extrém nagy fajlagos K, Ca, Mg elemtartalmak félrevezetőek lehetnek. A szaktanácsadás számára az általunk korábban közölt 20-30-30-10=P₂O₅-K₂O-CaO-MgO irányszámokat tartjuk elfogadhatónak a tervezett termés elemigényének becslésében.
- A földfeletti biomasszába épült B 81, Mg 83, Ca 95, Sr kereken 97%-át a szalma halmozta fel, melyet visszaszántunk a talajba. A felvett N nagyobb része a levegőből származik, mely szintén a talajt gazdagítja a szár beszántásával. Hasonló körülmények között a babtermesztés érzékelhetően csak P-ban szegényítheti el a talajt.

Kulcsszavak: kálium, bór, stroncium, tartamkísérlet, bab

The impact of potassium, boron and strontium treatment on the element uptake of bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

I. KÁDÁR

Institute for Soil Science and Agrochemistry, Centre for Agricultural Research,
Hungarian Academy of Sciences, Budapest

Summary

The interactions between K, B and Sr were examined on calcareous chernozem loamy soil at the Nagyhörcsök Experiment Site of HAS RISSAC in Mezőföld in the 10th year of the experiment with bean as indicator plant in 1990. K levels were adjusted with repeated 0, 1000, 2000 K₂O treatments, B levels with repeated 0, 20, 40, 60 kg ha⁻¹ B and Sr levels with a 67 kg ha⁻¹ Sr dose. 60% KCl, 11% borax and 33% SrCl₂ × 6H₂O salt were used as fertiliser. The fertiliser treatment had the following setup: 3K per main plot, 4B per sub-plot, 2Sr per sub-sub-plot with 24 treatments × 3 replications = split plot design with 72 plots altogether.

At the time of establishing the experiment in the autumn of 1987, the ploughed layer contained 5% CaCO₃, 3% humus and 20% clay. Further soil characteristics: pH(H₂O) 7.8; pH(KCl) 7.3; AL-K₂O 180–200, AL-P₂O₅ 100–120, KCl-soluble Mg 110–150, KCl+EDTA-soluble Mn 60–80, Cu and Zn 1–2, hot water-soluble B 0.7 mg kg⁻¹. The production site has satisfactory K, Ca, B and Mg supply, average N and P supply and weak Zn and Cu supply. The groundwater level is 13–15 m and the area is drought-sensitive. The average mean temperature is 11 °C and the annual precipitation sum is between 400–600 mm with uneven distribution. Main conclusions to be drawn:

- In this drought year, both K and B fertilisation reduced both the thousand grain weight and grain yield of bean, while the stem yield was not affected. Sr treatments had no effect on yield. The air-dry above-ground biomass was 3.9 t ha⁻¹ of which the stem weighed 2.7 t ha⁻¹. The grain yield was between 1.0–1.4 t ha⁻¹ depending on the given treatment.
- The B content of stem doubled as a result of B fertilisation, but it also increased in the grain by 30%. Also, Sr fertilisation significantly increased the Sr concentration in the stem and the grain. As a result of increasing K supply, the K concentration increased 2.6 times, while the Ca and Mg contents decreased.
- The 1 t grain yield and its associated secondary yield had the following specific element contents: 78-56-31-13-10=N-P-K-Ca-Mg-P kg t⁻¹. In our experiment, the rather wide spectrum of straw/grain ratio and the extremely high specific K, Ca and Mg element contents under drought conditions in the dry year could be misleading. We consider the guide numbers previously communicated to consultancy (20-30-30-10=P₂O₅-K₂O-CaO-MgO) to be acceptable in estimating the element need of the planned yield.
- 81% of B, 83% of Mg, 95% of Ca and 97% of Sr incorporated into the above-ground biomass was accumulated by straw which is ploughed back into the soil. The majority of N taken up by the plant originates from the air which then will also enrich the soil by ploughing the stem back into it. Under similar circumstances, bean production could lead only to P shortage in the soil.

Key words: potassium, boron, strontium, long-term experiment, bean

Влияние внесения калия, бора и стронция на приём элементов фасолью (*Phaseolus vulgaris* L.)

И. КАДАР

Исследовательский Институт Почвоведения и
Агрохимии Венгерской Академии Наук, Будапешт

Резюме

На чернозёмной с известковым налётом суглинистой почве в Мезофёльде (Mezőföld), на Опытной станции Надхёрчэк Исследовательского Института Почвоведения и Агрохимии Венгерской Академии Наук исследовали взаимовлияния элементов К, В, Sr в 1997, 10-ом году опыта с растением-индикатором фасолью. Уровни К повторно установили дозами 0, 1000, 2000 K₂O, уровни В повторно установили дозами 0, 20, 40, 60 kg/ha В, а уровни Sr установили дозой 67 kg/ha. В качестве искусственного удобрения применяли 60%-ый KCl, 11%-ый борат натрия (бура) и 33%-ую SrCl₂ × 6H₂O соль. В качестве главной парцеллы 3К-обработки, под-парцеллой 4В-обработки, под-под-парцеллой служили 2Sr-обработки с 24 дозами × 3 повторения = 72 разделённые парцеллы в парцеллярном расположении.

В начале установки опыта осенью 1987 года пашенный слой содержал 5% CaCO₃, 3% гумуса, 20% глины. Характерные показатели были: рН(H₂O) 7,8; рН(KCl) 7,3; AL-K₂O 180–200, AL-P₂O₅ 100–120, KCl-растворимый Mg 110–150, KCl+EDTA растворимый Mn 60–80, Cu и Zn 1–2, растворимый в кипячёной воде В 0,7 mg/kg. Место выращивания достаточно обеспечено К, Ca, В, Mg; среднеобеспечено N и P; слабо обеспечено Zn и Cu. Уровень почвенных вод находится на глубине 13–15 m, территория чувствительна к засухе. Средняя температура 11 °С, годовое количество осадков 400–600 mm, распределены неравномерно. Главные выводы, заключения:

- В этом засушливом году удобрение К-ем и В-ом в одинаковой степени уменьшило массу 1000 бабов фасоли и урожай бабов фасоли, а на урожай стебля не повлияло. Удобрения Sr были невлиятельны на массу урожая. Воздухо-сухая над-поверхностная биомасса составила 3,9 t/ha, из этого стебель составил 2,7 t/ha. Урожай бобов изменялся в рамках 1,0–1,4 t/ha в зависимости от обработок.
- Вследствии В-удобрения удвоилось содержание В стеблем, но также подтверждено на 30%-ов выросло содержание В в бобах фасоли. Внесение Sr-удобрения

таже доказуемо повысило концентрацию Sr стебля и бобов. С увеличивающимся предложением К в 2,6 раза выросло процентное содержание К, а также уменьшилось количество Са и Mg.

- Удельное содержание элементов 1 t урожая бобов фасоли и относящихся к нему побочных продуктов составило количество 78-56-31-13-10 = N-P-K-Ca-Mg-P kg/t. В нашем опыте очень широкое соотношение членов солома/бобы, а также в условиях засушливого года полученные экстремально большие удельные содержания элементов К, Са, Mg могут ввести в заблуждение. Для профессионального консультирования считаем приемлимыми сообщенные нами ранее показатели 20-30-30-10 = P₂O₅-K₂O-CaO-MgO при оценке потребности в элементах планируемого урожая.
- Солома накопила элементов: 81% элемента В, 83% Mg, 95% Са 95, и 97%-ов Sr, встроенных в надземную биомассу элементов, которые обратно запахали в почву. Большая часть принятого N происходит из воздуха, которое также обогащает почву запахиванием стебля в почву. В похожих условиях выращивание фасоли чувствительно может только обеднить почву элементом Р.

Ключевые слова: калий, бор, стронций, продолжительный опыт, фасоль

Bevezetés

A növény Dél-Amerikából származik, melegigényes. Nem való a hideg, savanyú és nedves talajokra. Mivel sekélyen gyökerezik és viszonylag rövid a tenyészideje, érzékeny a talaj víz- és tápanyag szolgáltatására. A N-kötés csak a 3. lomblevelés kor után indul be, miután a gyökérzet a N-kötő baktériumokkal fertőződött, ezért starter N-trágyát igényelhet. Kívánatos a megfelelő foszfor és kálium ellátottságának biztosítása. A nagy magvak csírázása és a N-kötő mikroorganizmusok tevékenysége oxigént igényel. A gyomnövelő jellegre tekintettel a jól szellőző talajon is előnyös a többszöri kapálás vagy kultivátorozás. Virágzás idején a forró száraz időszak, a légköri aszály jelenthet veszélyt, mely virágelrűgást okoz (Sandsted 1989, Radics 1994, 2002, 2003).

Grábner (1948) szerint „...A bab termesztése nem körülményes és talajjavító hatása az utóveteményének termésében kedvezően érvényesül.” Emellett jól raktározható és ÉNy-Európában jól eladható, ahol már nemigen terem meg, mert termesztésének északi határa a szőlőével azonos. A szerző szerint

ideális a meszes vályog, jól szellőzött gyommentes laza talaj. A többszöri kapálás biztosíthatja a megfelelő szerkezetet, levegőzöttséget és gyommentességet. Általában 1–2 t/ha szemterméssel és közel akkora szalmaterméssel számolhatunk. A szalmát nem tekinti jó takarmánynak, legfeljebb juhokkal etethető.

A bab fontos fehérje- és energiaforrás, a mag 20–25% fehérjét és 50–58% szénhidrátot tartalmaz. Emellett ásványi anyagokban, mint N, P, Ca, S, valamint A, B, E vitaminokban is gazdag. A fehérje aminosav összetételét tekintve jelentős a lizin és triptofán készlete, így kukorica vagy gabona magvakkal együtt fogyasztva a humán szükségleteket is döntően fedezheti. Ezt tükrözi a köztesként való termesztés évszázadokra visszanyúló gyakorlata a Föld különböző régióiban, különösen ott, ahol a hústermelés feltételei kedvezőtlenek. Korábban hazánkban is a bab, más néven paszuly vagy fuszuly(ka) a legkedveltebb étkezési száraz hüvelyesnek minősült (*Balás 1889, Cserhádi 1901, Láng 1976*).

Ami a növény elemfelvételét illeti, *Finck (1979)* szerint elemben megadva az 1 t mag és a hozzá tartozó szalma átlagosan $80-8-40-40-6-7=N-P-K-Ca-Mg-S$ kg-ot épít be föld feletti aratáskori tömegébe. Megemlíti, hogy a semleges, jó szerkezetű mélyrétegű talajon az altalaj tápelem-tőkéje is hasznosulhat a gyökerek jó feltáró képessége révén. Nagy a növény Ca-igénye, mely elérheti a K felvétel mértékét. Hasonlóképpen a S-szükséglet közelálló a P-szükséglethez. A szuperfoszfát összetételénél fogva még semleges vagy enyhén savanyú talajon is kielégítheti a bab Ca, P és S szükségletét. Mikroelemek közül kiemelhető a jelentős Fe, Mn, Zn és B felvétele, mely minden pillangós növényre jellemző. Véleménye szerint a nagyobb termések N-szükségletét a természetes N-kötés már nem fedezi, ezért a starter trágyázáson túl is szorulhatnak N-trágyázásra, illetve ellenkező esetben csak közepes termésre számíthatunk.

A hazai irodalomban *Antal (1987)*, illetve a *MÉM NAK (1978)* irányelvek $55-25-40-38-8=N-P_2O_5-K_2O-CaO-MgO$, azaz elemre számolva 55-11-33-27-5 kg felvétellel számolnak 1 t mag és a hozzá tartozó melléktermésben. Az eltérés *Finck (1979)* adataihoz viszonyítva jelentős. Sajnos a hazai szakirodalomban nem található olyan vizsgálat, illetve kísérletes munka, amely a bab agrokémiájával foglalkozna. Nem ismert, hogyan alakulhat e növény fejlődése, termése, makro- és mikroelem felvétele, illetve fajlagos elemtartalma a tápláltság függvényében. Az említett problémák kutatása céljából korábban, ugyanezen a talajon beállított NPK műtrágyázási kísérletünkben szintén étkezési babot termesztettünk. Irodalmi adatokat is figyelembe véve a hazai szaktanácsadás számára $60-20-30-30-10=N-P_2O_5-K_2O-CaO-MgO$ kg/t fajlagos elemtartalmat

ajánlottunk a tervezett termés elemigényének becsléséhez. A N-igény természetesen nem jelentkezik a légköri megkötés miatt (Kádár 2005).

Jelen munkánkban, a kísérletünk 10. évében a K×B×Sr trágyázás hatását vizsgáljuk a bab elemösszetételére. Megemlítjük, hogy a kísérlet első évében napraforgót termesztettünk. A B-trágyázás tőszámcsökkenést okozott, melyet a K-trágyázással ellensúlyozni lehetett. A második évben termesztett kukorica szem-és szártermése 1,5 t/ha mennyiséggel lett kisebb a maximális B-terhelés nyomán. A termésdepresszió, illetve mérgezés akkor következett be, amikor a B koncentrációja a 4–6 leveles hajtásban elérte a 70–80, a virágzaskori levélben a 100 mg/kg határértéket. A K-feltöltés részben ellensúlyozta a B-toxicitást. A harmadik évben a K és a B kezelések nem befolyásolták a tavaszi repce fejlődését, termését. A megismételt K és B terhelési szintek sem módosították a lucerna termését 1994–2001 között, csak a széna elemösszetételét. A cirok 1995-ben, illetve a búza 1996-ban szintén nem jelzett trágyahatásokat a termésmögében, csak a növények összetétele változott (Kádár és Csathó 2011, 2012).

A nemzetközi irodalomban elfogadott, hogy a B-mérgezéssel szemben érzékenyek a pázsitfűvek, bab, szója, len. Közepesen toleráns az árpa, dohány, kukorica, cirok, borsó, búza. Toleráns a lucerna, répafélék, napraforgó, mák, repce mint olajnövények. A Berger és Truog (1944) szerinti forróvízoldható B-teszt alapján az érzékeny növénycsoport 1 mg/kg alatti, a közepesen toleráns 1–5 mg/kg közötti, míg a toleráns 5–10 mg/kg közötti talajbani B-tartalomnál jelezhet depressziót (Eaton 1944, Keren és Bingham 1985, Bergmann 1992).

Anyag és módszer

A K és B elemek közötti kölcsönhatásokat vizsgáló kísérletet 1987 őszén állítottuk be az MTA ATK TAKI Nagyhorcsók Kísérleti Telepén. A kísérleti terület talaja löszön képződött mészlepedékes csernozjom vályog, mely mintegy 5% CaCO₃-ot, 3% humuszt és 20% agyagot tartalmaz a szántott rétegben. Az 1987 őszén végzett talajelemzéseink szerint a feltalajban a pH(H₂O) 7,8; pH(KCl) 7,3; AL-K₂O 180–200; AL-P₂O₅ 100–120; KCl-oldható Mg 110–150; KCl+EDTA oldható Mn 60–80, Cu és Zn 1–2, a forróvíz oldható B 0,7 mg/kg értékekkel volt jellemezhető. A MÉM NAK (1979) által elfogadott módszerek és határértékek alapján ezek az adatok a talaj kielégítő Mn, B, Mg és K, közepes N és P, valamint gyenge Zn és Cu ellátottságáról tanúskodnak. A talajvíz szintje 13–15 m

mélyen található, a terület aszályérzékeny. Éghajlata az Alföldéhez hasonlóan szárazságra hajló, átlagos középhőmérséklete 11 °C, az éves csapadékösszeg általában 400–600 mm között ingadozik.

A kísérlet osztott parcellás (split-plot) elrendezésű beállításkor $3K \times 4B = 12$ kezeléssel és 3 ismétlésben, összesen 36 parcellával. A parcellák mérete $4,9 \times 8 = 39,2 \text{ m}^2$ volt. A parcellákat 1992 tavaszán megfeleztük és az így nyert fél parcellákon 67 kg/ha Sr-ot szórtunk ki SrCl_2 formájában. A $4B \times 3K \times 2Sr = 24$ kezelés $\times 3$ ismétlés = 72 parcellát eredményezett, ahol a $B \times K \times Sr$ elemek közötti kölcsönhatások is vizsgálhatókká váltak.

1. tényező (főparcellák): K

K_0 = kontroll,

K_1 = 1000 kg/ha K_2O 1987 és 1990 őszén kiadva,

K_2 = 2000 kg/ha K_2O 1987 és 1990 őszén kiadva.

2. tényező (alparcellák): B

B_0 = kontroll,

B_1 = 20 kg/ha B 1988 tavasz és 1990 őszén kiadva,

B_2 = 40 kg/ha B 1988 tavaszán és 1990 őszén kiadva,

B_3 = 60 kg/ha B 1988 tavaszán és 1990 őszén kiadva.

3. tényező (al-alparcellák): Sr

Sr_0 = kontroll,

Sr_1 = 67 kg/ha Sr 1992 tavaszán kiadva.

A tartamkísérlet 1987–2004 között folyt, 17 éven át. A növényi sorrendet az *1. táblázat* tekinti át feltüntetve a termesztett növényfajokat, fajtákat, illetve hibrideket is az egyes években. Megemlítjük, hogy az alaptrágyázás általában 100–100 kg/ha/év N és P_2O_5 volt 25%-os pétisó és szuperfoszfát formájában. A lucerna N-trágyázásban nem részesült, a 400 kg/ha P_2O_5 adagot a telepítést megelőzően adtuk ki a 4 évre. Kálisóként 60%-os KCl-ot, bórtrágyaként 11,3%-os bóraxot használtunk.

A betakarítást követően parcellánként 20–20 pontból átlagmintákat vettünk a szántott talajrétegből. A talajmintákat szintén 40–50 °C-on szárítottuk, majd homogenizáltuk analízisre előkészítve. A talajok alapvizsgálati jellemzőit *Baranyai et al.* (1987), illetve a *MÉM NAK* (1978) által ismerttetett eljárásokkal

vizsgáltuk. Az ammóniumlaktát+ecetsav oldható PK tartalmakat *Egner et al.* (1960), a humuszt *Tyurin* (1937) módszere szerint határoztuk meg. A N mérés *Kjeldahl* (1891) szerint, míg az NH_4 -acetát+EDTA oldható elemeket *Lakanen* és *Erviö* (1971) módszerével vizsgáltuk a kísérlet egyes éveiben. A növényeket a hagyományos $\text{cc.H}_2\text{SO}_4 + \text{cc.H}_2\text{O}_2$ roncsolást követően elemeztük, a B kivételével. A B vizsgálatát talajban és a növényekben az azomethine-H módszerével végeztük *Sippola* és *Erviö* (1977), illetve *Sillanpää* (1982) leírása alapján.

1. táblázat. Növényi sorrend a $K \times B \times Sr$ tartamkísérlet növényi sorrendje
1988–2004 között
(mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörcsök, Mezőföld)

Kísérlet éve (1)	Növényfaj (forgó) (2)	Fajta (hibrid) (3)	Kísérlet éve (1)	Növényfaj (forgó) (2)	Fajta (hibrid) (3)
1988	napraforgó (4)	Topflor-2	1996	búza (9)	MV-21
1989	kukorica (5)	Pi 3732	1997	bab (10)	Debreceni tarka
1990	tavaszi repce (6)	Arista	1998	mák (11)	Kompolti-M
1991	lucerna (7)	Verko	1999	őszi árpa (12)	Botond
1992	lucerna (7)	Verko	2000	tritikále (13)	Presto
1993	lucerna (7)	Verko	2001	koronafürt (14)	Kompolti tarka
1994	lucerna (7)	Verko	2002	koronafürt (14)	Kompolti tarka
1995	cirok (8)	Alföldi-1	2003	koronafürt (14)	Kompolti tarka
			2004	koronafürt (14)	Kompolti tarka

Table 1. Plant order of the $K \times B \times Sr$ long-term experiment between 1988–2004 (calcareous chernozem loamy soil, Nagyhörcsök, Mezőföld). (1) Experiment year, (2) Plant species (rotation), (3) Variety (hybrid), (4) Sunflower, (5) Maize, (6) Spring rape, (7) Alfalfa, (8) Sorghum, (9) Wheat, (10) Bean, (11) Poppy seed, (12) Winter barley, (13) Triticale, (14) Crown vetch.

A bab vetése 1997. május 7-én történt 36 cm sortávra, 4–5 cm mélyre, 20 db/fm, illetve 250 kg/ha vetőmagnormával, a nagy szemű Debreceni tarka étkezési fajtaival. Gyomirtó kapálást végeztünk júniusban és július hónapban. Az állományt virágzás elején bonitáltuk fejlettségére. Aratás előtt parcellánként 4–4 fm=1,5 m² területről mintakévt vettünk a szár/szem tömegarányának meghatározására, valamint a fő- és melléktermés elemösszetételének vizsgálatára. Az ezermag meghatározása parcellánként 4×500 mag mérésével történt. A kísérletben végzett agrotechnikai műveletekről és a kapcsolódó módszertani megjegyzésekről a 2. táblázat nyújt áttekintést.

2. táblázat. *Agrotechnikai műveletek és módszertani megjegyzések a K×B bab kísérletben 1997-ben (mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörcsök, Mezőföld)*

Műveletek megnevezése (1)	Időpont (2)	Módszertani megjegyzések (3)
1. Őszi műtrágyázás (N, P) (4)	1996. 10. 24.	Parcellánként kézzel (18)
2. Egyirányú szántás (5)	1996. 10. 24.	MTZ-80+Lajta eke (19)
3. Szántás elmunkálása (6)	1997. 03. 20.	MTZ-50+tárcsa+fogas (20)
4. Tavaszi N-műtrágyázás (7)	1997. 05. 06.	Parcellánként kézzel (18)
5. Vetőágykészítés (8)	1997. 05. 06.	MTZ-50+kombinátor (21)
6. Vetés (Debreceni tarka) (9)	1997. 05. 07.	MTZ-50+Lajta vetőgép (22)
7. Gyomirtó kapálás (10)	1997. 06. 10.	Parcellánként kézzel (18)
8. Bonitálás virágzás elején (11)	1997. 07. 05.	Parcellánként 1–5 skálán (23)
9. Gyomirtó kapálás (12)	1997. 07. 22.	Parcellánként kézzel (18)
10. Mintakéve aratás előtt (13)	1997. 08. 18.	Parcellánként 2+2=4 fm (24)
11. Kombájnolás (14)	1997. 08. 18.	Parcellánként 4×2,9=11,6 m ² (25)
12. Mintakévefeldolgozás (15)	1997. 09. 15.	Parcellánként átlagminták (26)
13. Ezermagszámlálás (16)	1997. 09. 16.	Parcellánként 4×500 mag (27)
14. Minták őrlése analízisre (17)	1997. 10. 10.	Parcellánként átlagminták (26)

Megjegyzés: vetés 36 cm sortávra, 4–5 cm mélyre 20 db/fm, illetve 250 kg/ha vetőmagnormával.

Table 2. Agrotechnical operations and methodological notes in the K×B bean experiment in 1997 (calcareous chernozem loamy soil, Nagyhörcsök, Mezőföld). (1) Operations, (2) Date, (3) Methodological notes, (4) Autumn fertilisation (N, P), (5) Unidirectional sowing, (6) Finishing the ploughed surface, (7) Spring N fertilisation, (8) Seedbed preparation, (9) Sowing (Debreceni tarka), (10) Weed control (hoeing), (11) Classification at the time of flowering, (12) Weed control (hoeing), (13) Sample sheaf before harvesting, (14) Harvesting with a combine, (15) Sample sheaf processing, (16) Thousand grain weight counting, (17) Milling samples for analysis, (18) Manually per plot, (19) MTZ-80 + Lajta plough, (20) MTZ-50 + disk + tine harrow, (21) MTZ-50 + combinator, (22) MTZ-50 + Lajta sowing machine, (23) On a scale from 1 to 5 per plot, (24) 2+2=4 running meters per plot, (25) 4×2.9=11.6 m² per plot, (26) Average samples per plot, (27) 4×500 grains per plot. Note: sowing with 36 cm row spacing, 4–5 cm sowing depth, 20 seeds per running meter, 250 kg ha⁻¹ sowing seed norm.

Az elővetemény búza aratása és a bab vetése között kereken 9 hónap telt el és 299 mm csapadékot kapott az alapvetően növénymentes terület. A bab tenyészideje alatt májusban 53, júniusban 60, júliusban 50, augusztusban 8 mm eső esett, tehát a 100 nap alatt 171 mm. A forró és száraz július, augusztus nem kedvezett a magképződésnek, így mérsékelt magterméseket kaptunk. Az éves csapadékösszeg 1997-ben mindössze 319 mm-t tett ki, a telepen mért 48 éves 540 mm (sokéves) átlagtól 221 mm-rel elmaradva.

Eredmények

A K és B szintek hatását a bab 1000-mag tömegére és szemtermésére a 3. táblázatban tanulmányozhatjuk. A generatív fejlődési fázis depresszív éghajlati hatását is tükrözve, mind a K, mind a B trágyázás negatívan hatott az 1000-mag tömegére és a szemtermésre. A légszáraz szár átlagos tömege 2,7 t/ha, az összes átlagos földfeletti biomassa 3,9 t/ha mennyiséget tett ki. Szártermésben a K és a B kezelések termés-csökkentő hatása nem jelentkezett. A Sr trágyázás sem a szem, sem a szár tömegét nem befolyásolta. A K és a B ellátottsági szinteket a 2002-ben végzett talajelemzések adatai mutatják.

3. táblázat. *K×B trágyázás hatása a bab 1000-mag tömegére és szemtermésére a kísérlet 10. évében, 1997-ben (mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhorcsök, Mezőföld)*

AL-K ₂ O (mg/kg)	Forróvíz oldható B (mg/kg) (1)				SzD _{5%} (2)	Átlag (3)
	0,7	2,2	3,6	5,1		
1000 mag tömege (g) (4)						
191	527	526	510	512		519
289	512	494	498	489	20	498
515	492	479	479	459		478
SzD _{5%} (2)		22				11
Átlag (3)	510	500	496	487	14	498
Szemtermés (t/ha) (5)						
191	1,4	1,4	1,3	1,3		1,4
289	1,3	1,2	1,2	1,2	0,2	1,2
515	1,2	1,1	1,1	1,0		1,1
SzD _{5%} (2)		0,2				0,1
Átlag (3)	1,3	1,2	1,2	1,2	0,1	1,2

Megjegyzés: a légszáraz szár átlagos tömege 2,7 t/ha, az összes földfeletti biomassa 3,9 t/ha mennyiséget tett ki. Talajvizsgálatok 2002 őszén történtek.

Table 3. The effect of K×B fertilisation on the thousand grain weight and grain yield of bean in 1997, the 10th year of the experiment (calcareous chernozem loamy soil, Nagyhorcsök, Mezőföld). (1) hot water-soluble B (mg kg⁻¹), (2) LSD_{5%}, (3) Average, (4) thousand grain weight (g), (5) Grain yield (t ha⁻¹). Note: the average weight of the air-dry stem is 2.7 t ha⁻¹, the total above-ground biomass was 3.9 t ha⁻¹. Soil analyses were performed in the autumn of 2002.

A B-kezelések eredményeképpen igazolhatóan nőtt a szár és a szem B-tartalma. Úgy tűnik, hogy a B jelentős része még a B-trágyázást követő 7. évben is a feltalajban maradt, nem mosódott ki, amennyiben a sekélyen gyökerező bab gyökerei felvették. A kontrollon mért B-koncentráció a maximális B-terheléssel megkétszereződött a vegetatív leveles szárban 1997-ben. A K és Sr kezelések a B-tartalmat nem befolyásolták sem a szemben, sem a szárban a 4. táblázatban bemutatott eredmények szerint.

4. táblázat. B-trágyázás hatása a bab B-tartalmára (mg/kg) 1997-ben (mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörösök, Mezőföld)

Növényi rész (1)	Forróvíz oldható B (mg/kg) (2)				SzD _{5%} (3)	Átlag (4)
	0,7	2,2	3,6	5,1		
A K és Sr kezelések átlagában (5)						
Szár (6)	27	41	50	57	6	44
Szem (7)	12	14	15	16	1	14

Megjegyzés: K és Sr kezelések a B-tartalmat igazolhatóan nem módosították.

Table 4. The effect of B fertilisation on the B content of bean (mg kg⁻¹) in 1997 (calcareous chernozem loamy soil, Nagyhörösök, Mezőföld). (1) Vegetable part, (2) hot water-soluble B (mg kg⁻¹), (3) LSD_{5%}, (4) Average, (5) Averaged over the K and Sr treatments, (6) Stem, (7) Grain. Note: The K and Sr treatments did not significantly affect the B content.

Az extrém nagy K-kínálattal a szár K-tartalma 2,6-szorosára emelkedett, míg az antagonistá Ca és Mg elemek mennyisége igazolhatóan mérséklődött a szárban. A K-koncentráció igazolhatóan nőtt a magban is. A Sr-trágyázás nyomán a szár Sr-tartalma a kontroll talajon mért 59 mg/kg értékről 71 mg/kg-ra, a szem Sr-tartalma 2,4 mg/kg értékről 3,0 mg/kg-ra nőtt igazolhatóan. A vonatkozó SzD_{5%} értéke a szárra 6 mg/kg, a szemre 0,3 mg/kg volt. Adatainkat az 5. táblázat foglalja össze.

A bab szemtermése N, K és P elemekben gazdag. A N meghaladja a 4,1%-ot, K közel 1,3%, míg a P eléri a 0,5%-ot. A mag N-készlete mintegy a kétszerese, míg a K-készlete háromszorosa az átlagos kalászos gabonafélék magjának összetételéhez viszonyítva. A felvett elemek mennyiségét tekintve a 6. táblázatban látható, hogy a leveles szárba és a szemtermésbe épült N és P mennyi-

sége közelálló. A K, Ca, Mg, B, Sr elemek döntő hányada a szalmában halmozódott fel. A földfeletti biomasszába épült B 81, Mg 83, Ca 95, Sr több mint 97%-át találjuk a szárban, amit visszaszántunk a talajba.

5. táblázat. *K-trágyázás hatása a bab elemtartalmára 1997-ben (mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhorcsók, Mezőföld)*

Al-K ₂ O mg/kg	Szárban (%)			Szemben (%)
	(1)			(2)
	K	Ca	Mg	K
191	1,03	1,45	0,58	1,17
289	2,04	1,24	0,47	1,32
515	2,68	1,22	0,40	1,35
SzD _{5%} (3)	0,13	0,04	0,07	0,08
Átlag (4)	1,92	1,30	0,48	1,28

Megjegyzés: Sr-trágyázás igazolhatóan növelte a szár (59-ről 71 mg/kg-ra) és a szemtermés (2,4-ről 3,0 mg/kg-ra) Sr-tartalmát.

Table 5. The effect of K fertilisation on the element content of bean in 1997 (calcareous chernozem loamy soil, Nagyhorcsók, Mezőföld). (1) In the stem (%), (2) In the grain (%), (3) LSD_{5%}, (4) Average. Note: the Sr fertilisation significantly increased the Sr content of the stem (from 59 to 71 mg kg⁻¹) and the grain (from 2.4 to 3.0 mg kg⁻¹).

A felvett N nagyobb része a levegőből származik, melynek egy része szintén a talajt gazdagíthatja a szár beszántásával. Az 1 t szemtermés és a hozzátartozó melléktermés úgynevezett fajlagos elemtartalma kísérleti körülményeink között 78 kg N, 56 kg K (67 kg K₂O), 31 kg Ca (43 kg CaO), 13 kg Mg (22 kg MgO), 10 kg P (23 kg P₂O₅). A mérsékelt szemterméssel érzékelhetően csak P-ban szegényedik a talajunk. A szaktanácsadás számára korábban javasolt 20-30-30-10=P₂O₅-K₂O-CaO-MgO kg/t tervezett szemterméshez irányszámok elfogadhatóak. Jelen kísérletben a fajlagos K, Ca, Mg tartalmak a rendkívül tág szalma/szem tömegarányok miatt félrevezetőek lehetnek és egy aszályos év viszonyait tükrözik.

6. táblázat. A bab átlagos összetétele és elemfelvétele 1997-ben
(mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörcsök, Mezőföld)

Elem jele (1)	Mérték- egység (2)	Elemtartalom (3)		Mérték- egység (2)	Elemfelvétel (4)		*Fajlagos tartalom (5)	
		Szár (6)	Szem (7)		Szár (6)	Szem (7)		Összes (8)
N	%	1,60	4,13	kg/ha	43,2	49,6	93	78
K	%	1,92	1,28	kg/ha	51,8	15,4	67	56
Ca	%	1,30	0,13	kg/ha	35,1	1,6	37	31
Mg	%	0,48	0,18	kg/ha	13,0	2,2	15	13
P	%	0,22	0,50	kg/ha	5,9	6,0	12	10
B	mg/kg	27	12	g/ha	73	14	87	72
Sr	mg/kg	59	3	g/ha	159	4	163	136

*Az 1 t szem és a hozzátartozó földfeletti melléktermés elemtartalma.

Tábla 6. Average composition and element uptake of bean in 1997 (calcareous chernozem loamy soil, Nagyhörcsök, Mezőföld). (1) Element, (2) Measurement unit, (3) Element content, (4) Element uptake, (5) Specific content, (6) Stem, (7) Grain, (8) Total. *Element content of 1 t grain and its related secondary yield.

IRODALOM

- Antal J.*: 1987. Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Balás Á.*: 1889. Általános és különleges mezőgazdasági növénytermelés. II. kiadás. Czéh Sándor-féle Könyvnyomda. Magyar-Óvár.
- Baranyai F.–Fekete A.–Kovács I.*: 1987. A magyarországi talaj-tápanyagvizsgálatok eredményei. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Bergmann, W.*: 1992. Nutritional Disorders of Plants. Gustav Fischer Verlag. Jena-Stuttgart-New York.
- Berger, K. C.–Truog, E.*: 1944. Boron tests and determination for soils and plants. Soil Sci. 57: 25–36.
- Cserháti S.*: 1901. Általános és különleges növénytermelés. Czéh Sándor-féle Könyvnyomda. Magyar-Óvár.
- Eaton, F. M.*: 1944. Deficiency, toxicity and accumulation of B in plants. J. Agric. Res. 69: 237–277.
- Egnér, H.–Riehm, H.–Domingo, W. R.*: 1960. Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. K. Lantbr. Högsk. Ann. 26: 199–215.
- Finck, A.*: 1979. Dünger und Düngung. Verlag Chemie. Weinheim. New York.
- Grábner E.*: 1948. Szántóföldi növénytermesztés. Pátria Kiadó. Budapest.
- Kádár I.*: 2005. A műtrágyázás hatása a bab (*Phaseolus vulgaris* L.) termésére és elemfelvételére. Agrokémia és Talajtan. 54. 1–2: 93–104.
- Kádár I.–Csathó P.*: 2011. A kálium és a bór elemek közötti kölcsönhatások vizsgálata tavaszi repcében. Agrokémia és Talajtan. 60. 2: 359–370.
- Kádár I.–Csathó P.*: 2012. A kálium és a bór elemek közötti kölcsönhatások vizsgálata kukoricában. Növénytermelés. 61. 3: 37–57.
- Keren, R.–Bingham, F. T.*: 1985. Boron in water, soils and plants. Advances in Soil Science. 1: 229–276.
- Kjeldahl, J.*: 1891. Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern. Zeitschr. f. analyt. Chemie. 22: 366–382.
- Lakanen, E.–Erviö, R.*: 1971. A comparison of eight extractants for the determination of plant available microelements in soils. Acta Agr. Fenn. 123: 223–232.
- Láng G.*: 1976. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- MÉM NAK*: 1978. A TVG tápanyagvizsgáló laboratórium módszerfüzete. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Budapest. 48.
- MÉM NAK*: 1979. Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Budapest.
- Radics L.*: 1994. Gyomirtás a kiskertekben. Magyar Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Radics L.*: 2002. Alternatív növények termesztése. II. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest.
- Radics L.*: 2003. Növénytermesztés határok nélkül. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest.

- Sandsted, R. F.*: 1989. Dry beans. [In: Plucknett, D. L.-Sprague, H. B. (eds.) Detecting mineral nutrient deficiencies in tropical and temperate crops.] Westview Press. Boulder. San Francisco. London. 105-115.
- Sillanpää, M.*: 1982. Micronutrients and the nutrient status of soils. A global study. FAO Soils Bulletin N. 48. Rome. 444.
- Sippola, J.-Erviö, R.*: 1977. Determination of boron in soils and plants by the azomethine-H method. Finn. Chem. Lett. 138-140.
- Tyurin, I. V.*: 1937. Organicszeszkie vescsesztva pocsv. Szelhozgiz. Moszkva.

A szerző levelezési címe - Address of the author:

Dr. Kádár Imre
MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet
Budapest
Herman O. u. 15.
H-1022

A kukorica tápanyag- és vízhasznosításának vizsgálata két eltérő időjárású évben

KARANCSI LAJOS GÁBOR

Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma,
Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Növénytudományi Intézet, Debrecen

Összefoglalás

A Hajdúságban mészlepedékes csernozjom talajon különböző tápanyagellátottság mellett kispárcellás tartamkísérletben vizsgáltuk az SY Afinity kukoricahibrid termését, vízhasznosítását, és tápanyag reakcióját a 2011. és 2012. évben. A kísérletben hat tápanyagszintet alkalmaztunk. Az alapdózis 30 kg N, 22,5 kg P₂O₂ és 26,5 kg K₂O volt. Ennek az alapdózisnak két-három-négy- és ötszörösét juttattuk ki a kísérleti parcellákra. Megállapítottuk azt, hogy a 2011. évi kedvező terméseredményekhez nagymértékben hozzájárult a kukorica virágzásának és termékenyülésének időszakában lehullott nagy mennyiségű (175,0 mm) csapadék. A terméseredmények a 2011. évben 11 617 kg/ha és 15 963 kg/ha között, míg a 2012. évben 10 768 kg/ha és 14 972 kg/ha között változtak. Az optimális tápanyagszintnek 2011-ben az N₁₂₀+PK, míg 2012-ben az N₉₀+PK bizonyult. A műtrágyázás nélküli parcellában a 2011. évben az 1 mm csapadékra jutó termés 37,8 kg volt. Ez a mennyiség 2012-ben 42,4 kg/mm volt. A legkedvezőbb vízhasznosítást az SY Afinity hibrid a 2011. évben az N₁₂₀+PK tápanyagszinten adta (51,9 kg/mm). A 2012. évben a legkedvezőbb vízhasznosítást az N₉₀+PK tápanyagszinten tapasztaltuk (59,0 kg/mm). Az 1 kg NPK hatóanyagra jutó termés azt bizonyította, hogy a legnagyobb terméstöbblet a kontroll kezeléshez képest az N₃₀+PK tápanyagszinten volt. Ez a 2011. évben 42,5 kg/kg NPK, míg a 2012. évben 18,0 kg/kg NPK volt. 2011-ben az N₆₀+PK tápanyagszinten minimális növekedést (3,9 kg/kg NPK) tapasztaltunk az N₃₀+PK tápanyagszinthez képest. Ezzel szemben az N₉₀+PK trágyakezelésben termésnövekedést (-1,4 kg/kg NPK) tapasztaltunk. 2012-ben az 1 kg NPK hatóanyagra jutó ter-

més az említett három tápanyagszinten alig változott. Az $N_{30}+PK$: 18,0 kg/kg, $N_{60}+PK$: 17,5 kg/kg, $N_{90}+PK$: 17,7 kg/kg. Az $N_{120}+PK$ trágyakezelés esetén az $N_{90}+PK$ trágyázási szinten mért terméshez képest termésnövekedést mértünk (-11,4 kg/kg NPK). Az optimális trágyaadag a 2011. évben 117 kg/ha N+PK hatóanyag volt, amely biztosította a legnagyobb termés elérését (15 963 kg/ha). A 2012. évben a legnagyobb termés (14 972 kg/ha) eléréséhez 111 kg N+PK hatóanyagú műtrágya volt szükséges.

Kulcsszavak: kukorica, termés, trágyázás, tápanyagszint, vízhasznosítás

Examination of the nutrient and water utilisation of maize in two years with different weather

L. G. KARANCSI

University of Debrecen, Centre for Agricultural and Applied Economic Sciences,
Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management,
Institute of Crop Sciences, Debrecen

Summary

The yield, water utilisation and nutrient reaction of the SY Afinity maize hybrid were examined on calcareous chernozem soil in the Hajdúság region in a small plot long-term experiment in the case of different nutrient supply levels in 2011 and 2012. Six nutrient levels were tested in the experiment. The basic dose was 30 kg N, 22.5 kg P_2O_5 and 26.5 kg K_2O . We applied two-three-four-five times the basic dose on the experiment plots. It was established that the large quantity (175.0 mm) of precipitation in the period of silking and fertilisation greatly contributed to the favourable yield obtained in 2011. The 2011 yield was between 11 617 kg ha⁻¹ and 15 963 kg ha⁻¹, while it was between 10 768 kg ha⁻¹ and 14 972 kg ha⁻¹ in 2012. The optimal fertiliser dose was shown to be $N_{120}+PK$ in 2011 and $N_{90}+PK$ in 2012. In 2011, yield per 1 mm precipitation was 37.8 kg in 2011 and 42.4 kg in 2012. The most favourable water utilisation was obtained in the case of $N_{120}+PK$ in 2011 (51.9 kg mm⁻¹). In 2012, the most favourable water utilisation characteristics were observed in the case of the $N_{90}+PK$ fertiliser dose (59.0 kg mm⁻¹). Yield per 1 kg NPK active ingredient showed that the highest yield surplus in comparison with the control treatment was obtained at the $N_{30}+PK$

fertiliser level. This surplus was 42.5 kg per 1 kg NPK in 2011 and 18.0 kg per 1 kg NPK in 2012. In 2011, minimum increase (3.9 kg per 1 kg NPK) was observed at the $N_{60}+PK$ fertiliser level in comparison with the $N_{30}+PK$ level. In contrast, yield decrease was observed in the $N_{90}+PK$ fertiliser treatment (-1.4 kg per 1 kg NPK). In 2012, yield per 1 kg NPK active ingredient was hardly any different at the three examined fertiliser doses. $N_{30}+PK$: 18.0 kg kg⁻¹, $N_{60}+PK$: 17.5 kg kg⁻¹, $N_{90}+PK$: 17.7 kg kg⁻¹. In the case of the $N_{120}+PK$ fertiliser treatment, we observed yield reduction (-11.4 kg per 1 kg NPK) in comparison with the yield obtained at the $N_{90}+PK$ fertiliser level. In 2011, the optimal fertiliser dose was 117 kg ha⁻¹ N+PK active ingredient which provided the highest yield (15 963 kg ha⁻¹). In 2012, a fertiliser dose containing 111 kg N+PK active ingredient was needed to achieve the highest yield (14 972 kg ha⁻¹).

Key words: maize, yield, fertilisation, nutrient level, water utilisation

Исследование использования питательного вещества и воды кукурузой в два различных по погоде года

Л. Г. КАРАНЧИ

Центр Аграрных и Прикладных Экономических Наук Дебреценского Университета, Сельскохозяйственный, Пищевой и Экохозяйственный Факультет, Институт Растениеводства, Дебрецен

Резюме

На территории Хайдушэг (Hajdúság) на чернозёмной почве с известковым налётом вместе с различным обеспечением питательными веществами в малопарцельном продолжительном опыте исследовали результаты урожая, использование воды и реакции на питательные вещества гибрида кукурузы SY Afinity в 2011-ом и в 2012-ом годах. В опыте применяли шесть уровней питательного вещества. Основная доза была 30 kg N, 22,5 kg P₂O₂ и 26,5 kg K₂O. Вносили также и двух-трёх-четырёх- и пятикратные количества этих доз на опытные парцеллы. Установили, что благоприятным результатам урожая 2011-го года в большой мере способствовало выпавшее в период цветения и оплодотворения кукурузы большое количество осадков (175,0 mm). Результаты урожая в 2011-ом году изменялись от 11 617 kg/ha до 15 963 kg/ha, а в

2012-ом году от 10 768 kg/ha до 14 972 kg/ha. Оптимальным уровнем питательного вещества в 2011-ом году оказался $N_{120}+PK$, а в 2012-ом $N_{90}+PK$. В парцелле без искусственных удобрений в 2011 году на 1 мм осадков приходилось 37,8 kg урожая. Это количество в 2012-ом году было 42,4 kg/mm. Самое благоприятное водопользование дал гибрид SY Afinity в 2011 году на уровне $N_{120}+PK$ питательного вещества (51,9 kg/mm). В 2012 году обнаружили самое благоприятное использование воды на уровне питательного вещества $N_{90}+PK$ (59,0 kg/mm). Приходящийся на 1 kg действующего вещества NPK урожаем доказал то, что самая большая прибавка урожая по сравнению с контрольной дозой была на уровне питательного вещества $N_{30}+PK$. Это в 2011 году было 42,5 kg/kg NPK, а в 2012 году 18,0 kg/kg NPK было. В 2011 году на уровне питательного вещества $N_{60}+PK$ обнаружили минимальный рост (3,9 kg/kg NPK) по сравнению с уровнем $N_{30}+PK$ питательного вещества. В отличие от этого в дозах удобрения $N_{90}+PK$ обнаружили сокращение урожая (-1,4 kg/kg NPK). В 2012 году приходящийся на 1 kg действующего вещества NPK урожаем едва изменялся на упомянутых выше трёх уровнях питательного вещества. $N_{30}+PK$: 18,0 kg/kg, $N_{60}+PK$: 17,5 kg/kg, $N_{90}+PK$: 17,7 kg/kg. В случае дозы удобрения $N_{120}+PK$ по сравнению с урожаем, измеренным на уровне удобрения $N_{90}+PK$, измерили уменьшение урожая (-11,4 kg/kg NPK). Оптимальная доза удобрений в 2011 году была 117 kg/ha $N+PK$ действующего вещества, которое обеспечило достижение самого большого урожая (15 963 kg/ha). В 2012 году для достижения самого большого урожая (14 972 kg/ha) было необходимо 111 kg удобрения действующего вещества $N+PK$.

Ключевые слова: кукуруза, урожай, внесение удобрений, уровень питательного вещества, использование воды

Bevezetés

A növénytermesztés egyik legfontosabb és legnehezebb feladata is egyben az optimális műtrágyaadagnak a megállapítása, ugyanis figyelembe kell venni a termesztésben alkalmazott hibrid tápanyaghasznosító-képességét, műtrágyareakcióját és az évjáráthatást is (Nagy 2007). A nagy időjárási változékonyság a termelés egyik legnagyobb kockázati tényezője. A kis termés nem minden esetben tudható be a legkevesebb csapadéknak. A nagy termések csak kedvező csapadékviszonyok mellett alakulhatnak ki (Nagy 2006). Pekáry (1969) megállapította, hogy a műtrágyák hatékonyságát a talajok tápanyagszolgáltató-

képessége, illetve ezen felül a termőhely éghajlata és az adott év időjárása is nagymértékben befolyásolta. *Pepó* (2009) kutatásai során igazolta, hogy alapján véve a vízellátás határozta meg a trágyázás termésmenvelő hatását, azzal, hogy befolyásolta a műtrágyák hatóanyagainak érvényesülését (*Lente és Pepó*, 2009). *Pummer et al.* (1995) szerint a csapadék a műtrágya hatás és hasznosulás szempontjából nem hagyható figyelmen kívül. *Sárvári és Boros* (2009) nagyon szoros összefüggést állapított meg az évjárathatás, a műtrágyázás és a kukoricahibridek termése között. Nagyon száraz, aszályos években a műtrágyázásnak nem volt termésmenvelő hatása, míg kedvező években akár 50%-kal is növelte a termést. A fajtaspecifikus trágyázás a tápanyag-gazdálkodás egyik fontos tényezője. Az eltérő genotípusú fajtáknak különbözőek az agronómiai és a növényfiziológiai tulajdonságaik (*Pepó* 2001). *Huang et al.* (2010) megállapította, hogy a kiegyensúlyozatlan műtrágyázás hosszú távon nemcsak, hogy nem növelte a kukorica termését, de talajsavanyodást is okozott. A kukorica nitrogén felvétele a vegetációs periódusban az öntözés és az évjárat hatására jelentősen módosult (*Nagy és Ványiné* 2009). *Berzsenyi és Lap* (2003) kutatásai azt bizonyították, hogy a különböző kukoricahibridek nitrogén hatékonysága eltérő. Eredményeik alapján a kukorica szemtermése fokozatosan emelkedett a N-műtrágya dózisének növelésekor egészen N_{160} tápanyagszintig. *Rácz és Nagy* (2011) kísérleti eredményei szerint a közepes-jó NPK-val ellátott csernozjom talajokon a 120 kg/ha-os N hatóanyagú műtrágyaadagnál nagyobb dózisok már nem növelték gazdaságos mértékben a termés mennyiségét, sőt száraz időjárás esetén közvetlen módon csökkentették is azt. *Pepó* (2008) kutatási eredményei bizonyították, hogy az optimális trágyaadagot a vetésváltás nagymértékben meghatározta. Megállapította azt is, hogy a vetésváltás jelentős mértékben befolyásolta a kukorica termését, míg a tápanyagellátás és a tőszám csak módosította azt.

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat a Debreceni Egyetem AGTC MÉK Növénytudományi Intézet Látóképi Telepén végeztük. A telep Debrecentől 15 km-re a Hajdúsági löszháton kialakult mészlepedékes csernozjom talajon helyezkedik el. A talaj jó kultúrállapotú, középkötött, talajfizikailag a vályog kategóriába sorolható. Humusz-tartalma közepes, kémhatása közel semleges. A talaj vízgazdálkodási tulajdonságai kedvezőek. A tartamkísérlet 1983-ban került beállításra.

A kísérletben vizsgált hibrid a Syngenta Seeds vetőmag nemesítő által forgalmazott SY Afinity volt. Tenyészideje FAO 470. A hibridet 72 000 ha csíraszámmal vetettük. A kezelések hat tápanyagszintet jelentettek (1. táblázat). A nitrogént 50-50%-ban ősssel és tavasszal 34%-os ammóniumnitrát formájában, a foszfor és a kálium műtrágyaadagot 100%-ban ősssel, 10:15:18 speciális komplex műtrágya formájában juttattuk ki. A kísérlet előveteménye mindkét évben őszi búza volt.

1. táblázat. A kísérletben kijuttatott műtrágya hatóanyag dózisosok
(Debrecen, csernozjom talaj)

Kezelés (1)	N	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O
Kontroll (2)	0	0	0
1	30	22,5	26,5
2	60	45,0	53,0
3	90	67,5	79,5
4	120	90,0	106,0
5	150	112,5	132,5

Table 1. Applied fertiliser active ingredient doses (Debrecen, Chernozem soil). (1) Treatment, (2) Control.

A két év csapadékadatát összehasonlítva azt állapíthatjuk meg, hogy a 2011. év téli félévének csapadéka (251,0 mm) meghaladta mind a 2012. év téli félévének csapadékát (136,3 mm), mind pedig a sokévi átlag téli félévének csapadékmennyiségét (220,2 mm). 2011. év április hónapjában lehullott 15,6 mm, illetve a 2012. év áprilisában esett 20,7 mm csapadék, elmaradt a sokévi átlagtól (42,4 mm). A 2012. év májusában 71,9 mm, júniusában 91,7 mm csapadék hullott, ami meghaladta a 30 éves átlagot (május: 58,8 mm és június: 79,5 mm) és a 2011. év ezen hónapjaiban mért csapadékot (52,3 mm és 22,0 mm). A 2012. év július hónapja (65,3 mm) csapadék hasonlóan alakult, mint a sokévi átlag (65,7 mm), de így is elmaradt a 2011. évi július hónapja csapadék mennyiségétől (175,0 mm). A 2012. év augusztus hónapjában rendkívül kevés csapadék hullott (4,1 mm). Ehhez képest 2011 augusztusában 42,7 mm csapadék esett, de még ez sem közelítette meg a 30 éves átlag ezen időszakban hullott csapadékmennyiségét (60,7 mm).

A hőmérsékleti adatok összehasonlításából arra az eredményre jutottunk, hogy 2012. év téli félévének átlaghőmérséklete kisebb volt (10,7 °C), mint a 2011. év téli félévének átlaghőmérséklete (14,2 °C) és a 30 éves átlaghőmérséklet (17,2 °C). Az áprilisi átlaghőmérsékletek közül 2011-ben mértük a legmagasabbat (12,2 °C). A vizsgált két év május hónapi átlaghőmérséklete (16,4 °C) megegyezik és meghaladja a sokévi átlagot (15,8 °C). 2012 júniusában 20,9 °C, júliusában 23,3 °C és augusztusában 22,5 °C átlaghőmérsékletet mértünk, amely felülmúlta mind a 2011. év ezen hónapjaiban mért átlaghőmérséklet értékeit, mind a sokéves átlaghőmérsékleteket (2. táblázat).

2. táblázat. *Fontosabb meteorológiai adatok*
(Debrecen, 2011–2012)

Csapadék (mm)	Okt.–Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl.	Aug.	Összesen
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
2011	251,0	15,6	52,3	22,0	175,0	42,7	558,6
2012	136,3	20,7	71,9	91,7	65,3	4,1	390,0
30 éves átlag (9)	220,2	42,4	58,8	79,5	65,7	60,7	527,3
Hőmérséklet (°C)	Okt.–Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl.	Aug.	Átlag
(10)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(11)
2011	14,2	12,2	16,4	20,5	20,4	21,4	17,5
2012	10,7	11,7	16,4	20,9	23,3	22,5	17,6
30 éves átlag (9)	17,2	10,7	15,8	18,7	20,3	19,6	17,1

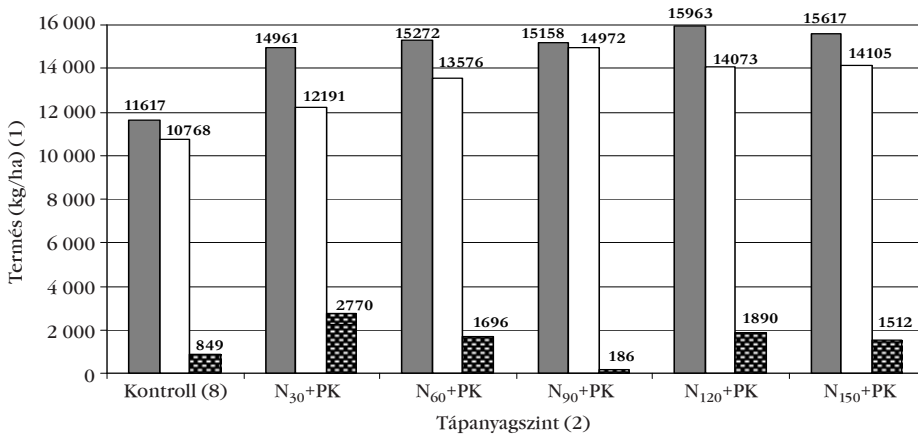
Table 2. Some important meteorological data (Debrecen, 2011–2012). (1) Precipitation, (2) October–March, (3) April, (4) May, (5) June, (6) July, (7) August, (8) Amount, (9) 30-year-average, (10) Temperature, (11) Average.

Eredmények

Vizsgáltuk az SY Afinity hibrid terméseredményeit a 2011. és a 2012. években. A legkisebb termést a 2011-ben a kontroll (11 617 kg/ha), míg a legnagyobb termést az N₁₂₀+PK tápanyagszinten kaptuk (15 963 kg/ha). A 2012-ben a legkisebb termést ugyancsak a trágyázatlan kezelésben mértük (10 768 kg/ha), a legnagyobb termést pedig az N₉₀+PK trágyakezelés adta (14 972 kg/ha). A két vizsgált év terméseredménye között a legkisebb különbséget az N₉₀+PK tápanyagszinten (186 kg/ha), míg a legnagyobb terméskülönbséget az N₃₀+PK

tápanyagszinten tapasztaltuk (2770 kg/ha). A 2011-ben a tápanyagszintek között szignifikáns különbséget kaptunk a kontrollon, valamint az N₃₀+PK, N₆₀+PK, N₉₀+PK, N₁₂₀+PK, N₁₅₀+PK tápanyagszinteken mért termések között. Továbbá az N₃₀+PK és N₁₂₀+PK tápanyagszinten kapott termések között. A 2012-ben szignifikáns különbséget tapasztaltunk a kontrollon és az N₃₀+PK, N₆₀+PK, N₉₀+PK, N₁₂₀+PK, N₁₅₀+PK tápanyagkezelésben kapott termések között, valamint az N₃₀+PK-N₆₀+PK, N₃₀+PK-N₉₀+PK, N₃₀+PK-N₁₂₀+PK és N₃₀+PK-N₁₅₀+PK trágyakezelésekben tapasztalt terméseredmények között (1. ábra).

1. ábra. A vizsgált hibrid termésátlagának alakulása a különböző tápanyagszinteken (Debrecen, csernozjom talaj, 2011–2012)



SzD_{5%} (2011) (6): 912
SzD_{5%} (2012) (7): 939

■ 2011. év termése (3) □ 2012. év termése (4) ■ Terméskülönbség (5)

Figure 1. Average yields of the SY Afinity hybrid at the different nutrient levels (Debrecen, Chernozem soil, 2011–2012). (1) Yield (kg ha⁻¹), (2) Nutrient level, (3) Yield 2011, (4) Yield 2012, (5) Difference in yields, (6) LSD_{5%} 2011, (7) LSD_{5%} 2012, (8) Control.

Kiszámoltuk a kukoricahibrid 2011. és 2012. évi vízhasznosítását. Az 1 mm csapadékra jutó legrosszabb vízhasznosítást mindkét évben a kontroll kezelésben tapasztaltuk (a 2011. évben: 37,8 kg/mm, míg a 2012. évben: 42,4 kg/mm). Az 1 mm csapadékra jutó termés legkisebb különbségét mindkét évben az N₃₀+PK tápanyagszinten kaptuk (2011-ben 48,6 kg/mm, 2012-ben 48,1 kg/mm).

2011. évben a legkedvezőbb vízhasznosítást (51,9 kg/mm) az $N_{120}+PK$ tápanyagkezelésben, a 2012. évben pedig az $N_{90}+PK$ tápanyagkezelésben állapítottuk meg (59,0 kg/mm) (2. ábra).

2. ábra. Az SY Afinity hibrid vízhasznosítása az eltérő tápanyag-ellátottsági szinteken (Debrecen, 2011–2012)

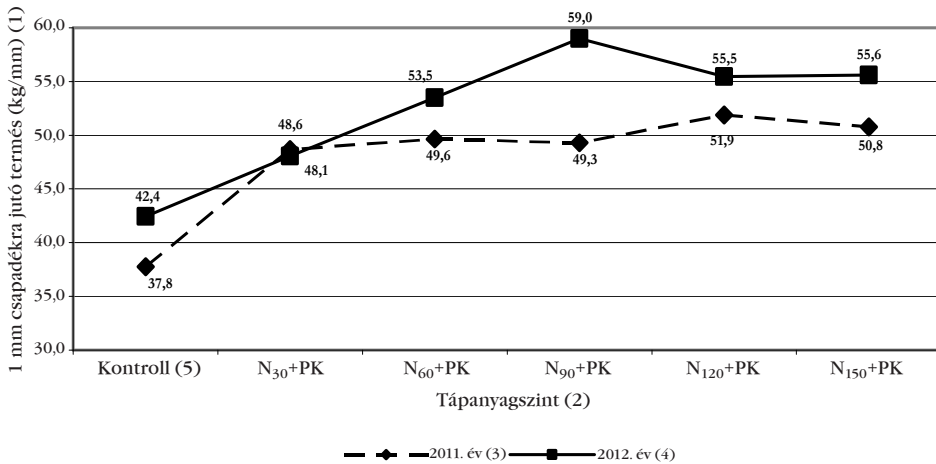


Figure 2. Water utilisation of the SY Afinity hybrid at the different nutrient levels (Debrecen, 2011–2012). (1) Yield per 1 mm precipitation (kg mm⁻¹), (2) Nutrient-level, (3) Year 2011, (4) Year 2012, (5) Control.

Vizsgáltuk az 1 kg NPK hatóanyagra jutó termést, amelyet a 3. ábra szemléltet. Megállapítottuk azt, hogy az egységnyi műtrágyamennyiségre jutó legnagyobb terméstöbbletet az $N_{30}+PK$ tápanyagkezelésben tapasztaltuk (2011: 42,3 kg/kg NPK, 2012: 18,0 kg/kg NPK) a kontroll kezeléshez képest. A 2011. évben az $N_{60}+PK$ tápanyagszinten kis mennyiségű termésnövekedést kaptunk az $N_{30}+PK$ tápanyagszinthez képest (3,9 kg/kg NPK). Az $N_{90}+PK$ trágyakezelésben 1,4 kg/kg NPK -os terméscsökkenést kaptunk az $N_{60}+PK$ trágyázási szinthez képest. Az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten 10,2 kg/kg NPK volt a növekedés az $N_{90}+PK$ tápanyagkezeléshez képest. A 2012. évben az 1 kg NPK hatóanyagra számítva az $N_{30}+PK$ trágyázási szinten mért terméshez képest az $N_{60}+PK$ tápanyagszinten 17,5 kg/kg NPK, míg az $N_{60}+PK$ tápanyagszinten mért terméshez képest az $N_{90}+PK$ tápanyagszinten 17,7 kg/kg volt a termésnövekedés.

3. ábra. Az 1 kg NPK hatóanyagra jutó termés alakulása
(Debrecen, 2011–2012)

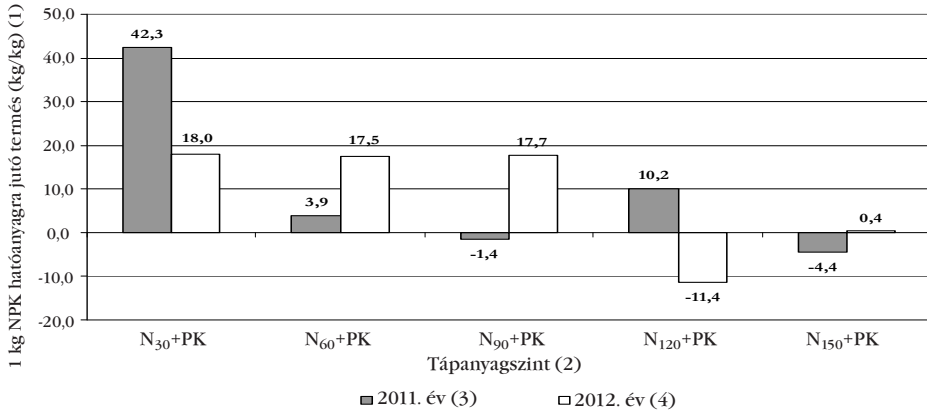


Figure 3. Yield growth per each kg applied NPK fertilizer active ingredient (Debrecen, 2011–2012). (1) Yield (kg kg⁻¹), (2) Nutrient level, (3) Year 2011, (4) Year 2012.

4. ábra. Az SY Afinity hibrid tápanyag reakciójának vizsgálata
regresszió analízissel
(Debrecen, 2011–2012)

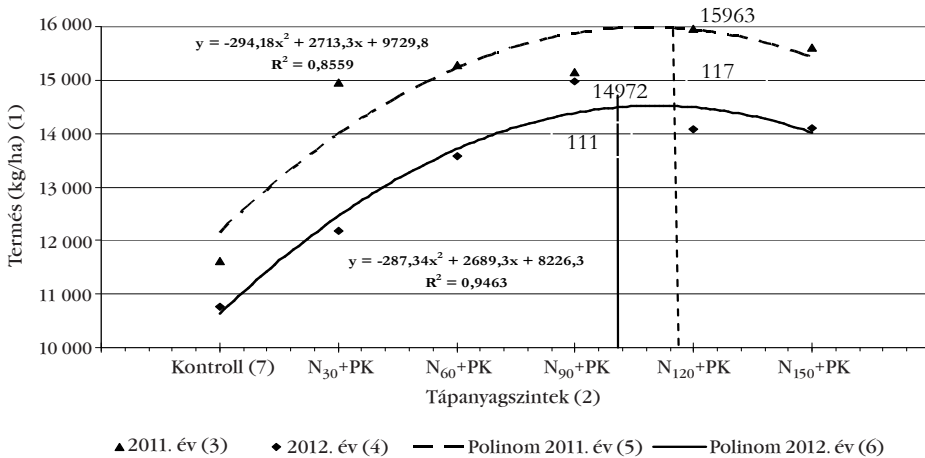


Figure 4. Nutrient response of the SY Afinity hybrid with regression analysis (Debrecen, 2011–2012). (1) Yield (kg ha⁻¹), (2) Nutrient level, (3) Year 2011, (4) Year 2012, (5) Polynom 2011, (6) Polynom 2012, (7) Control.

A 4. ábra mutatja az SY Afinity hibrid tápanyag-hasznosító képességét és műtrágya optimum értékeit a 2011. és 2012. évben. Bizonyítottuk, hogy a vizsgált hibrid a 2011. évben jobban hasznosította a rendelkezésre álló tápanyagot, mint a 2012. évben. Köszönhető ez a 2011. év kedvezőbb időjárási feltételeinek. A maximális termést a 2011. évben az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten (15 963 kg/ha), míg a 2012. évben az $N_{90}+PK$ trágyakezelésben mértük (14 972 kg/ha). Regresszió-analízissel, parabolikus függvényillesztéssel kiszámoltuk a vizsgált hibrid műtrágya optimum értékeit. Megállapítottuk azt, hogy a 2011. évben a maximális termés eléréséhez 117 kg/ha N+PK hatóanyagú műtrágya, míg a 2012. évben 111 kg/ha N+PK hatóanyagú műtrágya kellett.

Következtetések

A kísérletet a Debreceni Egyetem AGTC MÉK Növénytudományi Intézet Látóképi Telepén állítottuk be csernozjom talajon. Vizsgáltuk az SY Afinity kukorica-hibrid terméseredményét, vízhasznosítását, tápanyag reakcióját a 2011. és 2012. évben. 2011-ben a virágzás szakaszában lehullott 175 mm csapadék kedvezően befolyásolta a termést, illetve a műtrágya-hasznosulását, ugyanis a különböző trágyakezelésekben a termés mennyisége 11 617 kg/ha és 15 963 kg/ha között változott. Ezen eredményeink igazolták *Pepó* (2009) megállapítását, miszerint a vízellátás hatása döntően befolyásolja a trágyázás termésnövelő hatását.

A legtöbb termést az $N_{120}+PK$ tápanyagkezelésben kaptuk (15 963 kg/ha). A 2012. év terméseredményei elmaradtak a korábbi év terméseihez képest. Azok 10 768 kg/ha és 14 972 kg/ha között alakultak. Az említett évben az optimális tápanyagszint az $N_{90}+PK$ trágyakezelés volt. A terméseredmények bizonyították *Rácz* és *Nagy* (2011) megállapítását, mely szerint a 120 kg/ha-os hatóanyagú műtrágyaadagot meghaladó műtrágya dózisok már nem növelték a termés mennyiségét, sőt szárazabb időjárás esetén csökkentették is azt. Az 1 mm csapadéokra jutó terméseredmények azt mutatták, hogy a 2012. tenészevben lehullott 390,0 mm csapadékot a vizsgált hibrid jobban hasznosította, mint a 2011-ben lehullott 558,6 mm csapadékot, ugyanis 2012-ben az 1 mm csapadékra jutó termések 42,4 kg/mm és 59,0 kg/mm között változtak. Szemben a 2011. évi 37,8 kg/mm és 51,9 kg/mm közöttivel. Az 1 kg NPK hatóanyagra jutó termés kiszámításából azt az eredményt kaptuk, hogy egységnyi műtrágyamennyiségre jutó legnagyobb terméstöbbséget az $N_{30}+PK$ tápanyagkezelésben

volt. A 2011. évben 42,3 kg/kg NPK, a 2012. évben pedig 18,0 kg/kg NPK. A regresszió analízis eredményéből azt tapasztaltuk, hogy a 2011. évben a maximális termés eléréséhez 117 kg/ha N+PK hatóanyagú műtrágya, míg a 2012. évben 111 kg/ha N+PK hatóanyagú műtrágya kellett. Az ezen felüli műtrágyadózisok már terméscsökkenést okoztak.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás részben az Európai Unió és Magyarország támogatásával a TÁMOP 4.2.4. A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú „Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program” című kiemelt projekt keretei között valósult meg.

IRODALOM

- Berzsenyi Z.–Dang Q. L.*: 2003. A N-műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) hibridek szemtermésére és N-műtrágyareakciójára tartamkísérletben. *Növénytermelés*. 52. 3–4: 389–408.
- Huang, S.–Zhang, W.–Yu, X.–Huang, Q.*: 2010. Effect of long-term fertilization on corn productivity and its sustainability in an Ultisol of southern China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 138: 44–50.
- Lente Á.–Pepó P.*: 2009. Az évjárat és néhány agrotechnikai tényező hatása a kukorica termésére csernozjom talajon. *Növénytermelés*. 58. 3: 39–51.
- Nagy J.*: 2006. A vízellátás hatása a korai (FAO 300-399) éréscsoportba tartozó kukorica-hibridek termésére öntözés nélküli termesztésben. *Növénytermelés*. 55. 1–2: 103–112.
- Nagy J.*: 2007. *Kukoricatermesztés*. Akadémiai Kiadó. Budapest. 393.
- Nagy J.–Ványiné Széles A.*: 2009. Az öntözés és a műtrágyázás hatásának értékelése a kukorica (*Zea mays* L.) nitrogén dinamikájára klorofill-mérő segítségével. [In: Harcsa M. (szerk.) V. Növénytermesztési Tudományos Nap. Gazdálkodás–Klíma-változás–Társadalom.] Keszthely. 161–164.
- Pekáry K.*: 1969. N-, P-, K-műtrágyaadagolási kísérletek kukoricával két északkelet-magyarországi termőhelyen. [In: Fő I. (szerk.) *Kukoricatermesztési kísérletek 1965–68.*] Akadémiai Kiadó. Budapest. 186–201.
- Pepó P.*: 2001. A tápanyag-gazdálkodás szerepe a környezetbarát, fenntartható növénytermesztésben. *Gyakorlati Agrofórum*. 12. 7: 6–9.

- Pepó P.*: 2008. Az intenzív gabonatermesztés (őszi búza, kukorica) környezetvédelmi összefüggései. [In: *Pepó P.* (szerk.) A környezetvédelem és élelmiszerbiztonság a növénytermesztésben – Environmental protection and food safety in crop production. Hungarian-Slovakian Intergovernmental S&T Cooperation. 2007–2008.] 73–82.
- Pepó P.*: 2009. A kukorica (*Zea mays* L.) termése és növénydőlése száraz és csapadékos évjáratban csernozjom talajon. *Növénytermelés*. 58. 3: 4. 53–66.
- Pummer L.–Krisztián J.–Holló S.–Perényi M.*: 1995. A műtrágya–csapadék–termés kapcsolata kukorica tartamkísérlet mérési eredményei alapján. *Növénytermelés*. 44. 5–6: 535–545.
- Rácz Cs.–Nagy J.*: 2011. A víz- és tápanyagellátottság, illetve –hasznosulás megítélésének kérdései kukorica terméseredmények vonatkozásában. *Növénytermelés*. 60. 1: 97–114.
- Sárvári M.–Boros B.*: 2009. A kukorica hibridspecifikus trágyázása és optimális tőszáma. *Agrofórum*. 20. 27: 40–45.

A szerző levelezési címe – Adress of the author:

Karancsi Lajos Gábor
Debreceni Egyetem AGTC MÉK
Növénytudományi Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032

Biotrágyák hatása kukorica hibridek néhány növényfiziológiai paraméterére

¹NAGY LÁSZLÓ GÉZA – ¹NAGY LÁSZLÓ – ²BODNÁR KARINA – ²MAKLEIT PÉTER –
²LÉVAI LÁSZLÓ – ²VERES SZILVIA – ²TÓTH BRIGITTA

¹Agrárpraxis Kft., Kiskunlacháza

²Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma,
Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Növénytudományi Intézet, Debrecen

Összefoglalás

Munkánk során két baktérium alapú biotrágya hatását vizsgáltuk kukoricán (*Zea mays* L. DKC 4890, DKC 5007, DKC 5276), laboratóriumi körülmények között. Az egyik biotrágya, melyet „A”-val jelöltünk 2 baktérium törzset tartalmaz az *Azotobacter chroococcum*ot és a *Bacillus megaterium*ot. A másik biotrágya („B”) *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter vinelandii*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus polymyxa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces albus* törzseket tartalmaz.

A kísérlet során mértük a kukorica gyökerének és a hajtásának száraz tömegét, a második és harmadik levél relatív klorofill tartalmát (SPAD-érték), a fotoszintetikus pigmentek mennyiségét (klorofill-a, klorofill-b, karotinoidok).

Eredményeink alapján azt a következtetést vonjuk le, hogy a különböző kukorica hibridekre eltérő módon hatott a két baktérium alapú biotrágya. Az „A” jelű biotrágya a mind a három hibrid hajtásának száraz tömegét növelte, míg a „B” jelű baktériumtrágya a DKC 4590 és DKC 5007 hibrideknél volt hatékony. A gyökér száraz tömegét az „A” biotrágya kezelés növelte a DKC 4590 és DKC 5276 hibrideknél. A többi vizsgált paramétereknél is eltérő eredményt adott a két baktérium alapú biotrágya összehasonlítása.

Kulcsszavak: biotrágya, kukorica, tápanyag-utánpótlás

Effect of biofertilisers on certain physiological parameters of maize hybrids

¹G. L. NAGY-¹L. NAGY-²K. BODNÁR-²P. MAKLEIT-²L. LÉVAI-²SZ. VERES-²B. TÓTH

¹Agrárpraxis Ltd., Kiskunlacháza

²University of Debrecen Center for Agricultural and Applied Economic Sciences,
Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management,
Institute of Crop Sciences, Debrecen

Summary

The effects of two living bacteria containing biofertilisers were examined on maize (*Zea mays* L. DKC 4890, DKC 5007, DKC 5267) under laboratory conditions. One of the biofertilisers which was marked with “A” contains two bacteria (*Azotobacter chroococcum* and *Bacillus megaterium*). The other biofertiliser (“B”) contains the following bacteria: *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter vinelandii*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus polymyxa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces albus*.

The dry matter accumulation of roots and shoots, the relative chlorophyll content of the 2nd and 3rd leaves (SPAD unit), the photosynthetic pigments (chlorophyll-a, chlorophyll-b, carotenoids) were measured during the experiment.

Based on the results of the experiments, it was concluded that the living bacteria containing biofertilisers have different effects on the various maize hybrids. Biofertiliser “A” increased the dry weight of the DKC 5007, DKC 5276 and DKC 4590, while biofertiliser “B” has positive effects on the DKC 4590 and DKC 5007 hybrids. The other test parameters were also different depending on the comparison of the living bacteria containing biofertiliser.

Key words: biofertiliser, maize, nutrient supply

Влияние биоудобрений на некоторые физиологические параметры растений гибридов кукурузы

¹Л. Г.НАДЬ–¹Л. НАДЬ–²К. БОДНАР–²П. МАКЛЕЙТ–²Л. ЛЕВАИ–²С. ВЕРЕШ–²Б. ТОТ

¹Аграрная Практика, Кишкунлацхаза

²Дебреценский Университет, Центр Аграрных и Прикладных Экономических наук, Сельскохозяйственный, Пищевой и Экономический факультет, Институт Ботаники, Дебрецен

Резюме

В ходе нашей работы исследовали влияние биоудобрения, основанного на двух бактериях, на кукурузу (*Zea mays* L. DKC 4890, DKC 5007, DKC 5276) в лабораторных условиях. Одно удобрение, которое обозначили „А”, содержит 2 штамма бактерий: *Azotobacter chroococcum* и *Bacillus megaterium*. Второе биоудобрение („В”) содержит штаммы *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter vinelandii*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus polymyxa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces albus*.

В ходе опыта измеряли сухую массу корня и побегов кукурузы, относительное содержание хлорофила второго и третьего листа (SPAD-величина), количество фотосинтетических пигментов (хлорофил-а, хлорофил-в, каротиноиды).

На основании наших результатов мы сделали вывод, что на разные гибриды кукурузы по-разному влияло основанное на двух бактериях биоудобрение. Биоудобрение обозначенное „А” увеличило сухую массу побегов всех трёх гибридов, а обозначенное „В” бактериальное удобрение в гибридах DKC 4590 и DKC 5007 было эффективнее. Обработка биоудобрением „А” увеличило сухую массу корня у гибридов DKC 4590 и DKC 5276. У других исследованных параметров также различные результаты дало сравнение этих, основанных на двух бактериях, биоудобрений.

Ключевые слова: биоудобрение, кукуруза, внесение питательного вещества

Bevezetés

Az általános környezetvédelmi elvárások egyik alapvető eleme a felhasznált kémiai anyagok mennyiségének csökkentése. A műtrágyák alkalmazásának vissza-

szorulása kettős hatású: egyrészt csökken a termés mennyisége, másrészt javul a minőség és mérséklődik a környezet, a felszíni vizek szennyezettsége.

Talajainkat a növénytermesztés szempontjából akkor tudjuk a legoptimálisan felhasználni, illetve helyesen megművelni, ha nem tisztán fizikai és kémiai sajátosságokkal rendelkező élettelen tömegnek tekintjük, hanem olyan élő szervezetnek, amely az anyagcsere körfolyamatok következtében állandóan változtatja összetételét. A talajok termőképességének megítélésénél tisztában kell lenni azok élettani sajátosságaival.

A gyökerek, a talaj és a mikroorganizmusok között sajátos kölcsönhatás van (Pethő 2002). A mikroorganizmusok aktivitását elsősorban a talajban található szén hozzáférhetősége határozza meg (Demoling et al. 2007). A gyökerek által a rizoszférába kiválasztott szerves anyagok nem csupán szervesanyag-forrást jelentenek az ott élő mikroorganizmusok számára, hanem sajátos jeleknek is felfoghatók (Jones 1998).

A különféle növényfajok rhizoszférájának mikroflórájában eltérő mikroorganizmusok találhatóak (Marschner és Timonen 2004), melyek meghatározzák a talajtulajdonságait (Marschner et al. 2001) és a növény tápanyag-ellátottságát (Solaiman et al. 2007). A baktériumok számát a foszfor-trágyázás módosíthatja (Marschner 2004). A baktériumok szerepet játszanak a N, P és C körforgásában, az ammonifikációban, nitrifikációban és denitrifikációban (Sylvia et al. 1999, Xu et al. 2008). A mezőgazdasági gyakorlat már használ néhányat a kedvező hatású baktériumok közül, mint mikrobiális talaj inokulátumok (Rojas et al. 2001). A mikroorganizmusok számos csoportja, ide sorolva az *Arthrobacter*, a *Bacillus*, *Enterobacter*, *Serratia* és *Pseudomonas* fajokat közvetlenül hatnak a szója (*Glycine max* L.) növekedésére (Klopper et al. 1992). Ugyanakkor a burgonya és a cukorrépa rizoszférájából izolált mikroorganizmus populációknak csupán az 1–4%-a hatott kedvezően a növekedésre (Suslow et al. 1979). Ezek közül a legtöbb a *Pseudomonas* fajokhoz tartozott. Kedvező hatásuk oka, hogy szerves anyagot többnyire szerves anionokat, növekedésszabályozókat (Ali et al. 2009, Ahmed et al. 2010) és antibiotikumokat (Whipps 2001, Zehnder et al. 2001) termelnek.

A mikroorganizmusok elősegítik a növények tápanyagfelvételét is. Ez két alapvető hatásra vezethető vissza: 1. fokozzák a tápanyagok feltáródását, mobilitását, 2. közvetlenül is fokozzák a tápanyagfelvételt. Korai kutatások eredményeként tisztázódott (Gerretsen 1948, Katznelson és Bose 1959), hogy az inokulált baktériumok elősegítették a foszfor felvehetőségét, a szerves foszfátok mineralizációját fokozták, az oldhatatlan foszfátot oldhatóvá tették. A talaj inokulálása *Azospirillum brasilense*-szel a búza, a cirok és a kukorica esetében

jelentősen növelte a nitrogén, a kálium és a foszfor felvételét (*Morgenstein és Okon* 1987). A búza talaját inokulálva *Azospirillum*mal azt tapasztalták, hogy a gyökér csúcs mögötti része intenzívebben fejlődött, megnőtt a gyökérszőrök felülete, ami a tápanyagok fokozott felvételéhez vezetett (*Okon et al.* 1988).

Ma Magyarországon sajátos kínálati piac alakult ki a biotrágyák területén. Bőség van a különböző hibridekből is. A biotrágyák többnyire néhány azonos, de eltérő törzsű baktériumot tartalmaznak, amelyeknek jellemzője, hogy szinte kivétel nélkül van bennük a N-fixáló baktérium, több más pl. foszfor mobilizáló, vagy cellulóz bontó baktériummal együtt. Nem ismert ugyanakkor, hogy a termesztett hibridjeink miképpen viselkednek a különböző biotrágya-kezelések hatására. Felvetődik a kérdés; hasonló eredményességgel alkalmazható-e bármely biotrágya bármely termesztett növénynél?

Munkánk fő célkitűzése ezért az volt, hogy a fenti kérdésre választ keressünk, azaz igazoljuk, vagy elvessük a biotrágyák alkalmazásának eddigi 'mindenhol-mindig-ugyanazt' gyakorlatát, és rámutassak az esetleges termesztett fajta-biotrágya kapcsolat specifikusságára a kísérleteinkbe vont kukoricahibrideknél.

Anyag és módszer

Kísérleti növényként kukoricát (*Zea mays* L. cv. DKC 5007, DKC 5276, DKC 4890) használtunk. A magvak felületének fertőtlenítését 6%-os H_2O_2 -dal végeztük el. A fertőtlenített magvakat desztillált vízzel 5-ször öblítettük, majd 10 mM-os $CaSO_4$ oldatban 4 óráig áztattuk a jobb csírázás érdekében. A magvakat nedves szűrőpapír között csíráztattuk úgy, hogy a csíranövények polaritása természetes legyen. A termosztát hőmérséklete 22 °C volt. A 4 cm-es koleoptilú kukorica csíranövényeket tápoldatra helyeztük. A növények neveléséhez az alábbi összetételű tápoldatot használtuk: 2,0 mM $Ca(NO_3)_2$, 0,7 mM K_2SO_4 , 0,5 mM $MgSO_4$, 0,1 mM KH_2PO_4 , 0,1 mM KCl, 10 μ M H_3BO_3 , 1 μ M $MnSO_4$, 1 μ M $ZnSO_4$, 0,2 μ M $CuSO_4$, 0,01 μ M $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$. A növények a vasat 100 μ M Fe(III)-EDTA formában kapták (*Lévai* 2004).

A tápoldatot kétnaponta cseréltük, a tápoldat levegőztetése folyamatos volt. A kísérleti növényeket 1,7 literes edényekben neveltük, 170 ml tápoldatot hígítottunk fel 1,7 literre és ehhez adagoltuk a biotrágyákat. Három féle kezelést állítottunk be (kontroll, „A” és „B” biotrágya), három ismétlésben. Egy edényben 4 növényt neveltünk. A DKC 4890 hibrideknél káliummal egészítettük ki a tápoldatot, hogy ne mutassanak a növények hiánytünetet.

A klorofill méréshez a 4 leveles növények második, illetve harmadik legfiatalabb, de már teljesen kifejlett leveleit használtuk. A relatív klorofill tartalmat SPAD-502 (MINOLTA, Japán) Chlorophyll Meter-rel mértük, kezelésként 12 növényen, 60 ismétlésben (Veres 2005).

Az abszolút klorofill-a, b és karotinoid tartalmat Metertek SP 80 Spektrométerrel mértük Moran és Porath (1980) alapján.

A száraz tömeg meghatározásához a kezelésként 9 mintát 85 °C-on tömegállandóságig szárítottuk, majd szobahőmérsékletre történt visszahűtés után analitikai mérlegen (OHAUS) mértük.

A környezeti feltételek szabályozottak voltak: a fényintenzitás 300 $\mu\text{mol m}^2/\text{s}$, a hőmérséklet periodicitása 25/20 °C (nappal/éjjel), a relatív páratartalom (RH) 65–75%, a megvilágítás/sötét periódus 16 óra/8 óra volt.

Az alkalmazott egyik biotrágya (jelölése „A”) viszkózus folyadék mely két baktériumot: az *Azotobacter chroococcum*ot ($1\text{--}2 \times 10^9$ db/ cm^3) és a *Bacillus megaterium*ot ($1\text{--}2 \times 10^8$ db/ cm^3) tartalmaz, amelynek használata biogazdálkodásban is ajánlott.

A másik biotrágya (jelölése „B”) viszkózus folyadék, mely az alábbi baktériumokat tartalmazza: *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter vinelandii*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus polymyxa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces albus*. Az összes csírszám: $4,3 \times 10^9$ db/ cm^3 . A baktérium alapú biotrágyát 1 ml/ dm^3 koncentrációban adtuk a tápoldathoz.

Az eredmények statisztikai kiértékeléséhez Sigma Plot 8.0 verziót használtunk az egytényezős variancia-analízishez.

Eredmények és következtetések

Az alkalmazott két biotrágya különbözőképpen hatott a vizsgált kukoricahibridekre. Az 1. táblázatban a kukoricahibridek hajtásának és gyökerének száraz tömeg alakulását mutatjuk be.

A vizsgált kukoricahibridek közül csak a DKC 5276 hibrid hajtásának és gyökerének száraz tömegét növelte szignifikánsan az „A” biotrágya-kezelés a kontrollhoz képest. Ugyanennél a hibridnél a „B” biotrágya-kezelés a gyökér száraz tömegére volt kedvező hatással a kontrollhoz képest.

A száraz tömegnél tapasztaltakhoz hasonlóan a két biotrágya-kezelés eltérően hatott a kukoricahibridek relatív klorofill tartalmára (2. táblázat).

1. táblázat. *Kukorica hajtásának és gyökerének száraz tömege (g/növény) biotrágya-kezelések („A”, „B”) hatására (n=9±S.E.)*

Kezelések (1)	Hajtás (2)	Gyökér (3)
DKC 4890 kontroll (4)	0,187±0,14	0,052±0,02
DKC 4890+”A”	0,246±0,06	0,056±0,01
DKC 4890+”B”	0,245±0,07	0,052±0,01
DKC 5007 kontroll (5)	0,206±0,06	0,045±0,01
DKC 5007+”A”	0,261±0,03	0,036±0,09
DKC 5007+”B”	0,232±0,03	0,046±0,08
DKC 5276 kontroll (6)	0,183±0,05	0,033±0,08
DKC 5276+”A”	0,257±0,02**	0,045±0,05**
DKC 5276+”B”	0,180±0,04	0,041±0,01**

Megjegyzés: szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva **p<0,01.

Table 1. Dry matter accumulation of shoots and roots of maize (g plant⁻¹) (n=9±S.E.). (1) Treatments, (2) Shoot, (3) Root, (4) DKC 4890 control, (5) DKC 5007 control, (6) DKC 5276 control. Note: significant differences in comparison with the control **p<0.01.

2. táblázat. *A kukorica (DKC 4890, DKC 5007, DKC 5276) második és harmadik levelében mért SPAD-érték biotrágya-kezelések („A”, „B”) hatására (n=60±S.E.)*

Kezelések (1)	2. levél (2)	3. levél (3)
DKC 4890 kontroll (4)	43,37±2,81	38,66±2,78
DKC 4890+”A”	43,10±1,85	38,20±2,37
DKC 4890+”B”	42,11±2,99	32,06±1,04***
DKC 5007 kontroll (5)	45,64±1,80	34,48±2,24
DKC 5007+”A”	43,50±3,55	40,50±3,86
DKC 5007+”B”	44,49±3,14	37,63±3,97
DKC 5276 kontroll (6)	44,96±1,28	38,56±4,11
DKC 5276+”A”	45,46±2,75	39,34±3,75
DKC 5276+”B”	42,52±4,00	38,08±5,66

Megjegyzés: szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: ***p<0,001.

Table 2. The relative chlorophyll content (SPAD unit) of the second and third leaves of maize (DKC 4590, DKC 5007, DKC 5276) affected by biofertiliser treatments (“A”, “B”) (n=60±S.E.). (1) Treatments, (2) 2nd leaf, (3) 3rd leaf, (4) DKC 4890 control, (5) DKC 5007 control, (6) DKC 5276 control. Note: significant differences in comparison with the control: ***p<0.001.

A DKC 4890 hibrid harmadik levelében mért SPAD-érték a kontrollhoz viszonyítva szignifikáns csökkenést mutat.

Mivel a SPAD-érték csak egy viszonylagos értéket ad, ezért mértük a fotoszintetikus pigmentek abszolút mennyiségét is a második és a harmadik levélben (3. táblázat).

A DKC 4890 hibrid második levelében mért klorofill-a az „A” biotrágya kezelés hatására szignifikánsan csökkent a kontroll értékhez képest. Ezzel ellentétben a DKC 5376 hibrid második levelében mért klorofill-a mennyisége szignifikánsan nőtt a kontrollhoz képest.

A klorofill-b mennyiségében szignifikáns változást csak a DKC 5276 hibrid harmadik levelében tapasztaltunk mind a két biotrágya-kezelés hatására.

A karotenoid-tartalom vizsgálatakor azt tapasztaltuk, hogy a DKC 5376 hibrid harmadik levelében volt szignifikáns változás a „B” biotrágya-kezelés hatására.

Chen és Chen (1993) szerint az optimális klorofill a/b arány 3 körüli érték. A környezeti feltételek és a nevelés körülményei módosíthatják ezt (*Lichtenthaler et al. 1982*). A klorofill a/b arány adatai szintén a 3. táblázatban láthatók. A kontroll értékhez képest nem tapasztalható szignifikáns eltérés a kezelések között. Ez azzal magyarázható, hogy a biotrágya-kezelések nem hatottak károsan a fotoszintézis apparátusára, a klorofill a/b arány nem borult fel a növényben.

A biotrágyák felértékelődésének több oka van. A leglényegesebb az, hogy a hagyományos műtrágyák jelentősen megdrágultak, az állatállomány drasztikus csökkenése miatt kevesebb a szerves trágya, miközben megnőtt az igény az egészségesebb táplálkozás iránt.

A biotrágyák nem csodaszerek. Alkalmazásukkal olyan mikroorganizmusokat juttatunk a talajba, amelyek egyébként is részesei a talajéletnek, csak a mezőgazdaságban bekövetkezett kedvezőtlen változások miatt a számuk jelentősen csökkent.

A talajban élő élőlények között verseny van a talaj tápanyagkészletéért és ennek a versengésnek részesei a talajlakó baktériumok, de a biotrágyával talajba juttatott baktériumok is. A kérdés tehát az, hogy miért hasznos, miért jelent előnyt a biotrágyák alkalmazása? A talaj tápanyagkészlete durván két csoportba osztható. Vannak a felvehető tápanyagok és vannak az oldhatatlan, a növények számára csak nehezen, vagy egyáltalán nem felvehető tápanyagok.

3. táblázat. A kukorica (DKC 4890, DKC 5007, DKC 5276) második és harmadik levelének klorofill-a, b és karotinoid tartalma (mg/g) biotrágya-kezelések („A”, „B”) hatására (n=3±S.E.)

A kukorica második levelének klorofill-a, b és karotenoid tartalma (mg/g)				
(1)				
Kezelések (2)	Klorofill a/b (3)	Klorofill-a (4)	Klorofill-b (5)	Karotinoidok (6)
DKC 4890 kontroll (7)	16,03±0,28	5,67±0,95	10,13±0,74	2,83
DKC 4890+”A”	15,14±0,60*	5,46±0,49	9,93±0,58	2,77
DKC 4890+”B”	15,34±0,40	5,68±0,48	10,13±0,58	2,70
DKC 5007 kontroll (8)	14,12±1,00	4,77±0,66	9,06±0,05	2,96
DKC 5007+”A”	14,21±1,58	4,92±0,76	9,42±0,14	2,88
DKC 5007+”B”	14,34±1,09	5,01±0,80	9,16±0,93	2,86
DKC 5276 kontroll (9)	13,20±0,81	4,39±0,38	8,33±0,52	3,00
DKC 5276+”A”	14,69±1,00	5,03±0,75	9,33±0,97	2,92
DKC 5276+”B”	14,29±0,37*	5,07±0,51	9,05±0,79	2,81
A kukorica harmadik levelének klorofill-a, b és karotenoid tartalma (mg/g)				
(10)				
Kezelések (2)	Klorofill a/b (3)	Klorofill-a (4)	Klorofill-b (5)	Karotinoidok (6)
DKC 4890 kontroll (7)	15,01±0,64	5,33±0,50	9,93±0,45	2,81
DKC 4890+”A”	15,26±0,83	5,64±0,66	9,58±0,47	2,70
DKC 4890+”B”	13,56±0,67	4,46±0,40	8,66±0,48	3,04
DKC 5007 kontroll (8)	14,91±0,01	5,17±0,27	9,77±0,75	2,88
DKC 5007+”A”	15,21±0,03	5,32±0,01	10,13±0,12	2,85
DKC 5007+”B”	15,34±0,51	5,41±0,11	10,32±0,03	2,83
DKC 5276 kontroll (9)	13,41±0,01	4,71±0,11	8,71±0,01	2,84
DKC 5276+”A”	14,71±0,71	5,90±0,03*	9,71±0,11	2,49
DKC 5276+”B”	14,93±0,41*	5,90±0,71*	9,91±0,17*	2,53

Megjegyzés: szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05.

Table 3. Chlorophyll-a, b and carotenoid contents in the second and third leaves of maize (DKC 4890, DKC 5007, DKC 5276) affected by biofertiliser treatments (“A”, “B”) (n=3±S.E.). (1) Chlorophyll-a, b and carotenoid contents in the second maize leaf (mg g⁻¹), (2) Treatments, (3) Chlorophyll a/b, (4) Chlorophyll a, (5) Chlorophyll b, (6) Carotenoids, (7) DKC 4890 control, (8) DKC 5007 control, (9) DKC 5276 control, (10) Chlorophyll-a, b and carotenoid contents in the third maize leaf (mg g⁻¹) Note: significant differences in comparison with the control: *p<0.05.

Ez utóbbiakat mobilizálni, oldhatóvá kell tenni, ahhoz, hogy a talajoldatba kerülhessenek, majd a gyökérszőrök közelébe jutva a növény által felvehető legyenek. Aktív talajélet esetén a baktériumok által kiválasztott szerves savak oldhatóvá teszik a nehezen oldódó tápanyagokat (pl. foszfor) amit a növények is képesek felvenni. A biotrágyák alkalmazása esetén sem kerülhető el a tápanyag-utánpótlás, akár szerves, akár szervetlen trágya formában. Éppen ezért végeztük első lépésben laboratóriumban a kísérleteinket, ahol optimálissal a feltételek mind a növény, mind a baktériumok számára (pl. megfelelő tápanyag- és levegőellátás), így csak a növény-baktérium kölcsönhatásra fókuszálhattunk.

A kísérleteink eredményéből azt a következtetést vonjuk le, hogy a kukorica hibridek között különbség van a biotrágyával szembeni érzékenységükben. A kiválasztott hibrideknél feltűnő volt a két biotrágyával szembeni eltérő viselkedés, ami arra hívja fel a figyelmet, hogy az általunk vizsgált biotrágyák eredményes alkalmazhatósága fajtafüggő. Kísérleteink alapján feltételezzük, hogy a kereskedelmi forgalomban kapható biotrágyák mindegyikére vonatkozhat ez a megállapítás, bár kétségtelen, hogy célszerű valamennyi biotrágya hasonló tesztelése.

A következtetés háttérében az lehet, hogy az eltérő biotrágyák tápoldata – különösen a szerves komponens esetében – eltérő összetételű lehet, ami a kísérleteinkben tapasztalt különbséget okozza.

Meggyőződésünk, hogy a leginkább megfelelő biotrágya – természetett növény kapcsolat feltáráásával az ökológiai szemléletű gazdálkodás is eredményesebbé tehető.

IRODALOM

- Ahmed, M.-Stal, L. J.-Hasnain, S.:* 2010. Production of indole-3- acetic acid by the cyanobacterium *Arthrospira platensis* strain MMG- 9. *J. Microbiol. Biotechnol.* 20: 1259-1265.
- Ali, B.-Sabri, A. N.-Ijung, K.-Hasnain, S.:* 2009. Auxin production by plant associated bacteria: impact on endogenous IAA content and growth of *Triticum aestivum* L. *Lett. Appl. Microbiol.* 48: 542-547.
- Chen, B. H.-Chen, Y. Y.:* 1993. Stability of chlorophylls and carotenoids in sweet potato leaves during microwave cooking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 41: 1315-1320.

- Demoling, F.–Figueroa, D.–Baath, E.*: 2007. Comparison of factors limiting bacterial growth in different soils. *Soil BioI. Biochem.* 39: 2485–2495.
- Gerretsen, F. C.*: 1948. The influence of microorganisms on the phosphate intake by the plant. *Plant Soil.* 1: 51–81.
- Jones D. L.*: 1998. Organic acids in the rhizosphere – a critical review. *Plant Soil.* 205: 25–44.
- Katznelson, H.–Bose, B.*: 1959. Metabolic activity and phosphate dissolving capability of bacterial isolates from wheat roots, rhizosphere and non-rhizosphere soil. *Can. J. Microbiol.* 5: 79–85.
- Klopper, J. W.–Lifshitz, R.–Schroth, M. N.*: 1992. Pseudomonas inoculants to benefit plant production. *Anim. Plant Sci.* 60–64.
- Lévai, L.*: 2004. The effect of smut gall tumour infection on iron and zinc uptake and distribution in maize seedlings. *Journal of Agricultural Sciences.* 15: 27–32.
- Lichtenthaler, H. K.–Kuhn, G.–Prenzel, U.–Buschmann, C.–Meier, D.*: 1982. Adaptation of chlorophyll – ultrastructure and chlorophyll-protein levels to high light and low light growth conditions. *Zeitschrift für Naturforschung, Section C: Biosciences.* 37C: 464–475.
- Marschner, P.–Timonen, S.*: 2004. Interactions between plant species and mycorrhizal colonization on the bacterial community composition in the rhizosphere. *Appl. Soil Ecol.* 28: 23–36.
- Marschner, P.–Crowley, D. E.–Yang, C. H.*: 2004. Development of specific rhizosphere bacterial communities in relation to plant species, nutrition and soil type. *Plant Soil.* 261: 199–208.
- Moran, R.–Porath, D.*: 1980. Chlorophyll determination in intact tissues using N, N dimethylformamide. *Plant Physiol.* 65: 478–479.
- Morgenstern, E.–Okon, Y.*: 1987. Promotion of plant growth and NO₃⁻ and Rb⁺ uptake in *Sorghum bicolor* × *Sorghum sudanense* inoculated with *Azospirillum brasilense* – Cd.
- Okon, Y.–Saring, S.–Blum, A.*: 1988. Improvement of the water status and yield of field-grown grain Sorghum (*Sorghum bicolor*) by inoculation with *Azospirillum brasilense*. *J. Agri. Sciences. Cambridge.*
- Pethő M.*: 2002. Mezőgazdasági növények élettana. Akadémia Kiadó. Budapest.
- Rojas, A.–Holguin, G.–Glick, B. R.–Bashan, Y.*: 2001. Synergism between *Phyllobacterium* sp. (N₂-fixer) and *Bacillus licheniformis* (P-solubilizer), both from a semiarid mangrove rhizosphere. *FEMS Microbiol Ecol.* 35: 181–187.
- Solaiman, M. Z.–Marschner, P.–Wang, D.–Rengel, Z.*: 2007. Growth, P uptake and rhizosphere properties of wheat and canola genotypes in an alkaline soil with low P availability. *Biol. Fertil. Soils.* 44: 143–153.
- Suslow, T. V.–Klopper, J. W.–Schroth, M. N.–Burr, T. J.*: 1979. Beneficial bacteria enhance plant growth rhizobacteria. *Calif. Agric. Exp. Stn.* 33: 15–17.
- Sylvia, D. M.–Fuhrmann, J. J.–Hartel, P. G.–Zuberer, D. A.*: 1999. Principles and Applications of Soil Microbiology. Prentice Hall. New Jersey.

- Veres, Sz.:* 2005. Alteration of photosynthetic pigment composition by applying bio-fertilizers. XL. Cro. Symp.on Agric. Opatija. Cro. Proc. 163-164.
- Whipps, J. M.:* 2001. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. J. Exp. Bot. 52: 487-511.
- Xu, X.-Stange, C. F.-Richter, A.-Wanek, W.-Kuznyakov, Y.:* 2008. Light affects competition for inorganic and organic nitrogen between maize and rhizosphere microorganisms. Plant Soil. 304: 59-72.
- Zehnder, G. W.-Murphy, J. F.-Sikora, E. J.-Klopper, J. W.:* 2001. Application to rhizobacteria for induced resistance. Eur. J. Plant Pathol. 107: 39-50.

A szerzők levelezési címe – Adress of the authors:

Nagy László Géza – Nagy László
Agrárpraxis Kft.
Kiskunlacháza
Rákóczi F. u. 92.
2340

Bodnár Karina – Dr. Lévai László – Dr. Veres Szilvia – Dr. Tóth Brigitta
Debreceni Egyetem AGTC MÉK
Növénytudományi Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032

A vetésidő hatásának vizsgálata a napraforgóban eltérő vízellátottságú években

NOVÁK ADRIENN

Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma,
Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Növénytudományi Intézet, Debrecen

Összefoglalás

Eltérő típusú évjáratokban, speciális kísérletben (fungicid kezelés mellőzésével) vizsgáltuk a 2009., 2010. és 2012. évben a napraforgó hibridek betegségfogékonyságát és azt, hogy, hogyan képesek terméspotenciáljukat realizálni eltérő klimatikus viszonyok, és vetésidő esetén. A szántóföldi kísérletet – melyben két eltérő genotípusú napraforgó hibrid (NK Neoma, PR64H42) és három vetésidő (korai, átlagos, kései) szerepelt – a Debreceni Egyetem AGTC MÉK Látóképi Kísérleti Telepén állítottuk be.

A vizsgált tenyészévek időjárási körülményei erőteljesen befolyásolták a kórokozók fellépésének és kártételének mértékét. A három tenyészév között jelentős különbség mutatkozott az infekció mértékében. Az aszályos 2009. tenyészév sem a Sclerotinia, sem a Diaporthe fellépésének nem kedvezett, azonban a 2012. tenyészév során mindkét kórokozó esetében számottevőbb fertőzöttséggel kellett számolnunk a száraz (2009) tenyészévhez viszonyítva (a Sclerotinia fertőzés: 69,4%-kal, a Diaporthe: 71,4%-kal volt nagyobb a hibridek és tőszámok átlagában, mint 2009-ben). A 2010. tenyészévben lehullott nagy mennyiségű csapadék kedvező feltételeket teremtett a kórokozók számára, így a napraforgó állományokat jellemző infekció kiugróan magas volt (a hibridek átlagában a vetésidőtől függően: Sclerotinia: 7,0–29,0%, Diaporthe: 38,0–89,0%). A klimatikus viszonyokon túl az eltérő vetésidő alkalmazása is jelentősen befolyásolta az állományok fertőzöttségét. Vizsgálatunk során a vetésidő időbeli kitolásával a Sclerotinia és a Diaporthe fertőzöttség mértéke is csökkent.

A vizsgált tenyészévek időjárási körülményei a hibridek terméseredményét és optimális vetésidőjét is determinálták. A hibridek és a vetésidők átlagában 2009-ben és

2012-ben azonos terméseredményt (2009: 3781 kg/ha, 2012: 3764 kg/ha) értünk el annak ellenére, hogy az állomány fertőzöttségében lényeges különbségek voltak. A 2010. tenyészévet jellemző kiugró fertőzöttségi értékek a termésben is megmutatkoztak. A termés nagysága a 2009-es és a 2010-es terméseredménytől is elmaradt (16,3%-kal és 16,0%-kal). Az optimális vetésidő a hibridek átlagában 2009-ben (4249 kg/ha) és a 2010-ben (3539 kg/ha) az átlagos vetésidő, míg 2012-ben (4196 kg/ha) a kései vetésidő volt. A legkisebb terméseredményt mindhárom tenyészév során a korai vetésidő alkalmával mértük. A két hibrid terméseredményei között csaknem minden esetben szignifikáns különbséget tapasztaltunk. Az NK Neoma hibrid a legnagyobb terméseredményt (4772 kg/ha) 2012-ben érte el kései vetésidő alkalmával, míg a PR64H42 hibrid 2010-ben az átlagos vetésidő során (4487 kg/ha).

A tényezők közötti kölcsönhatás vizsgálatára Pearson-féle korrelációanalízist végeztünk, mely során megállapítottuk, hogy a vizsgált tenyészévek során a vetésidő kitolása mind a Sclerotinia, mind a Diaporthe fertőzöttségének mértékét mérsékelte ($r=-0,428^{**}$, $r=-0,563^{**}$). A termés mennyiségét igaz kis mértékben, de a vetésidő, a Sclerotinia és Diaporthe fertőzöttség mértéke is befolyásolta ($r=0,274^*$, $r=-0,488^{**}$ és $r=-0,396^{**}$).

Kulcsszavak: napraforgó, vetésidő, genotípus, termés

Examination of the effect of sowing date on sunflower in years with various water supply

A. NOVÁK

University of Debrecen, Centre for Agricultural and Applied Economic Sciences,
Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management,
Institute of Crop Sciences, Debrecen

Summary

Sunflower hybrids were tested for their proneness to diseases and how they are able to realise their yield potential in the case of different climatic circumstances and sowing dates in a special experiment (without fungicide treatment) in various growing years in 2009, 2010 and 2012. The field experiment involved two sunflower hybrids of different genotypes (NK Neoma, PR64H42) and three sowing dates (early, average,

late) and it was established at the Látókép Experiment Site of the University of Debrecen, Centre for Agricultural and Applied Economic Sciences, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management.

The weather circumstances of the examined growing years strongly influenced the extent of the appearance of and damage done by pathogens. There has been significant difference between the three growing years in the extent of infection. The drought-stricken year of 2009 was not favourable for either *Sclerotinia* or *Diaporthe*. In 2012, both pathogens caused more significant infection in comparison to the dry growing year (2009) (*Sclerotinia*: 69.4%, *Diaporthe*: 71.4% higher infection rate averaged of over hybrids and stems than in 2009). The large amount of precipitation in 2010 created favourable conditions for pathogens; therefore, the infection in sunflower populations was especially high (averaged over hybrids depending on sowing date: *Sclerotinia*: 7.0–29.0%, *Diaporthe*: 38.0–89.0%). In addition to climatic conditions, different sowing dates also significantly affected the level of infection in the examined populations. During our examination, the level of *Sclerotinia* and *Diaporthe* infection decreased by protracting sowing dates.

The weather circumstance of the examined growing years also determined the yield and optimal sowing dates of the tested hybrids. Averaged over the examined hybrids and sowing dates, identical yields were obtained in 2009 and 2012 (2009: 3781 kg ha⁻¹, 2012: 3764 kg ha⁻¹) despite the fact that there were significant differences in the level of infection within the population. The especially high infection levels in 2010 were also shown in yield data. Yield was lower than in both 2009 and 2010 (by 16.3% and 16.0%). Averaged over the examined hybrids, the optimal sowing date was the average sowing date both in 2009 (4249 kg ha⁻¹) and 2010 (3539 kg ha⁻¹), while it was the late sowing date in 2012 (4196 kg ha⁻¹). Total three growing years, the lowest yield was obtained in the case of the early sowing date. In nearly all cases, there were significant differences between the yields of the two hybrids. NK Neoma had the highest yield (4772 kg ha⁻¹) in the case of the late sowing date in 2012, while PR64H42 produced the highest yield in 2010, when average sowing date was used (4487 kg ha⁻¹).

Pearson's correlation analysis was performed to examine the interaction between the various factors. It was concluded that protracting the sowing dates reduced the *Sclerotinia* and *Diaporthe* infection levels ($r=-0.428^{**}$, $r=-0.563^{**}$) in the examined growing years. Yields were slightly affected by sowing dates and the *Sclerotinia* and *Diaporthe* infection levels ($r=0.274^*$, $r=-0.488^{**}$, $r=-0.396^{**}$).

Key words: sunflower, sowing date, genotype, yield

Исследование влияния срока посева в подсолнечнике в различные по водообеспеченности годы

А. НОВАК

Центр Аграрных и Прикладных Экономических Наук Дебреценского Университета,
Сельскохозяйственный, Пищевой и Экохозяйственный Факультет,
Институт Ботаники, Дебрецен

Резюме

В различные годы выращивания, в специальных опытах (избегая обработку фунгицидом) исследовали в 2009, 2010 и 2012-ом годах восприимчивость к болезням гибридов подсолнечника и то, как они способны реализовать их урожайный потенциал в случае различных климатических условий и сроков посева. Пахотный опыт – в котором участвовало два гибрида подсолнечника различного генотипа (NK Neoma, PR64H42) и три срока посева (ранний, обычный, поздний) – установили на Опытной Станции Латокейп (Látókép) Центра Аграрных и Прикладных Экономических наук Дебреценского Университета.

Погодные условия исследованных годов выращивания значительно повлияли на появления возбудителей болезней и на размер причиненного ущерба. В трех годах выращивания проявилась значительная разница в размере инфекции. Засушливый 2009 год не благоприятствовал ни для появления *Sclerotinia*, ни *Diaporthe*, но в ходе 2012 года выращивания в случае этих обоих возбудителей болезней надо было учитывать значительное заражение ими по сравнению с сухим (2009) годом выращивания (заражение гибридов и в среднем количество растений в случае *Sclerotinia*: на 69,4% было больше, а в случае *Diaporthe*: на 71,4% было больше, чем в 2009 году). Выпавшее в 2010 году большое количество осадков создало благоприятные условия для возбудителей болезней, так характерные для насаждения подсолнечника инфекции были значительно выше (у гибридов в среднем в зависимости от срока посева: *Sclerotinia*: 7,0–29,0%, *Diaporthe*: 38,0–89,0%). Кроме климатических условий применение различных сроков посева также значительно влияло на заражённость насаждений. В ходе наших исследований с задерживанием срока посева уменьшились размеры заражённости *Sclerotinia* и *Diaporthe*.

Погодные условия в исследованных годах выращивания предопределяли результат урожая гибридов и оптимальное время посева. Гибриды и сроки посева в сред-

нем в 2009 и в 2012-ом годах дали одинаковый результат урожая (2009: 3781 kg/ha, 2012: 3764 kg/ha) несмотря на то, что в заражённости насаждений были существенные различия. Характерные для 2010 года высокие показатели заражённости проявились и в урожае. Величины урожая 2009 года и 2010 года были меньше среднего результата урожая (на 16,3% и 16,0%). Оптимальное время посева гибридов было в среднем в 2009 году (4249 kg/ha) и в 2010 году (3539 kg/ha) также среднее время посева, а в 2012 году (4196 kg/ha) оптимальным был более поздний срок посева. Самый маленький результат урожая в трёх годах выращивания измерили при применении раннего срока посева. Среди результатов урожая двух гибридов почти в каждом случае обнаружили значительную разницу. Гибрид NK Neoma дал самый большой урожай (4772 kg/ha) в 2012 году при позднем сроке посева, а гибрид PR64H42 в 2010 году при обычном сроке посева дал самый большой урожай (4487 kg/ha).

Для исследования взаимовлияния между этими факторами составили анализ корреляции по Пирсону, в ходе которого установили, что в ходе исследованных годов выращивания затягивание срока посева уменьшило размер заражённости как в случае *Sclerotinia*, так и в случае *Diaporthe* ($r=-0,428^{**}$, $r=-0,563^{**}$). Действительно, срок посева, хоть и не в большой мере, повлиял на количество урожая, а также он повлиял на размер заражённости *Sclerotinia* и *Diaporthe* ($r=0,274^{*}$, $r=-0,488^{**}$ и $r=-0,396^{**}$).

Ключевые слова: подсолнечник, срок посева, генотип, урожай

Bevezetés

A gabonanövények után világszerte az olajnövények alkotják a szántóföldi növények második legfontosabb csoportját. Az olajnövények közül hazánkban legnagyobb területen (~550 000 ha) a napraforgót termesztjük. Azonban ez a termőterület az utóbbi tíz év során nem változott számottevően (*Mijic et al.* 2012). A vetésváltási korlátok miatt a napraforgó termesztése esetében a fő hangsúlyt a termesztéstechnológia minőségi fejlesztésére szükséges helyezni a vetésterület növelésével szemben (*Pepó et al.* 2002). A termesztés hatékonyságának növelése érdekében elengedhetetlen az agroökológia feltételek pontos ismerete, az ehhez megválasztott korszerű hibrid, valamint a hibrid igényeit kielégítő agrotechnikai elemek minőségi végrehajtása (*Pepó* 2011).

Eltérő évjáratokban a klimatikus és a különböző agrotechnikai (pl. vetésidő, tőszám) tényezők erőteljes hatást gyakorolnak a napraforgó hibridek termőképességére (Zsombik 2006). A termés mennyisége és a tenyészév klimatikus viszonyai között erős szignifikáns kapcsolat van (Cerny *et al.* 2013). A napraforgó rendkívül érzékeny az évjáratra. Már átlagos évjárat esetén is jelentős lehet a szár-, levél- és tányérbetegségek által okozott termés-csökkenés (Pepó 2010). A napraforgó állományokban a kórokozók infekciójának mértéke és intenzitása függ a hibridválasztástól, azonban döntő mértékben a tenyészév agroklimatikus viszonyai (hőmérséklet, csapadék eloszlása és mennyisége) befolyásolják a betegségek fellépését és terjedését (Branimir *et al.* 2008). Ruzsányi és Csajbók (2001) szerint szárazságban a termést károsító gomba-betegségek nem, átlagos csapadék esetén pedig csak kismértékben lépnek föl.

Az évjárat kedvezőtlen hatásait a vetéstechnológia egyik sarkalatos pontja a vetésidő nagymértékben képes kompenzálni, ezáltal hozzájárul a kórokozók elleni sikeres védekezéshez, illetve a termésmaximalizáláshoz (Szabó 2011). Az optimális vetésidő megválasztásának jelentős hatása van a termés alakulására. Közvetlenül befolyásolja a növények fejlődését, a termés mennyiségét és az olajtartalmat. Közvetve pedig hatással van a betegségek fertőzésének mértékére (Zsombik 2007, Allam *et al.* 2003). Surovcik (2001) pozitív korrelációt állapított meg a kései vetésidő és a hozam mértéke között. Ugyanakkor Zsombik (2008) kutatásai során a termésmennyiség szempontjából a korai vetésidő volt optimális. A túl korán vetett állományokat nagyobb mértékben fertőzik a szárfoltosság kórokozói (*Diaporthe helianthi*, *Phoma macdonaldii* és az *Alternaria*-fajok). A túl kései vetések esetében felléphet annak a veszélye, hogy a rothadásos betegségek (*Sclerotinia*) okoznak fokozott kárt a kései betakarítás miatt (Békési 2012).

Anyag és módszer

A szántóföldi kísérletet a Debreceni Egyetem AGTC MÉK Látóképi Kísérleti Telepén állítottuk be mézlepedékes csernozjom talajon. A kísérleti telep Debrecentől 15 km-re, a 33. számú főközlekedési út mellett helyezkedik el a Hajdúsági löszhát területén. A kísérleti terület talaja jó kultúrállapotú, közép-kötött, talajfizikailag a vályog kategóriába sorolható. A talaj vízgazdálkodási tulajdonságai kedvezőek. Jó vízvezető és víztartó képességgel rendelkezik.

Speciális kísérlet keretében (fungicid kezelés mellőzésével) vizsgáltuk a 2009., 2010. és 2012. évben a vetésidő hatását a napraforgó termésére és növénykórtani tulajdonságaira. Kísérletünkben két eltérő genotípusú napraforgó hibrid (NK Neoma, PR64H42) szerepelt. Az NK Neoma imidazolinon rezisztens, hagyományos olajnapraforgó, a PR64H42 pedig Express® toleráns, magas olajsavtartalmú napraforgó hibrid. A célunk az volt, hogy eltérő vízellátottságú évek esetében megvizsgáljuk ezen napraforgó hibridek betegségfogékonyságát és azt hogy, hogyan képesek terméspotenciáljukat realizálni különböző vetésidő és klimatikus viszonyok esetén.

A kísérlet parcellái – melyek mérete 15,2 m² volt – négy ismétlésben lettek beállítva, véletlen blokk elrendezésben. Az előveteménye 2009-ben szemes kukorica, 2010-ben és 2012-ben őszi búza volt. A kísérlet során alkalmazott vetésidőket az 1. táblázat tartalmazza. A vetést 95 000 db/ha csíraszámmal végeztük, majd a kelést követően állítottuk be az 55 000 tő/ha tőszámot. A hibridek egységes, a termesztési gyakorlatban is általánosan alkalmazott agrotechnikában részesültek. A kísérlet betakarítását a 2. táblázatban szereplő időpontokban végeztük el speciális adapterrel felszerelt Sampo parcellakombájjal.

1. táblázat. A kísérletben alkalmazott vetésidők
(Debrecen, 2009, 2010, 2012)

Tenyészév (1)	Vetésidő (2)		
	Korai (3)	Átlagos (4)	Kései (5)
2009	2009. 03. 29.	2009. 04. 09.	2009. 05. 04.
2010	2010. 03. 26.	2010. 04. 09.	2010. 05. 03.
2012	2012. 03. 23.	2012. 04. 10.	2012. 05. 05.

Table 1. Applied sowing dates (Debrecen, 2009, 2010, 2012). (1) Growing year, (2) Sowing date, (3) Early, (4) Average, (5) Late.

A kísérletekben a tenyészidőszak kritikus fenofázisaiban meghatároztuk a fertőzöttség %-os mértékét a legfontosabb növényi kórokozók (*Sclerotinia sclerotiorum*, *Diaporthe helianthi*) esetében. A felvételezések során minden parcellán tizenöt átlagos fejlettségű növény került kijelölésre. Amennyiben a vizsgált egyeden egyértelműen megállapíthatóak voltak a betegség tünetei abban az esetben fertőzöttnek tekintettük. A fertőzöttséget pedig az alapján ha-

tároztuk meg, hogy a kijelölt 15 növény hány százalékát tették ki a fertőzöttnek ítélt egyedek. A hibridek kórtani adatait négy ismétlésben felvételeztük, a táblázatokban az ismétlések átlagai szerepelnek. Betakarításkor a parcellák nyers termését és nedvességtartalmát mértük. A terméseredményeket 8,0%-os nedvességtartalomra standardizáltuk.

2. táblázat. *A kísérletben alkalmazott betakarítási idők*
(Debrecen, 2009, 2010, 2012)

Tenyészév (1)	Betakarítás ideje (2)		
	Korai vetésidő (3)	Átlagos vetésidő (4)	Kései vetésidő (5)
2009	2009. 09. 04.	2009. 09. 10.	2009. 09. 24.
2010		2010. 09. 14.	
2012	2012. 09. 10.		2012. 09. 19.

Table 2. Applied harvesting time (Debrecen, 2009, 2010, 2012). (1) Growing year, (2) Harvesting time, (3) Early sowing date, (4) Average sowing date, (5) Late sowing date.

A 2009. évet száraz, aszályos tenyészidőszak jellemezte, hiszen a lehullott csapadék mennyisége (147,1 mm) a 30 éves átlag (307,1 mm) felét sem érte el. A csapadék eloszlása rendkívül egyenetlen volt. Jelentősebb mennyiségű csapadék júniusban hullott (96,6 mm). A júniusi csapadékos időjárás bizonyos betegségek (*Sclerotinia*) terjedésének rövid, átmeneti ideig kedvezett. A 2009. tenyészidőszak átlaghőmérséklete 2,6 °C-kal meghaladta a 30 éves átlagot. A napraforgó kitűnő szárazság és hőtűrésének köszönhetően ez a rendkívüli időjárás csak kevésbé viselte meg az állományokat. A meleg, száraz időjárás következtében a levél-, szár- és tányérbetegségek terjedési dinamikája relatíve mérsékelte volt.

A 2010. tenyészév extrém csapadékos volt, mert a csapadék mennyisége minden hónapban meghaladta a 80 mm-t, ami nem csak az átlaghoz (eltérés: 184,6 mm) de a 2009-es (eltérés: 344,6 mm) és a 2012-es (eltérés: 238,0 mm) tenyészévhez viszonyítva is rendkívüli eltérést jelentett. A tenyészidőszak átlaghőmérséklete 17,8 °C volt, ami 0,8 °C-kal meghaladta a 30 éves átlagot. Ez a rendkívüli csapadékos időjárás kedvezett a kórokozók fellépésének és terjedésének, amely következtében jelentős mértékű fertőzöttség jellemezte az állományokat.

A 2012. tenyészév során a lehullott csapadék mennyisége (253,7 mm) 53,4 mm-rel maradt el a sokévi átlagtól (307,1 mm). A száraz áprilisi (20,7 mm, a sokéves átlag 42,4 mm) időjárás miatt a napraforgó kezdeti fejlődése elmaradt az átlagostól. Kedvező hatású volt a május (71,9 mm), a júniusban lehulló jelentős mennyiségű csapadék (91,7 mm) és az átlagot meghaladó hőmérséklet (június: 20,9 °C, július: 23,3 °C). A kedvezőtlen, magas hőmérsékletű virágzási-termékenyülési időszakot a napraforgó állományok csak részben tudták tolerálni. A rendkívül aszályos (4,1 mm), kánikulai meleg (22,5 °C) augusztusi időjárás kedvezőtlen hatású volt a kaszattelítődési folyamatokra (3. táblázat).

3. táblázat. A csapadékmennyiség és a hőmérséklet alakulása a vizsgált tenyészévekben
(Debrecen, 2009, 2010, 2012)

Csapadék (mm)						
(1)						
Hónapok (3)	Április (6)	Május (7)	Június (8)	Július (9)	Augusztus (10)	Összesen/Átlag (11)
30 éves átlag (4)	42,4	58,8	79,5	65,7	60,7	307,1
2009	9,9	20,1	96,6	9,2	11,3	147,1
Eltérés (5)	-32,5	-38,7	17,1	-56,5	-49,4	-160,0
2010	83,9	111,4	100,9	97,2	98,3	491,7
Eltérés (5)	41,5	52,6	21,4	31,5	37,6	184,6
2012	20,7	71,9	91,7	65,3	4,1	253,7
Eltérés (5)	-21,7	13,1	12,2	-0,4	-56,6	-53,4
Hőmérséklet (°C)						
(2)						
30 éves átlag (4)	10,7	15,8	18,8	20,3	19,6	17,0
2009	14,9	17,4	19,8	23,4	22,6	19,6
Eltérés (5)	4,2	1,6	1,0	3,1	3,0	2,6
2010	11,6	16,6	19,7	22,0	19,0	17,8
Eltérés (5)	0,9	0,8	0,9	1,7	-0,6	0,7
2012	11,7	16,4	20,9	23,3	22,5	19,0
Eltérés (5)	1,0	0,6	2,1	3,0	2,9	1,9

Table 3. The amount of rainfall and temperature during the examined growing years (Debrecen, 2009, 2010, 2012). (1) Precipitation (mm), (2) Temperature (°C), (3) Months, (4) 30-year-average, (5) Difference, (6) April, (7) May, (8) June, (9) July, (10) August, (11) Total/Average.

A kísérleti eredmények kiszámításához és ábrázolásához Microsoft Excel, SPSS 19.0 statisztikai programot használtuk. Az adatokat kéttényezős varianciaanalízis és Perason-féle korrelációanalízis segítségével vizsgáltuk.

Eredmények

A vizsgált tenyészévek időjárási körülményei erőteljesen befolyásolták a kórokozók fellépésének és terjedésének mértékét. Ebből adódóan a három tenyészév között mindkét kórokozó infekciójában jelentős különbség mutatkozott. A legkisebb fertőzöttségi értékeket a Sclerotinia esetében mértük a rendkívül száraz 2009. tenyészév során. Az NK Neoma hibrid esetében a fertőzés mértéke 0,5–2,1% között, míg a PR64H42 hibridnél 1,5–4,5% között változott a vetésidőtől függően. Az aszályos 2009. tenyészév nem csak a Sclerotinia fellépését korlátozta, hanem a Diaporthe infekcióját is (NK Neoma: 6,0–22,0%, PR64H42: 8,0–34,0%). A 2012. tenyészév során – amikor a sokévi átlagtól, 53,4 mm-rel hullott kevesebb csapadék – a 2009. évet jellemző infekció mértékétől számottevőbb fertőzöttséggel kellett számolnunk mindkét kórokozó esetében. A Sclerotinia fertőzés mértéke a hibridek és a vetésidők átlagában 69,4%-kal, a Diaporthe fertőzés mértéke pedig 71,4%-kal haladta meg a 2009. tenyészév fertőzöttségi értékeit. A 2010. tenyészévben lehullott nagy mennyiségű csapadék különösen kedvezett a kórokozók fellépésének és terjedésének, ebből adódóan a napraforgó állományokat jellemző Sclerotinia és Diaporthe fertőzöttségi értékek kiugróan magasak voltak. A Sclerotinia fertőzöttség az NK Neoma hibridnél 4,9–31,4% között, a PR64H42 hibridnél 9,0–26,5% között változott vetésidőtől függően. A Diaporthe fertőzöttség a korai vetésidő esetében csaknem az egész állományt sújtotta, hiszen mindkét hibridnél 89,0%-os volt a fertőzöttség mértéke. A kései vetésidő fertőzöttségi értékei is magasak voltak (NK Neoma: 37,0%, PR64H42: 39,0%). A hibridek és a vetésidők átlagában a 2009. tenyészévhez viszonyítva a Sclerotinia fertőzöttség 88,6%-kal, a Diaporthe fertőzöttség pedig 77,1%-kal volt nagyobb.

A kórokozók fertőzésének mértékét jelentősen befolyásolta az eltérő vetésidő alkalmazása. Vizsgálatunk során a vetésidő későbbre tolódásával mind a Sclerotinia, mind a Diaporthe fertőzöttség mértéke csökkent (mindhárom tenyészévben és mindkét hibridnél). A Sclerotinia fertőzöttség esetében a vetésidő időbeli kitolása hatására bekövetkező csökkenés a megbetegedés mértékében nem minden esetben volt szignifikáns. Ezzel ellentétben a Dia-

porthe infekciójának csökkenése az eltérő vetésidők között minden esetben szignifikáns volt (kivéve: a 2010. tenyészévben a korai és az átlagos vetésidő között). A hibridek és a tenyészévek átlagában a Sclerotinia fertőzöttség 71,9%-kal (korai vetésidő: 13,9%, kései vetésidő: 3,9%), míg a Diaporthe fertőzöttség 63,0%-kal (korai vetésidő: 65,0%, kései vetésidő: 24,0%) csökkent a korai és a kései vetésidők összehasonlításában.

A három vizsgált tenyészév során a két hibrid Sclerotinia fertőzöttsége között tapasztalt különbség, egyik tenyészév során sem volt szignifikáns. A Diaporthe fertőzés mértékben pedig az eltérő genotípusú hibridek között szignifikáns különbséget egyedül a 2009. tenyészévben tapasztaltunk a korai vetésidő esetében (4. táblázat).

4. táblázat. A Sclerotinia és Diaporthe fertőzöttség alakulása
a vizsgált tenyészévekben
(Debrecen, 2009, 2010, 2012)

Tenyészév (1)		2009	2010	2012			
Hibrid (2)	Vetésidő (3)	Sclerotinia	Diaporthe	Sclerotinia	Diaporthe	Sclerotinia	Diaporthe
		száron (%) (4)	(%) (5)	száron (%) (4)	(%) (5)	száron (%) (4)	(%) (5)
NK Ncoma	Korai (6)	2,1	22	31,4	89	9,2	78
	Átlagos (7)	1,4	12	25,0	82	7,6	62
	Kései (8)	0,5	6	4,9	37	2,9	27
	Átlag (9)	1,3	13	20,4	69	6,6	56
PR64H42	Korai (6)	4,5	34	26,5	89	9,4	77
	Átlagos (7)	3,1	16	19,6	81	9,5	67
	Kései (8)	1,5	8	9,0	39	4,5	25
	Átlag (9)	3,0	19	18,4	70	7,8	56
SzD _{5%} (hibridek) (10)		1,6	5,0	7,6	12,4	3,4	10,0
SzD _{5%} (vetésidő) (11)		1,0	3,1	4,7	7,7	1,9	5,7

Table 4. The amount of infection of Sclerotinia and Diaporthe in the examined growing years (Debrecen, 2009, 2010, 2012). (1) Growing year, (2) Hybrid, (3) Sowing date, (4) Sclerotinia on the stalk, (5) Diaporthe, (6) Early sowing date, (7) Average sowing date, (8) Late sowing date, (9) Average, (10) LSD_{5%} (hybrids), (11) LSD_{5%} (sowing date).

A vizsgált tenyészevek klimatikus viszonyai az infekciókon túl a hibridek terméseredményét és optimális vetésidejét is determinálta (5. táblázat). A vizsgált tenyészevek alkalmazásával a két hibrid terméseredményei között csaknem minden esetben szignifikáns különbséget tapasztaltunk (kivéve: 2009-ben az átlagos és a kései, valamint 2010-ben a kései vetésidő alkalmazásával). Az NK Neoma hibridnél a legnagyobb termést 2012-ben mértük kései vetésidő alkalmazásával (4772 kg/ha). Ezzel ellentétben a PR64H42 hibrid a nagy mennyiségű csapadék és az ennek hatására fellépő nagymértékű infekció ellenére 2010-ben érte el a legjobb terméseredményt, az átlagos vetésidő alkalmazása esetében (4487 kg/ha). A három tenyészév során mindkét hibridnél a korai vetésidő alkalmazásával mértük a legkisebb termést (kivéve 2009-ben az NK Neoma hibrid esetén).

5. táblázat. A vetésidő hatása a napraforgó termésére
(Debrecen 2009, 2010, 2012)

Termés (kg/ha)						
(1)						
Tenyészév (2)	2009		2010		2012	
Vetésidő (3)	NK Neoma	PR64H42	NK Neoma	PR64H42	NK Neoma	PR64H42
Korai vetésidő (4)	3989	2993	2281	3150	3712	3126
Átlagos vetésidő (5)	4408	4090	2590	4487	3972	3381
Kései vetésidő (6)	3684	3520	2953	3506	4772	3619
Átlag (7)	4027	3534	2608	3714	4152	3375
SzD _{5%} (hibrid) (8)	442,44		582,80		401,78	
SzD _{5%} (vetésidő) (9)	274,40		361,45		249,19	

Table 5. Effect of sowing date on the yield of sunflower hybrids (Debrecen, 2009, 2010, 2012) (1) Yield (kg ha⁻¹) (2) Growing year, (3) Sowing date, (4) Early sowing date, (5) Average sowing date, (6) Late sowing date, (7) Average, (8) LSD_{5%} (hybrids), (9) LSD_{5%} (sowing date).

A hibridek átlagában a 2009. (4249 kg/ha) és a 2010. tenyészév (3539 kg/ha) során az átlagos vetésidő volt az optimális a termésmennyiség szempontjából. Ezzel szemben a 2012. tenyészévben pedig a kései vetésidőben kaptuk a legnagyobb terméseredményt a hibridek átlagában (4196 kg/ha). A legkisebb ter-

méseredményt a hibridek átlagában mindhárom tenyészév során a korai vetésidőben mértük. A két hibrid optimális vetésidője a 2009. és a 2012. tenyészévben megegyezett, viszont a 2010. tenyészévben eltért egymástól (NK Neoma: kései vetésidő, PR64H42: átlagos vetésidő). A hibridek és a tenyészévek átlagában a legnagyobb termést az átlagos vetésidő esetén mértük (3821 kg/ha).

A vetésidők átlagában az NK Neoma hibridnél jelentős különbségek mutatkoztak a terméseredményekben az eltérő vízellátottságú tenyészévek között. A 2009. és a 2012. tenyészévben közel azonos volt a termés mennyisége (2009: 4027 kg/ha, 2012: 4152 kg/ha), azonban a 2010-ben a terméseredmény (2608 kg/ha) lényegesen elmaradt (35,2 és 37,1%-kal) ezen értékektől. A PR64H42 hibridnél eltérő tendenciát figyeltünk meg. Ezen hibridnél a terméseredmény nagysága kiegyenlítettebb volt a vetésidők átlagában (2009: 3534 kg/ha, 2010: 3714 kg/ha, 2012: 3375 kg/ha).

A hibridek és a vetésidők átlagában a 2009. és a 2012. tenyészévben azonos terméseredményt (2009: 3781 kg/ha, 2012: 3764 kg/ha) értünk el annak ellenére, hogy a kórokozók fellépésében és kártételében lényeges különbségek voltak. Azonban a 2010. tenyészévet jellemző kiugró fertőzöttségi értékek a termésben is megmutakoztak tekintve, hogy mind a 2009. (16,3%-kal) mind a 2010. (16,0%-kal) tenyészévben elért terméseredménytől elmaradt a termés nagysága.

A vetésidő, a növénykórtani tulajdonságok (Sclerotinia, Diaporthe) és a termés közötti kölcsönhatások nagyságát és irányát vizsgáltuk Pearson-féle korrelációanalízissel. Vizsgálatunkban – melynek eredményeit az 6. táblázat tartalmazza – a 0,3 alatti értékkel jellemezhető korrelációt gyengének, a 0,3–0,5 közötti r értékeket közepesnek, a 0,5–0,7 közötti értékeket szorosnak, míg a 0,7 feletti korrelációs együttható esetén a kapcsolatot igen szorosnak tekintettük. Vizsgálatunk során az adatpárok (n) száma 72 volt.

Megállapítottuk, hogy a vizsgált tenyészévek során a vetésidő kitolása mind a Sclerotinia, mind a Diaporthe kórtani nyomását mérsékelte. Ezt bizonyítja a tényezők között tapasztalt közepes ($r=-0,428^{**}$) és szoros ($r=-0,563^{**}$) negatív kapcsolat. Ugyanakkor a termés mennyiségére a vetésidő csak kis mértékben volt hatással ($r=0,274^*$). Mind a Sclerotinia, mind a Diaporthe fertőzöttség terméscsökkenő hatással bírt a vizsgált tenyészévek során, melyet a tényezők között tapasztalt ellentétes irányú, közepes korreláció bizonyít ($r=-0,488^{**}$ és $r=-0,396^{**}$).

6. táblázat. *Pearson-féle korreláció a vizsgált tényezők között*
(Debrecen, 2009, 2010, 2012)

	Sclerotinia (2)	Diaporthe (3)	Termés (4)
Vetésidő (1)	-0,428(**)	-0,563(**)	0,274(*)
Sclerotinia (2)		0,819(**)	-0,488(**)
Diaporthe (3)			-0,396(**)

Megjegyzés: * a korreláció szignifikáns SzD5%-os szinten, ** a korreláció szignifikáns SzD1%-os szinten.

Table 5. Correlation between the analysed parameters (Debrecen, 2009, 2010, 2012). (1) Sowing date, (2) Sclerotinia, (3) Diaporthe, (4) Yield, Note: * correlation is significant at the 0.05 level, ** correlation is significant at the 0.01 level.

Következtetések

Branimir et al. (2008) eredményeihez hasonlóan a vizsgált tenyészévek időjárási körülményei erőteljesen befolyásolták a kórokozók fellépésének és kártételének mértékét. A három tenyészév között jelentős különbség mutatkozott az infekció mértékében. Az aszályos 2009. tenyészév sem a Sclerotinia, sem a Diaporthe fellépésének nem kedvezett, azonban a 2012. tenyészév során mindkét kórokozó esetében számottevőbb fertőzöttséggel kellett számolnunk a száraz (2009) tenyészévhez viszonyítva (a Sclerotinia fertőzés: 69,4%-kal, a Diaporthe: 71,4%-kal volt nagyobb a hibridek és tőszámok átlagában, mint 2009-ben). A 2010. tenyészévben lehullott nagy mennyiségű csapadék kedvező feltételeket teremtett a kórokozók számára, így a napraforgó állományokat jellemző infekció kiugróan magas volt. A klimatikus viszonyokon túl az eltérő vetésidő alkalmazása is jelentősen befolyásolta az állományok fertőzöttségét. Vizsgálatunk során a vetésidő időbeli kitolásával a Sclerotinia és a Diaporthe fertőzöttség mértéke is csökkent.

Eredményeink igazolták *Zsombik* (2007) és *Allam et al.* (2003) kutatási eredményeit, miszerint a tenyészévek időjárási körülményei a hibridek terméseredményét és optimális vetésidőjét is determinálja. A hibridek és a vetésidők átlagában 2009-ben és a 2012-ben azonos terméseredményt (2009: 3781 kg/ha, 2012: 3764 kg/ha) értünk el annak ellenére, hogy az állomány fertőzöttségében lényeges különbségek voltak. A 2010. tenyészévet jellemző kiugró fertőzöttségi értékek a termésben is megmutakoztak. A termés nagysága

a 2009-es és a 2010-es terméseredménytől is elmaradt (16,3%-kal és 16,0%-kal). Az optimális vetésidő a hibridek átlagában 2009-ben (4249 kg/ha) és a 2010-ben (3539 kg/ha) az átlagos vetésidő, míg 2012-ben (4196 kg/ha) a kései vetésidő volt a termés mennyiség szempontjából. A legkisebb terméseredményt mindhárom tenyészcsoportjánál a korai vetésidő alkalmával mértük, ami ellentmond *Zsombik* (2008) megállapításának, miszerint a termésmennyiség szempontjából a korai vetésidő az optimális. A két hibrid terméseredményei között csaknem minden esetben szignifikáns különbséget tapasztaltunk. Az NK Neoma hibrid a legnagyobb terméseredményt (4772 kg/ha) 2012-ben érte el kései vetésidő alkalmával, míg a PR64H42 hibrid 2010-ben az átlagos vetésidő során (4487 kg/ha).

A tényezők közötti kölcsönhatás vizsgálatára Pearson-féle korreláció-analízist végeztünk, mely során megállapítottuk, hogy a vizsgált tenyészecskék során a vetésidő kitolása mind a Sclerotinia, mind a Diaporthe fertőzőképességének mértékét mérsékelte ($r=-0,428^{**}$, $r=-0,563^{**}$). A termés mennyiségét igaz kis mértékben, de a vetésidő, a Sclerotinia és a Diaporthe fertőzőképesség mértéke is befolyásolta ($r=0,274^*$, $r=-0,488^{**}$ és $r=-0,396^{**}$).

Köszönetnyilvánítás

A kutatás részben az Európai Unió és Magyarország támogatásával a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú „Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program” című kiemelt projekt keretei között valósult meg.

IRODALOM

- Allam, A. Y.–El-Nagar, G. R.–Galal, A. H.* (2003): Response of two sunflower hybrids to planting dates and densities. *Acta Agronomica Hungarica*. 51. 1: 25–35.
- Békési P.* (2012): A napraforgó vetéséről – nem csak a kórtanos szemével. *Gyakorlati Agróforum*. 23. 44: 54.
- Branimir, S.–Jasenka, C.–Ruza, P.–Karolina, V.* (2008): Influence of climate conditions on grain yield and appearance of white rot (*Sclerotinia sclerotiorum*) in field experiments with sunflower hybrids. *Cereal Res. Commun.* 36: 63–66.

- Cerny, I.–Veverková, A.–Mátyás, M.–Kováč, M. (2013): Evaluation of year weather conditions and hybrids impact on the sunflower (*Helianthus Annuus* L.) achene yield and fat content. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences. 2: 1846–1855.
- Mijic, A.–Liovic, I.–Kovacevic, V.–Pepó, P. (2012): Impact of weather conditions on variability in sunflower yield over years in eastern parts of Croatia and Hungary. Acta Agronomica Hungarica. 60. 4: 397–405.
- Pepó P. (2011): Az olajnövények termesztése és meghatározó agrotechnikai elemeik. Gyakorlati Agroforum. 22. 39: 10–13.
- Pepó P. (2010): A napraforgó növényvédelme. Magyar mezőgazdaság. 65. 40: 22–25.
- Pepó P.–Borbélyné H. É.–Zsombik L. (2002): A napraforgó-termesztés biológiai alapjai. Gyakorlati Agroforum. 13. 1: 15–17.
- Ruzsányi L.–Csajbók J. (2001): Termésstabilitás és az évjárat kölcsönhatása a fontosabb szántóföldi növényeinknél. Agrártudományi Közlemények. 2: 41–46.
- Surovcík, J. (2001): Yield reaction of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to sowing time and weed treatment. Vedecké Práce Výskumného Ústavu Rastlinnej Výroby Piešťany. 30. Piešťany: Výskumný Ústav Rastlinnej Výroby Piešťany. 97–102.
- Szabó A. (2011): Napraforgó hibridek agronómiai tulajdonságainak összehasonlító vizsgálata a Hajdúságban. Növénytermelés. 60. 2: 115–136.
- Zsombik, L. (2006): Effect of sowing time on yield and oil content of different sunflower hybrids. Cereal Res. Commun. 34. 1: 725–728.
- Zsombik, L. (2007): Effect of sowing time on yield and oil content of sunflower hybrids in hajdúság. Cereal Res. Commun. 35. 2: 1349–1352.
- Zsombik, L. (2008): Optimalization aspects for sowing time of sunflower (*Helianthus annuus* L.) production. Cereal Res. Commun. 36. 5: 755–758.

A szerző levelezési címe – Address of the author:

Novák Adrienn
Debreceni Egyetem AGTC MÉK
Növénytudományi Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032

Időjárési extrémítások a napraforgótermesztésben I. – A kritikus agrotechnikai tényezők szerepe a betegség-fertőzöttség megelőzésében

SZABÓ ANDRÁS

Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma,
Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Növénytudományi Intézet, Debrecen

Összefoglalás

A magyarországi növénytermesztésben a fontosabb szántóföldi kultúráink termesztésének intenzitási szintje eltérő. A kukoricával szemben, ahol a termesztés átlagos vagy intenzív körülmények között zajlik, hazánkban a napraforgó agrotechnikai ráfordítási szintje csupán extenzív vagy átlagos. A termésátlagok napjainkban hazai viszonylatban 2–2,5 t/ha között változnak. Az utóbbi évtizedekben a klímaváltozás jelei egyre erősebben jelentkeznek, (egyenlőtlen eloszlású csapadék a tenyészidőszak folyamán, aszályos periódusok, alacsony hőmérséklet stb.), ami a termelésingadozás mértékét 50%-fölé emelte az elmúlt időszakban.

A kutatás célja a vizsgált napraforgó hibridek agrotechnikai igényének a feltárása volt eltérő időjárési viszonyok között.

A kísérletet a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepén végeztük, mészlepedékes csernozjom talajon, aszályos (2009), csapadékos (2008) és erősen csapadékos (2010) évjáratokban. A hibrideket korai átlagos és megkésett vetésidekben és négy elméleti termőtőszámban állítottuk be (35 000–65 000 tő/ha) 10 000 tő/ha-os lépcsőben. A kísérletben fungicid kezelés nélküli, 1×kezelt és 2×kezelt állományokat vizsgáltunk.

A három vizsgált év eltérő időjárési körülményei erőteljes módon befolyásolták a gombaölőszeres kezelések hatékonyságát, befolyásolva ezáltal a vetéstechnológiai modelleket.

A későbbi vetésidekben, alacsonyabb tőszám, valamint a fungicid kezelések számának növekedésével a fertőzöttség, a szárdőlés és tányér alatti szártörés aránya csökkent,

ellenkező esetben növekedett. Jelentős különbségek adódtak azonban a megdől és le-tört tányérú növények parcellákon belüli arányában a három tenyészévben.

A fungicides kezelések hatása minden vetésidőben és tőszámnál megfigyelhető volt, ami a fertőzöttség, a szárdőlés és tányér alatti szártörés csökkentésében nyilvánult meg. Erősen csapadékos évjáratban a szárdőlés és tányér alatti szártörés mértékének csökkenése jelentős volt a fungicid kezelések hatására a kontrollhoz képest (14%-ot meghaladó). Fontos szerepe volt a gombaölőszeres védekezésnek a helytelenül megválasztott vetéstechnológiai elemek hatásának csökkentésében. A kísérleti években minden esetben kisebb mértékű volt a fertőzöttség, a szárdőlés és a tányértörés nagyságának különbsége az optimális és a leghátrányosabb vetésidők és tőszámok esetében a fungicid kezeléseknél (1×kezelt, 2×kezelt), mint a kontroll parcellákon.

A vizsgálati eredmények alapján megállapítottuk, hogy a korszerű napraforgó hibridek legalább átlagos vagy intenzív technológiai intenzitást igényelnek. A megfelelő egészségi állapot fenntartása érdekében csapadékos évjáratban legalább 2 fungicid kezelés (8–10 levélpáros állapotban és virágzaskor) szükséges, de átlagos vagy aszályos évjáratokban is indokolt 8–10 levélpáros állapotban 1 fungicid kezelés elvégzése. Az optimális április közepi vetésidő és a mérsékelt tőszám alkalmazása (55 000 tő/ha) évjárattól függetlenül a termésstabilitás fenntartásának hatékony eszköze lehet.

Kulcsszavak: napraforgó, tőszám, vetésidő, szárszilárdság, betegség fertőzöttség, fungicides növényvédelem

Weather extremities in sunflower production I. – The role of critical agrotechnical factors in preventing disease infection

A. SZABÓ

University of Debrecen, Centre for Agricultural and Applied Economic Sciences,
Faculty of Agricultural and Food Sciences, Institute of Crop Science, Debrecen

Summary

The intensity level of the production of the main Hungarian field crops is different. As opposed to maize which is produced under average or intensive circumstances, the expenditure level of sunflower production is only extensive or average. Nowadays,

average sunflower yield is between 2–2.5 t ha⁻¹ in Hungary. In the recent decades, the signs of climate change were becoming increasingly prominent (unevenly distributed precipitation over the growing season, drought periods, low temperature, etc.) which increased the amount of yield fluctuation to more than 50% in the recent period.

The aim of this research is to explore the agrotechnical needs of the examined sunflower hybrids under different weather circumstances.

The experiment was carried out in the Látókép Crop Production Experiment Site of the University of Debrecen, Centre for Agricultural and Applied Economic Sciences on calcareous chernozem soil in drought (2009), wet (2008) and strongly wet (2010) crop years. The hybrids were sown at early, average, and late sowing dates and four theoretical crop density values were used (35 000–65 000 plants per hectare) with steps of 10 000 plants per hectare. As regards fungicide treatment, there were non-treated crop stands, as well as stands treated once and twice in the experiment.

The different weather circumstances of the three examined years strongly affected the efficiency of the fungicide treatments, thereby influencing the sowing technological models.

The proportion of stem lodging and stem breaking under the head decreased in the case of later sowing dates, lower crop density and with the increase of fungicide treatments and it increased in opposite cases. However, there were significant differences in the proportions of lodged sunflowers and those with broken head within a plot during the three growing seasons.

The impact of fungicide treatment could be observed in each growing season and crop density. This impact was expressed in the decreasing level of infection, lodging and stem breaking under the head. In the strongly wet growing season, there was a significant decrease of lodging and stem breaking under the head as a result of fungicide treatments in comparison with the control (higher than 14%). The fungicide treatment played an important role in reducing the impact of improperly selected sowing technological elements. The difference between the level of infection, as well as that of stem lodging and head breaking was lower at the optimal and most disadvantageous sowing dates and crop densities in the case of different fungicide treatments (1× and 2×) in all cases in the experiment years in comparison with the control plots.

Based on the examination results, it was concluded that modern sunflower hybrids need at least average or intensive technological intensity. In order to maintain the proper crop health status, at least two fungicide treatments should be performed in wet crop years (at the 8–10 leaf pair stage and at flowering), but even average or

drought growing seasons call for the application of one fungicide treatment at the 8–10 leaf pair stage. The optimal sowing date in mid-April and moderate crop density (55 000 plants per hectare) could be the effective tool of maintaining yield stability independently of crop years.

Key words: sunflower, crop density, sowing date, stem rigidity, disease infection, fungicide crop protection

Погодные экстремальности в выращивании подсолнечника I. – Роль критических агротехнических факторов в предупреждении зараженности болезнями

А. САБО

Дебреценский Университет, Центр Аграрных и Прикладных Экономических Наук,
Факультет Сельского Хозяйства, Пищевой и Экохозяйства,
Институт Ботаники, Дебрецен

Резюме

В растениеводстве Венгрии уровень интенсивности выращивания наиболее важных полевых культур разный. В отличие от кукурузы, где выращивание происходит в средних или интенсивных условиях, в Венгрии уровень агротехнических затрат на подсолнечник только экстенсивный или средний. Средние урожаи в венгерских условиях в настоящее время изменяются в рамках 2–2,5 т/га. В последние десятилетия признаки изменения климата проявляются всё сильнее (неравномерное распределение осадков в ходе вегетационного периода, засушливые периоды, низкая температура и т.д.), что увеличило размер колебания урожая выше 50% за прошедший период.

Целью исследования было выявление агротехнических потребностей исследованных гибридов подсолнечника в различных погодных условиях.

Опыт проводили на растениеводческой Опытной станции в Латокепи (Látóképi) Центра Аграрных и Прикладных Экономических наук Дебреценского Университета, на чернозёмной почве с известковым налётом, в засушливый (2009), дождливый (2008) и очень дождливый (2010) годы. Гибриды установили в ранние, средние и поздние сроки посева и в четырёх теоретических количествах растений (35 000–

65 000 стеблей/га), с разницей в 10 000 стеблей/га. В опыте исследовали насаждения без фунгицидной обработки, 1 раз обработанные и 2 раза обработанные. Различные погодные условия трёх лет исследования в сильной мере повлияли на эффективность обработок фунгицидами, повлияв этим на модели посевной технологии.

В более поздних сроках посева, при низком числе стеблей, а также с увеличением числа фунгицидных обработок заражённость, соотношение наклона стеблей и ломки стеблей под тарелкой уменьшились, в противном случае – они увеличились. Однако, обнаружались значительные различия в соотношении наклонённых и со сломоной тарелкой растений в рамках парцелл в трёх годах выращивания.

Влияние фунгицидных обработок было заметно во всех сроках посева при всех количествах стеблей, что проявилось в уменьшении заражённости, наклона стеблей и в ломке стеблей под тарелкой. В очень дождливом году величина уменьшения наклона стеблей и ломки стеблей под тарелками была значительной под влиянием обработок фунгицидами по сравнению с контролем (выше 14%). Важную роль играла фунгицидная защита в уменьшении влияния неправильно выбранных элементов посевной технологии. В годы опыта во всех случаях заражённость, разница числа наклонов стеблей и ломки под тарелкой в случае оптимальных и самых неблагоприятных сроков посева и числа стеблей при обработках фунгицидами (1 обработка, 2 обработки) была меньше, чем в контрольных парцеллах.

На основании результатов исследования мы установили, что современные гибриды подсолнечника по крайней мере требуют среднюю или интенсивную технологическую интенсивность. В целях сохранения соответствующего здорового состояния в дождливый год выращивания необходимо по крайней мере 2 фунгицидные обработки (в состоянии 8–10 пар листьев и при цветении), но и в средние или засушливые годы выращивания также обосновано проведение 1 фунгицидной обработки в состоянии 8–10 пар листьев. Оптимальное в середине апреля время посева и применение умеренного числа растений (55 000 стеблей/га) независимо от погодных условий года выращивания может быть эффективным средством сохранения стабильности урожая.

Ключевые слова: подсолнечник, число стеблей, время посева, твёрдость стебля, заражённость болезнями, фунгицидная защита растений

Bevezetés

A napraforgó a világon a legjelentősebb szántóföldi olajnövények közé sorolható a minőségi étolaj előállítás tekintetében (*Branimir et al.* 2008, *Sandra et al.* 2008). Napjainkban egyre gyakoribbak a szélsőséges időjárású évjáratok, melyek a napraforgótermesztés kockázatát növelik. A kutatások alapvető célja a napraforgó termelésben a kockázati tényezők csökkentése. A klimatikus tényezőket befolyásolni nem tudjuk, azonban a hatásokat jelentős mértékben lehet csökkenteni okszerű agrotechnika alkalmazásával. A hibridnek, termőtájnak és évjáratnak megfelelő vetéstechnológiai és növényvédelmi eljárások alkalmazása csökkenti a betegségek kártételét, növeli a termésmennyiséget és javítja a minőséget. A szár és tányérbetegségek megjelenése és kártétele szárazabb évjáratokban kisebb, csapadékosabb évjáratokban jelentősebb mértékű. A tenyészidő klimatikus viszonyainak előrejelzése napjainkban még nem megoldható, azonban a kedvezőtlen időjárás okozta fertőzöttség és a kártétel növényvédelmi beavatkozásokkal jelentősen csökkenthető. Az elmúlt évek időjárási viszonyai jelentős eltéréseket mutattak, gyakoriak voltak a szélsőségek (egyenlőtlen eloszlású csapadék a tenyészidőszak folyamán, aszályos periódusok, alacsony hőmérséklet stb.), ami a termelés kockázatát jelentősen növelte.

Pepó és Szabó (2005) az agrotechnikai tényezők hatását vizsgálták napraforgó állományokban, eltérő állománysűrűségeknél. Az eredmények azt mutatták, hogy a csapadékosabb, hűvösebb évjáratban a napraforgó szár- és tányérbetegségek nagyobb arányú megjelenése miatt a terméseredmények kisebbek voltak. Az optimális állománysűrűség hibridtől függően különbözött, ez azt bizonyította, hogy a csapadékos, hűvös évjáratokban a hibridek szár- és tányérbetegség ellenállósága határozta meg az optimális állománysűrűséget. Szárazabb évjáratban kisebbek voltak a fertőzöttségi értékek, a betegségek kisebb arányú terjedése miatt, ami a terméseredményekben és az olajhozamokban is megmutatkozott.

A napraforgó hibridek termésmennyiségére az agroklimatikus tényezők vannak a legjelentősebb hatással, míg a hibridszortiment hatása mérsékeltebben jelentkezik. A betegségek megjelenésének és intenzitásának mértéke szignifikánsan függ a hibridválasztéktól, valamint a tenyészév agroklimatikus viszonyaitól (hőmérséklet, csapadék eloszlása és mennyisége) (*Branimir et al.* 2008).

A vegetációs periódusban lehullott csapadéknak elsődleges szerepe van a betegségek kialakulásában és a termésmennyiség vonatkozásában. Kedvező talajkondíciók esetén a napraforgó képes hasznosítani a vegetációs periódus előtt hullott csapadékot, a legnagyobb termésmennyiséget száraz évjáratban érhetjük el (Borbélyné et al. 2007). A napraforgó növényvédelme pillanatnyilag a technológia legérzékenyebb pontja. Nemcsak a gyomirtás, a betegségek elleni védekezés is magasfokú szakértelmet igényel. Napjainkban a védekezésben a kémiai és az agrotechnikai módszerek együttes alkalmazása a siker alapja. A hatékony növényvédőszer mellett a vetésforgó, az optimális tápanyag-ellátás, a helyes talajművelés, az optimális vetésidő és tőszám, a vektorgyomok és árvalakések irtása, a növényi maradványok talajba forgatása egyenrangú szerepet játszik a gyommentes és megfelelő egészségi állapotú napraforgó állományok kialakításában. A napraforgó betegségek közül a peronoszpóra (*Plasmophara halstedii*), a *Diaporthe helianthi*, valamint a régóta számon tartott fehérpenészes (*Sclerotinia sclerotiorum*) és szürkepenészes (*Botrytis cinerea*) tányérrothadás jelenti a legfőbb veszélyt. Mindegyiknél a fertőzés fő forrása a fertőzött talaj, a fertőzés kialakulásának pedig a klimatikus feltételek közül a mérsékelt, vagy magas hőmérséklet melletti párás, csapadékos időjárás kedvez (Goór és Kissné 1999, Zlata et al. 2008).

A *Diaporthe* fertőzöttséget vizsgálva két eltérő évjárat között alapvető különbséget lehetett megállapítani, ami alátámasztja, hogy a betegség fellépésének mértékét elsősorban az egyes évjáratok eltérő ökológiai körülményei befolyásolják (Borbélyné et al. 2002).

Az eredmények arra hívják fel a figyelmet, hogy a betegségre fogékonyabb hibridek termesztése esetén a termesztéstechnológiai elemek közül az állománysűrűség jelentősen befolyásolja a kórokozó kártételét (Zsombik 2001).

A betegség, fertőzöttség és szárszilárdság a hibridek termésmennyiségét jelentősen befolyásolja eltérő évjáratokban. A napraforgó hibridek az átlagosnál szárazabb évjáratokban adtak kedvező termést (4200–4900 kg/ha), mert a jelentősebb betegségek kisebb mértékben fordultak elő az állományokban. Átlagos vízellátottságú évjáratokban a napraforgó termése 3000–3900 kg/ha, míg csapadékos évjáratokban 2000–2500 kg/ha között változott a jelentősen megnövekedett infekció miatt (Pepó 2013).

A napraforgó olajának minőségét a klimatikus és agrotechnikai tényezők egyaránt befolyásolják (Gustavo et al. 2009).

A hazai napraforgó termesztés során a termelési egységek termésátlagai jelentős eltéréseket mutatnak. Az eltéréseket egyrészt az eltérő intenzitású termelés, másrészt a szakszerűtlen agrotechnika alkalmazása okozza. Az országos termésátlag egyrészt a termelés intenzifikálásával, másrészt a hibridek igényeihez és a termőhelyi körülményekhez adaptált okszerű agrotechnikával valósítható meg. A napraforgótermesztési kutatások szerepe ennek a célnak a megvalósításában elvitathatatlan.

A kísérletek során célunk a vizsgált napraforgó hibridek agrotechnikai igényének a feltárása, mivel a hibridek növényvédelmi, vetéstechnológiai és tápanyagellátási igénye évszámától függően eltérő. Az eredmények publikálása, termelőkkel való megismertetése jelentős mértékben hozzájárulhat az ágazat fejlesztéséhez, hatékonyságának fokozásához.

Anyag és módszer

A kísérletet a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepén végeztük. A kísérleti telep Debrecentől 15 km-re helyezkedik el a Hajdúsági Lőszháton.

A kísérlet talaja löszön képződött, mély humuszrétegű alföldi mészlepedékes csernozjom talaj, amely jó kultúrállapotú, középkötött (Arany-féle kötöttségi száma 43), vályog.

A csernozjom talajokra jellemző, kedvező vízgazdálkodási tulajdonságokkal rendelkezik. A Várallyay-féle osztályozás szerint a IV. vízgazdálkodási kategóriába tartozik, azaz jó vízvezető és víztartó.

A tőszámbeállítás a kelést követően kézzel történt. A betakarítást speciális adapterrel felszerelt Sampo parcellakombájnnal végeztük el. Betakarításkor a parcellák nyers termését és nedvességtartalmát mértük. Az olajtartalmat szárazanyag%-ra, az olajhozamot és a terméseredményeket 8% nedvességtartalomra standardizáltuk. A vizsgálatokban a 2008–2009. években 2 hibrid (2008. év: NK Delfi, PR64D82; 2009. év: Petunia, NK Kondi), a 2010. évben 1 hibrid szerepelt (NK Kondi).

A kísérleti parcellák véletlen blokk elrendezéssel, 4 ismétlésben lettek beállítva. A hibrideket 3 vetésidőben (2008. évben: 1. *korai vetésidő*: március 29.; 2. *optimális vetésidő*: április 09.; 3. *megkésett vetésidő*: május 04.; 2009. évben: 1. *korai vetésidő*: március 31.; 2. *optimális vetésidő*: április 18.; 3. *megkésett vetésidő*: május 05.; 2010. évben: 1. *korai vetésidő*: március 26.; 2. *optimális ve-*

tésidő: április 9.; 3. *megkésett vetésidő*: május 03.), és négy különböző elméleti termőtőszámában állítottuk be (35 000–65 000 tő/ha) 10 000 tő/ha-os lépcsőben. A kísérletben a fungicides kezelést az 1×kezelt parcellákon 8 pár leveles állapotban, a 2×kezelt parcellákon 8 pár leveles állapotban és virágzáskor alkalmaztuk. A 2008. évben használt fungicid Pictor (0,5 l/ha), a 2009. évben használt fungicid Tanos (0,4 kg/ha) volt. A 2010. évben az első védekezést Pictor (0,5 l/ha), a második védekezést Trezor (0,4 l/ha) gombaölő szerekkel végeztük. A vizsgálatokban szereplő hibridek fenológiai, fenometriai, agronómiai, kórtani adatait négy ismétlésben felvételeztük.

A 2008. évben jelentős mennyiségű csapadék hullott, ami hűvös időjárással párosult, és ez a napraforgó hibridek számára kedvezőtlen volt. A csapadék mennyisége a tenyészidőszakban (441,7 mm) jelentősen meghaladta a 30 éves átlagot (307,1 mm), míg az átlaghőmérséklet (18,0 °C) 1 °C-kal haladta meg a 30 éves átlagot. A tenyészidőszakban minden hónapban sok csapadék hullott, június és július hónapokban ez a mennyiség meghaladta a 140 mm-t.

A 2009. év tenyészidőszakában a csapadék mennyisége csupán harmada volt az előző évben mért mennyiségnek (147,1 mm) és közel fele a 30 éves átlagnak. A csapadék eloszlása is rendkívül egyenlőtlen volt. A tenyészidőszak első három hónapjában 126,6 mm esett, ami a tenyészidőszak csapadékának több mint 85%-át tette ki. Jelentősebb mennyiségű csapadék június hónapban hullott (96,6 mm), a tenyészidőszak többi hónapjában a csapadék mennyisége rendkívül kevés volt. A tenyészidőszak átlaghőmérséklete 1,6 °C-kal haladta meg az előző évi értéket, és 2,6 °C-kal a 30 éves átlagot. A tenyészidő első három hónapjának (április, május, június) átlaghőmérséklete 1,1 °C-kal, a két utolsó hónap (július, augusztus) átlaghőmérséklete pedig 2,5 °C-kal volt magasabb a 2008. év értékeinél (1–2. táblázat).

A 2010. év időjárását rendkívüli szélsőségek jellemezték. A csapadék mennyisége a tenyészidőszakban 491,7 mm volt, ami 184,6 mm-rel haladta meg a 30 éves átlagot. A tenyészidőszak első három hónapjában 296 mm, a tenyészidőszak végén szintén jelentős mennyiségű (195,5 mm) csapadék esett. A csapadék mennyisége minden hónapban meghaladta a 80 mm-t, ami példátlan az előző éveket figyelembe véve. A 2010. tenyészévben a tenyészidőszakot megelőző hónapok (október–március) csapadékmennyisége szintén felülmúlta a sokévi átlagot (334,3 mm).

1. táblázat. A csapadékmennyiség alakulása a vizsgált tenyészévekben
(Debrecen-Látókép, 2007–2010)

2007–2008 (mm)											
Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl.	Aug.	Összesen
(1)	(2)	(3)	(4)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
71,4	40,9	29,8	26,4	4,6	41,7	74,9	47,6	140,1	144,9	34,2	656,5
214,8					441,7						
					262,6			179,1			
2008–2009 (mm)											
Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl.	Aug.	Összesen
(1)	(2)	(3)	(4)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
16,1	19,8	52,2	29,5	44,0	41,6	9,9	20,1	96,6	9,2	11,3	350,3
203,2					147,1						
					126,6			20,5			
2009–2010 (mm)											
Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl.	Aug.	Összesen
(1)	(2)	(3)	(4)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
79,3	78,3	54,9	48,8	58,6	14,4	83,9	111,4	100,9	97,2	98,3	826,0
334,3					491,7						
					296,2			195,5			

Table 1. Amount of precipitation in the examined growing seasons (Debrecen-Látókép, 2007–2010). (1) October, (2) November, (3) December, (4) January, (5) February, (6) March, (7) April, (8) May, (9) June, (10) July, (11) August, (12) Total.

Eredmények

A 2008., 2009. és a 2010. tenyészév szárszilárdsági paramétereinek értékelése

A szárszilárdsági paraméterek (szárdölés, tányér alatti szártörés) meghatározó szerepet játszanak a napraforgó produktivitásának alakulásában.

A három vizsgált év eltérő időjárási körülményei lényegesen befolyásolták a gombaölőszeres kezelések hatékonyságát, valamint a vetéstechnológiai optimumok alakulását egyaránt.

A szárdölés és a tányér alatti szártörés a különböző kezelések hatására hasonló képet mutatott mindhárom vizsgált évben. A későbbi vetésidőkben, alacsonyabb tőszámoknál, valamint a fungicides kezelések számának növekedésével

a szárdőlés és tányér alatti szártörés aránya csökkent, ellenkező esetben növekedett. Jelentős különbségek adódtak azonban a megdőlt és letört tányérú növények parcellákon belüli arányában a három tenyészévben.

2. táblázat. A hőmérséklet alakulása a vizsgált tenyészévekben
(Debrecen-Látókép, 2008–2010)

2008 (°C)					
Április (1)	Május (2)	Június (3)	Július (4)	Augusztus (5)	Átlag (6)
11,4	16,8	20,6	20,4	20,6	18,0
18,0					
16,3		20,5			
2009 (°C)					
Április (1)	Május (2)	Június (3)	Július (4)	Augusztus (5)	Átlag (6)
14,9	17,4	19,8	23,4	22,6	19,6
19,6					
17,4					
2010 (°C)					
Április (1)	Május (2)	Június (3)	Július (4)	Augusztus (5)	Átlag (6)
11,6	16,6	19,7	22,0	19,0	17,8
17,8					
14,1		20,5			

Table 2. Temperature in the examined growing seasons (Debrecen-Látókép, 2008–2010). (1) April, (2) May, (3) June, (4) July, (5) August, (6) Average.

A 2008. évben a szárdőlés mértéke a tőszámok átlagában 11,2–27,3% között változott a három vetésidőben, míg a vetésidők átlagában a vizsgált tőszámoknál 5,6–34,7% között alakult. Ezek az értékek a 2009. szárazabb évjáratban sokkal alacsonyabbak maradtak (1,5–7,5%, 1,7–9,9%), míg a 2010. extrém csapadékos évben többszörösen meghaladták a 2008. és 2009. év szárdőlésének mértékét (29,1–70,1%, 32,4–69,3%).

Hasonló tendenciát mutatott a tányér alatti szártörés nagyságának alakulása is (2008.: 7,1–15,3%, 4,2–19,9%), (2009.: 1,2–10,0%, 1,3–9,8%), (2010.: 7,7–45,8%, 14,5–38,8%).

A legkisebb mértékű szár-, és tányértörést a 2009. évben mértük, ezzel szemben a csapadékos években a szárszilárdság jelentős romlásával kellett számolnunk. A 2010. év jelentős csapadékmennyisége, a betegségek révén fokozott szárdőlést és tányér alatti szártörést idézett elő. A szárdőlés átlagos nagysága a kontroll parcellákon 57,1% volt, és ez az érték a kétszeri fungicid kezeléseknél sem csökkent 42% alá, míg 2009-ben a kontroll és kétszeri fungicid kezeléseknél egyaránt kismértékű volt a szárdőlés (5,6%–3,0%). A tányér alatti szártörés kisebb arányban lépett fel a vizsgált években mint a szárdőlés. A 2010. évben nagyobb mértékű volt a kontroll és a fungicid kezeléseknél egyaránt (34,4%, 29,7%, 19,1%) (3–5. táblázat).

3. táblázat. A napraforgó szárszilárdságának változása fungicid és vetéstechnológiai kezelése hatására (2 hibrid átlaga, Debrecen-Látókép, 2008)

	Szárdőlés (%)				Tányér alatti szártörés (%)			
	(1)				(2)			
	Kontroll (3)	1× kezelt (4)	2× kezelt (5)	Átlag (6)	Kontroll (3)	1× kezelt (4)	2× kezelt (5)	Átlag (6)
1. vetésidő (7)	27,3	24,6	25,1	25,7	15,3	13,6	12,2	13,7
2. vetésidő (8)	23,1	19,5	15,1	19,2	14,1	11,6	11,4	12,3
3. vetésidő (9)	15,4	12,9	11,2	13,2	10,0	8,7	7,1	8,6
Átlag (6)	21,9	19,0	17,2	19,4	13,1	11,3	10,2	11,5
SzD _{5%} (10)	5,2	4,7	4,9		3,4	2,9	1,7	
	Tőszám (tő/ha)							
	(11)							
35 000	8,0	6,4	5,6	6,7	6,3	5,0	4,2	5,2
45 000	15,7	13,5	12,4	13,9	9,6	7,7	7,4	8,2
55 000	29,4	24,8	22,9	25,7	16,7	14,9	13,2	14,9
65 000	34,7	31,3	27,7	31,2	19,9	17,5	16,0	17,8
Átlag (6)	21,9	19,0	17,2	19,4	13,1	11,3	10,2	11,5
SzD _{5%} (10)	5,2	4,7	4,9		3,4	2,9	1,7	

Table 3. Change of the stem rigidity of sunflower as a result of fungicide and sowing technological treatments (average of 2 hybrids, Debrecen-Látókép, 2008). (1) Lodging (%), (2) Stem breaking under the head (%), (3) Control, (4) Treated once, (5) Treated twice, (6) Average, (7) 1st sowing date, (8) 2nd sowing date, (9) 3rd sowing date, (10) LSD_{5%}, (11) Plant number (stems per hectare).

4. táblázat. *A napraforgó szárszilárdságának változása fungicid és vetéstechnológiai kezelések hatására (2 hibrid átlaga, Debrecen-Látókép, 2009)*

	Szárdőlés (%)				Tányér alatti szártörés (%)			
	(1)				(2)			
	Kontroll (3)	1× kezelt (4)	2× kezelt (5)	Átlag (6)	Kontroll (3)	1× kezelt (4)	2× kezelt (5)	Átlag (6)
1. vetésidő (7)	7,5	5,8	3,7	5,7	10,0	7,3	4,6	7,3
2. vetésidő (8)	6,1	4,4	3,6	4,7	6,3	5,1	4,2	5,2
3. vetésidő (9)	3,1	2,2	1,5	2,3	2,3	1,9	1,2	1,8
Átlag (6)	5,6	4,1	3,0	4,2	6,2	4,8	3,3	4,8
SzD _{5%} (10)	3,6	1,6	1,4		1,9	0,9	0,7	
	Tőszám (tő/ha)							
	(11)							
35 000	2,6	2,0	1,7	2,1	2,8	2,1	1,3	2,1
45 000	4,2	2,9	2,4	3,1	5,4	4,4	2,7	4,1
55 000	5,6	4,2	2,9	4,2	7,0	5,8	3,6	5,4
65 000	9,9	7,3	4,8	7,4	9,8	6,9	5,6	7,4
Átlag (6)	5,6	4,1	3,0	4,2	6,2	4,8	3,3	4,8
SzD _{5%} (10)	3,6	1,6	1,4		1,9	0,9	0,7	

Table 4. Change of the stem rigidity of sunflower as a result of fungicide and sowing technological treatments (average of 2 hybrids, Debrecen-Látókép, 2009). (1) Lodging (%), (2) Stem breaking under the head (%), (3) Control, (4) Treated once, (5) Treated twice, (6) Average, (7) 1st sowing date, (8) 2nd sowing date, (9) 3rd sowing date, (10) LSD_{5%}, (11) Plant number (stems per hectare).

A fungicid kezelések hatása minden vetésidőben és tőszámnál jelentős volt, ami a szárdőlést és tányér alatti szártörést csökkentette. A kísérleti években minden esetben kisebb volt a szárdőlés és tányértörés eltérése az optimális és a hátrányos vetésidők és tőszámok esetében a fungicid kezelések hatására (1×kezelt, 2×kezelt) mint a kontroll parcellákon (6. táblázat).

A napraforgó 2008. évi fertőzöttségének értékelése

További vizsgálataink során napraforgó hibridek betegségfertőzöttségének és termésmennyiségének vizsgálatát végeztük eltérő vetésidő, tőszám, valamint eltérő fungicid kezelések mellett.

5. táblázat. A napraforgó szárszilárdságának változása fungicid és vetéstechnológiai kezelések hatására
(NK Kondi, Debrecen-Látókép, 2010)

	Szárdólás (%)				Tányér alatti szártörés (%)			
	(1)				(2)			
	Kontroll (3)	1× kezelt (4)	2× kezelt (5)	Átlag (6)	Kontroll (3)	1× kezelt (4)	2× kezelt (5)	Átlag (6)
1. vetésidő (7)	70,1	66,7	54,4	63,7	45,8	40,1	30,9	38,9
2. vetésidő (8)	58,6	54,5	43,3	52,1	38,4	31,7	18,5	29,5
3. vetésidő (9)	42,7	41,2	29,1	37,7	19,0	17,3	7,7	14,7
Átlag (6)	57,1	54,1	42,3	51,2	34,4	29,7	19,1	27,7
SzD _{5%} (10)	12,8	10,6	8,2		9,2	8,7	5,9	
	Tőszám (tő/ha)							
	(11)							
35 000	43,1	40,9	32,4	38,8	26,3	22,4	14,5	21,1
45 000	53,5	50,0	38,2	47,2	31,0	27,1	17,5	25,2
55 000	62,6	63,1	47,1	57,6	41,2	34,0	19,9	31,7
65 000	69,3	62,4	51,5	61,1	38,8	35,1	24,3	32,7
Átlag (6)	57,1	54,1	42,3	51,2	34,4	29,7	19,1	27,7
SzD _{5%} (10)	12,8	10,6	8,2		9,2	8,7	5,9	

Table 5. Change of the stem rigidity of sunflower as a result of fungicide and sowing technological treatments (NK Kondi, Debrecen-Látókép, 2010). (1) Lodging (%), (2) Stem breaking under the head (%), (3) Control, (4) Treated once, (5) Treated twice, (6) Average, (7) 1st sowing date, (8) 2nd sowing date, (9) 3rd sowing date, (10) LSD_{5%}, (11) Plant number (stems per hectare).

Az eltérő évjáratí hatások eredőjeként a vizsgálati eredmények jelentős különbségeket mutattak a különböző agrotechnikai változatokban és növényvédelmi kezeléseknél.

A *Diaporthe* és a *Sclerotinia*, valamint a tányérbetegségek fertőzöttsége a vetésidő, az állománysűrűség és a fungicides kezeléseknél változásának hatására a három tenyészévben eltérő mértékben módosult. A vizsgálat során minden esetben a korai vetésidőben és a legnagyobb tőszámnál tapasztaltuk a legnagyobb fertőzöttséget a tányérbetegségek, a *Diaporthe* és a *Sclerotinia* fertőzöttség esetében. A fertőzöttségi értékek az optimális és a megkésett vetésidőben csökkentek. A 2008. évben a gombás megbetegedések kialakulásának és

terjedésének kedvező hűvös csapadékos évszám miatt jelentősebb fertőzöttséget tapasztaltunk. A fungicid védekezés nélküli kontroll parcellákban a *Diaporthe*, *Sclerotinia*, valamint a tányérbetegségek fertőzöttsége a legnagyobb volt a tőszámok és vetésidők átlagában (48,0%, 6,5%, 30,8%). Az egyszer alkalmazott fungicid hatására az átlagos *Diaporthe* fertőzöttség 9,0%-kal, a *Sclerotinia* és tányérbetegségek fertőzöttsége 2,8% és 9,5%-kal csökkent. A megismételt fungicid kezelés hatására a *Sclerotinia* és a tányérbetegség fertőzöttség tovább csökkent, azonban a csökkenés kisebb mértékű volt mint a kontroll és az egyszeri kezelések esetében (5,7%, 1,5%). A *Diaporthe* fertőzöttség 12,0%-kal csökkent. A kísérletben alkalmazott hibridek és kezelések átlagában a *Diaporthe* infekció 38,0%, a *Sclerotinia* fertőzés 4,1%, valamint a tányérbetegségek fertőzöttsége 22,6% volt (7. táblázat).

6. táblázat. A napraforgó szárszilárdságának eltérései szélsőséges vetéstechnológiáknál (hibridek átlaga, Debrecen-Látókép, 2008–2010)

	Szárdőlés (%)				Tányér alatti szártörés (%)			
	(1)		(2)		(3)		(4)	
	Kontroll (3)	1× kezelt (4)	Kontroll (3)	1× kezelt (4)	Kontroll (3)	1× kezelt (4)	Kontroll (3)	1× kezelt (4)
	Az 1. vetésidő és 3. vetésidő különbsége (6)							
2008	11,8	11,7	13,9	12,5	5,3	4,9	5,1	5,1
2009	4,4	3,6	2,3	3,4	7,7	5,4	3,4	5,5
2010	27,4	25,5	25,3	26,0	26,8	22,8	23,2	24,3
Átlag (5)	14,5	13,6	13,8	14,0	13,3	11,0	10,6	11,6
	A 65 000 tő/ha és 35 000 tő/ha tőszámok különbsége (7)							
2008	26,7	24,9	22,0	24,6	13,7	12,5	11,8	12,7
2009	7,3	5,3	3,1	5,2	7,0	4,8	4,3	5,4
2010	26,2	21,5	19,1	22,3	12,5	12,7	9,8	11,7
Átlag (5)	20,1	17,2	14,7	17,3	11,1	10,0	8,6	9,9

Table 6. Differences in the stem rigidity of sunflower in the case of extreme sowing technologies (average of hybrids, Debrecen-Látókép, 2008–2010). (1) Lodging (%), (2) Stem breaking under the head (%), (3) Control, (4) Treated once, (5) Average, (6) Difference between the 1st and the 3rd sowing date, (7) Difference between the plant numbers of 65 000 stems per ha and 35 000 stems per ha.

7. táblázat. *Fungicid kezelések és vetéstechnológiai tényezők hatása a napraforgó betegségeire (2 hibrid átlaga, Debrecen-Látókép, 2008)*

Fungicid kezelés (1)	Vetésidő (5)	Tányér- betegségek (%) (8)	<i>Sclerotinia</i> (száron) (%) (9)	<i>Diaporthe</i> (száron) (%) (10)
Kontroll (2)	1. vetésidő (5)	41,7	9,6	57
	2. vetésidő (5)	31,8	6,5	54
	3. vetésidő (5)	18,8	3,3	34
	Átlag (6)	30,8	6,5	48
	SzD _{5%} (7)	3,9	0,9	6
1×kezelt (3)	1. vetésidő (5)	28,2	5,4	49
	2. vetésidő (5)	22,2	3,6	41
	3. vetésidő (5)	13,6	2,3	26
	Átlag (6)	21,3	3,7	39
	SzD _{5%} (7)	5,2	0,9	5
2×kezelt (4)	1. vetésidő (5)	19,9	2,7	32
	2. vetésidő (5)	17,4	2,2	30
	3. vetésidő (5)	9,5	1,7	20
	Átlag (6)	15,6	2,2	27
	SzD _{5%} (7)	4,3	0,8	7
Fungicid kezelés (1)	Tőszám (tő/ha) (5)	Tányér- betegségek (%) (8)	<i>Sclerotinia</i> (száron) (%) (9)	<i>Diaporthe</i> (száron) (%) (10)
Kontroll (2)	35 000	24,1	3,4	37
	45 000	27,5	4,9	39
	55 000	34,7	8,0	57
	65 000	36,8	9,7	60
	Átlag (6)	30,8	6,5	48
	SzD _{5%} (7)	3,9	0,9	6
1×kezelt (3)	35 000	15,8	1,9	31
	45 000	18,9	2,6	33
	55 000	24,3	4,8	45
	65 000	26,4	5,7	47
	Átlag (6)	21,3	3,7	39
	SzD _{5%} (7)	5,2	0,9	5

A 7. táblázat folytatása a következő oldalon ...

A 7. táblázat folytatása ...

Fungicid kezelés (1)	Tőszám (tő/ha) (5)	Tányér- betegségek (%) (8)	<i>Sclerotinia</i> (száron) (%) (9)	<i>Diaporthe</i> (száron) (%) (10)
2×kezelt (4)	35 000	10,3	0,9	23
	45 000	12,8	1,8	25
	55 000	18,6	2,7	29
	65 000	20,8	3,2	31
	Átlag (6)	15,6	2,2	27
	SzD _{5%} (7)	4,3	0,8	7
Kezelések átlaga (11)		22,6	4,1	38,0

Table 7. The effect of fungicide treatments and sowing technological factors on sunflower diseases (average of 2 hybrids, Debrecen-Látókép, 2008). (1) Fungicide treatment, (2) Control, (3) Treated once, (4) Treated twice, (5) Plant number (stems per ha), (6) Average, (7) LSD_{5%}, (8) Head diseases (%), (9) *Sclerotinia* (on the stem) (%), (10) *Diaporthe* (on the stem) (%), (11) Average of treatments.

A napraforgó 2009. évi fertőzöttségének értékelése

A 2009. év szárazabb időjárása a betegségek kialakulásának és terjedésének mértékét csökkentette, így alacsonyabb fertőzöttségeket tapasztaltunk. A hibridek és kezelések átlagában kapott fertőzés mértéke a *Diaporthe* esetében 17,0%, a *Sclerotinia* és a tányérbetegség fertőzöttségénél 1,4% és 12,0% volt. A kisebb infekciós nyomás következtében a fungicid kezelések hatása elmaradt az előző évben tapasztalttól. Egyszeri fungicid kezelés hatására a kontrollhoz képest a csökkenés csupán 6,0%, 0,7%, 3,7% volt. A kétszer elvégzett fungicid kezelés 4,0%, 0,3%, és 3,3% további csökkenést idézett elő. A fertőzöttség a kezelések számának növekedésével mindhárom kórtani tényezőnél csökkent (8. táblázat).

A napraforgó 2010. évi fertőzöttségének értékelése

A 2010. év időjárása a kórokozók fokozott terjedésének és kártételének leginkább kedvezett a három vizsgált tenyészév közül. A *Diaporthe* fertőzöttség 10–82% között, a *Sclerotinia* fertőzöttség 1,2–12,0% között, a tányérbetegségek fertőzöttsége 14,8–55,5% között változott. A *Diaporthe* és tányérbetegségek átlagos fertőzöttsége 42,8% és 69,2% volt a kontroll parcellákon. A *Sclerotinia* fertőzöttség alacsonyabb mértékű volt (8,7%). A fungicid kezelések a fertőzöttségi értékek csökkenését idézték elő. A kétszer kezelt állományokban a

Diaporthe, *Sclerotinia* és a tányérbetegségek átlagos fertőzöttsége 14,9%, 4,3%, és 18,5% -kal csökkent. A kezelések átlagában a *Diaporthe* és *Sclerotinia* fertőzöttsége 36,1% és 6,8%, a tányérbetegségek fertőzöttsége 60,9% volt. Ezek az értékek jelentősen meghaladták a 2009. és a 2008. tenyészévek infekciós értékeket egyaránt (9. táblázat).

8. táblázat. *Fungicid kezelések és vetéstechnológiai tényezők hatása a napraforgó betegségeire (2 hibrid átlaga, Debrecen-Látókép, 2009)*

Fungicid kezelés (1)	Vetésidő (5)	Tányér- betegségek (%) (8)	<i>Sclerotinia</i> (száron) (%) (9)	<i>Diaporthe</i> (száron) (%) (10)
Kontroll (2)	1. vetésidő (5)	24,5	3,2	40
	2. vetésidő (5)	16,5	2,1	21
	3. vetésidő (5)	5,8	0,8	8
	Átlag (6)	15,6	2,0	23
	SzD _{5%} (7)	6,1	0,4	6
1×kezelt (3)	1. vetésidő (5)	18,2	1,9	30
	2. vetésidő (5)	12,7	1,4	16
	3. vetésidő (5)	4,8	0,6	6
	Átlag (6)	11,9	1,3	17
	SzD _{5%} (7)	5,4	0,7	5
2×kezelt (4)	1. vetésidő (5)	13,3	1,3	21
	2. vetésidő (5)	9,5	1,0	12
	3. vetésidő (5)	3,1	0,6	5
	Átlag (6)	8,6	1,0	13
	SzD _{5%} (7)	2,9	0,5	7

Fungicid kezelés (1)	Tőszám (tő/ha) (5)	Tányér- betegségek (%) (8)	<i>Sclerotinia</i> (száron) (%) (9)	<i>Diaporthe</i> (száron) (%) (10)	
Kontroll (2)	35 000	10,5	1,4	18	
	45 000	14,1	1,9	21	
	55 000	15,3	2,1	22	
	65 000	22,5	2,8	32	
	Átlag (6)		15,6	2,0	23
	SzD _{5%} (7)		6,1	0,4	6

A 8. táblázat folytatása a következő oldalon ...

A 8. táblázat folytatása ...

Fungicid kezelés (1)	Tőszám (tő/ha) (5)	Tányér- betegségek (%) (8)	<i>Sclerotinia</i> (száron) (%) (9)	<i>Diaporthe</i> (száron) (%) (10)
1×kezelt (3)	35 000	7,8	0,8	14
	45 000	9,9	1,1	16
	55 000	13,0	1,5	17
	65 000	17,0	1,8	23
	Átlag (6)	11,9	1,3	17
	SzD _{5%} (7)	5,4	0,7	5
2×kezelt (4)	35 000	5,6	0,7	10
	45 000	7,2	0,9	12
	55 000	9,4	1,1	13
	65 000	12,3	1,2	16
	Átlag (6)	8,6	1,0	13
	SzD _{5%} (7)	2,9	0,5	7
Kezelések átlaga (11)		22,6	12,0	12,0

Table 8. The effect of fungicide treatments and sowing technological factors on sunflower diseases (average of 2 hybrids, Debrecen-Látókép, 2009). (1) Fungicide treatment, (2) Control, (3) Treated once, (4) Treated twice, (5) Plant number (stems per ha), (6) Average, (7) LSD_{5%}, (8) Head diseases (%), (9) *Sclerotinia* (on the stem) (%), (10) *Diaporthe* (on the stem) (%), (11) Average of treatments.

9. táblázat. Fungicid kezelések és vetéstechnológiai tényezők hatása a napraforgó betegségeire (NK Kondi, Debrecen-Látókép, 2010)

Fungicid kezelés (1)	Vetésidő (5)	Tányér- betegségek (%) (8)	<i>Sclerotinia</i> (száron) (%) (9)	<i>Diaporthe</i> (száron) (%) (10)
Kontroll (2)	1. vetésidő (5)	55,5	11,3	82
	2. vetésidő (5)	45,3	10,0	78
	3. vetésidő (5)	27,5	4,9	48
	Átlag (6)	42,8	8,7	69,2
	SzD _{5%} (7)	9,6	3,9	14

A 9. táblázat folytatása a következő oldalon ...

A 9. táblázat folytatása ...

Fungicid kezelés (1)	Vetésidő (5)	Tányér- betegségek (%) (8)	<i>Sclerotinia</i> (száron) (%) (9)	<i>Diaporthe</i> (száron) (%) (10)
1×kezelt (3)	1. vetésidő (5)	44,2	9,2	74
	2. vetésidő (5)	41,9	9,0	73
	3. vetésidő (5)	26,4	3,6	42
	Átlag (6)	37,5	7,3	62,9
	SzD _{5%} (7)	8,6	2,9	10
2×kezelt (4)	1. vetésidő (5)	39,4	6,1	65
	2. vetésidő (5)	29,5	6,0	53
	3. vetésidő (5)	14,8	1,2	35
	Átlag (6)	27,9	4,4	50,7
	SzD _{5%} (7)	5,9	1,8	12
Fungicid kezelés (1)	Tőszám (tő/ha) (5)	Tányér- betegségek (%) (8)	<i>Sclerotinia</i> (száron) (%) (9)	<i>Diaporthe</i> (száron) (%) (10)
Kontroll (2)	35 000	33,6	5,6	60
	45 000	39,2	7,0	67
	55 000	48,3	10,3	75
	65 000	49,9	12,0	75
	Átlag (6)	42,8	8,7	69,2
	SzD _{5%} (7)	9,6	3,9	14
1×kezelt (3)	35 000	30,2	4,4	57
	45 000	33,1	6,2	59
	55 000	40,1	9,0	65
	65 000	46,5	9,5	71
	Átlag (6)	37,5	7,3	62,9
	SzD _{5%} (7)	8,6	2,9	10
2×kezelt (4)	35 000	22,1	2,4	43
	45 000	25,5	3,4	46
	55 000	31,8	5,9	56
	65 000	32,3	5,9	58
	Átlag (6)	27,9	4,4	50,7
	SzD _{5%} (7)	5,9	1,8	12
Kezelések átlaga (11)		36,1	6,8	60,9

Table 9. The effect of fungicide treatments and sowing technological factors on sunflower diseases (NK Kondi, Debrecen-Látókép, 2010). (1) Fungicide treatment, (2) Control, (3) Treated once, (4) Treated twice, (5) Plant number (stems per ha), (6) Average, (7) LSD_{5%}, (8) Head diseases (%), (9) *Sclerotinia* (on the stem) (%), (10) *Diaporthe* (on the stem) (%), (11) Average of treatments.

Következtetések, javaslatok

A vizsgált tenyészévek klimatikus viszonyai jelentős eltéréseket mutattak, ami a szárszilárdsági és fertőzöttségi paraméterek alakulását meghatározták. A kevésbé csapadékos 2009. évjáratban a szárdőlés kevesebb kárt okozott az állományokban. A vetésidők és tőszámok átlagában a hibrideknél egyaránt 10% alatt maradt. A 2008. csapadékos évjáratban sem emelkedett a szárdőlés aránya 35% fölé. Az extrém csapadékos 2010. tenyészévben azonban a szárdőlés elérte a 70%-ot is a korai vetésidőjű és nagy tőszámsűrűségű kezelésekben. A tányér alatti szártörés okozta kártétel mindhárom vizsgált évjáratban kisebb volt. A 2008. és 2009. években az átlagos tányértörés aránya nem érte el a 20%-ot, míg 2010-ben közel 40% volt a legkedvezőtlenebb termesztési modellek esetében. A korai és késői vetésidőkben, valamint a tőszámsűrűség növelésével a szárszilárdsági paraméterek romlottak, a fertőzöttség mértéke pedig növekedett. Erősen csapadékos évjáratban ez a hatás jelentős volt.

A fungicid kezelések a fertőzöttség csökkenését és a szárszilárdsági paraméterek javulását eredményezték a kontroll kezelésekhez képest, azonban 2010-ben a csapadékos évjárat miatt a fungicid kezelés nélküli és kétszer kezelt állományok között ez az érték a szárdőlés és tányér alatti szártörés tekintetében nagyobb volt, meghaladta a 14%-ot a vetéstechnológiai tényezők átlagában.

A vizsgált betegségek által okozott fertőzés alakulása hasonló tendenciát mutatott mint a szárszilárdsági paraméterek esetében. Eltérő mértékű kártételt tapasztaltunk, azonban a *Diaporthe* és a *Sclerotinia*, valamint a tányérbetegségek vonatkozásában a három vizsgált tenyészévekben. A fertőzöttség mértéke minden vizsgált tényező esetében és mindhárom évben a *Diaporthe Helianthi*-nál volt a legnagyobb (2010-ben 10–82% között változott). A *Sclerotinia* fertőzöttség mérsékeltebb maradt (a legcsapadékosabb évjáratban is 12% alatti maradt). A fungicid kezelések hatása az egyszeri és kétszeri kezelésekben is megfigyelhető volt, azonban csapadékos évjáratban volt igazán jelentős. A kezelések hatásfoka a száraz évjáratokban a kontroll és az egyszeri fungicid kezelés között volt jobb. Az egyszeri és kétszeri kezelések kisebb mértékű fertőzöttség csökkenést idéztek elő aszályos évjáratban.

A vizsgált években a fungicid kezelések, a vetésidő későbbre halasztása és a mérsékelt tőszám alkalmazása a betegség fertőzöttséget csökkentő, szárszilárdságot javító és ezáltal termésmenvelő tényezőnek bizonyult. A vizsgálatok eredményei alapján megállapítottuk, hogy a fungicid kezelések hatása kiemel-

hető a vizsgált technológiai elemek közül, ugyanis a vetéstechnológiai hibák (az évjáratnak nem megfelelő vetésidő, vagy tőszám) káros hatásait mérsékelni képes. A fungicid kezelések hatására ugyanis a fertőzöttség csökkent és a szárszilárdság javult a korai vetésidőjű és nagy tőszámú parcellákon egyaránt, melyekben a legnagyobb fertőzöttséget és leggyengébb szárszilárdságot tapasztaltuk a vizsgált évjáratokban, főleg csapadékos években.

IRODALOM

- Branimir, S.–Jasenka, C.–Ruza, P.–Karolina, V.*: 2008. Influence of climate conditions on grain yield and appearance of white rot (*Sclerotinia sclerotiorum*) in field experiments with sunflower hybrids. *Cereal Res. Commun.* 36: 63–66.
- Borbélyné Hunyadi É.–Pepó P.–Kutasy E.–Zsombik L.*: 2002. Az évjárat hatása különböző napraforgó genotípusok termésére, minőségére, és agronómiai jellemzőire. [In: Jávor A. (szerk.) Innováció, a tudomány és gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumában: növénytermelés.] 256–262.
- Borbélyné Hunyadi, É.–Csajbók, J.–Lesznyák, M.*: 2007: Relations between the yield of sunflower and the characteristics of the cropyear. *Cereal Res. Commun.* 35. 2: 285–289.
- Goór Sz.–Kiss I. né.*: 1999. A sikeres napraforgó termesztés alapja az igényes technológia. *Gyakorlati Agroforum.* 10. 12: 9–14.
- Gustavo, A.–Natalia, G.–Mauro, C.–Susana, M.–Facundo, Q.–Luis, A. N.*: 2009. Variability in sunflower oil quality for biodiesel production: A simulation study. *Biomass and Bioenergy.* 33: 459–468.
- Pepó, P.–Szabó, A.*: 2005. Effect of agrotechnical and meteorological factors on yield formation in sunflower production. *Cereal Res. Commun.* 33. 1: 49–52.
- Pepó P.*: 1999. A genotípus szerepe a napraforgó termesztésben. V. Növénytermesztési Tudományos napok. Budapest. 95.
- Pepó P.*: 2013. A vízellátás szerepe a szántóföldi növénytermesztésben. *Agroforum.* 24. 5: 15–18.
- Sandra, V.–Stjepan, P.–Nadica, D.–Dubravko, F.*: 2008. Physical and mechanical properties of sunflower seed (cv Alexandra PR). *Cereal Res. Commun.* 36: 471–474.
- Zlata, M.–Gabriella, K.–Vinko, K.–Nada, P.–Davor, S.*: 2008. Efficiency of earthworm humus – lumbricost on soil biogenity in sunflower production (*Helianthus annuus* L.). *Cereal Res. Commun.* 36: 583–586.
- Zsombik L.*: 2001. Az állománysűrűség hatása a napraforgó hibridek termésére, és *Diaporthe helianthi* fertőzöttségi paramétereire. *Agrártudományi Közlemények.* 112–117.

A szerzők levelezési címe - Address of the authors:

Dr. Szabó András
Debreceni Egyetem AGTC MÉK
Növénytudományi Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032

KÖNYVISMERTETÉS

Book reviews

Kádár Imre: „A gyepek műtrágyázásáról”

(Akaprint, Budapest, 2013, MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet,
289 p., 163 táblázattal)

Monográfia a szerző által 40 évvel ezelőtt beállított műtrágyázási tartamkísérlet utóbbi 13 évének (2001–2013 közötti időszak) eredményeit ismerteti. Előtte önálló kiadványként jelent meg 2012-ben: „A mezőföldi műtrágyázási tartamkísérlet első évtizedének tanulságai”, majd 2013-ban a folytatása: „A mezőföldi műtrágyázási tartamkísérlet tanulságai 1984–2000 között” című munka.

E kísérletben lehetővé vált egyidejűleg vizsgálni mind a hiányos vagy túlzott, egyoldalú vagy kiegyensúlyozott stb. tápelemkínálat hatását a talajra és a növényre. Számszerű összefüggéseket állapítottak meg a növények termése, makro- és mikroelem tartalma, minőségi jellemzői, betegség-ellenállósága, gyomosodási viszonyai között a tápláltság függvényében. Az eredményeiket részletes talajvizsgálati és növénydiagnosztikai adatokhoz kötötték, határértékeket kidolgozva a műtrágyázási szaktanácsadás számára. A kísérlet lehetővé tette a főbb ionantagonizmusok és szinergizmusok feltárását szabadföldi viszonyok között, értelmezésüket és beépítésüket a trágyahatások magyarázatába és ezzel a szaktanácsadásba. Az elmúlt 4 évtized folyamán a szerző munkatársaival 24 szántóföldi növényfajra és telepített gyepre állapított meg talajvizsgálati és növénydiagnosztikai optimum, hiány és túlsúly ellátottsági határkoncentrációkat.

A gyepek műtrágyázásáról szóló könyv 2013-ban látott napvilágot 289 oldalon, fóliázott kötésben, az MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet kiadásában. A belső borítón feltüntették a kiadvány alapjául szolgáló közlemények társszerzőit. A lista 34 nevet tartalmaz a kísérlet 4 évtizede alatt. A gyepek

letek 13 évének eredményeit a szerzők 28 közleményben publikálták. A közleményekben 180 irodalmi forrást dolgoztak fel, esetenként 200 évre visszatekintve és a történelmi hátteret is megvilágítva német, orosz, angol és magyar nyelvű munkákat értékelve. A könyv külön értékét jelenti az ismeretek ilyen szintézise, mely érinti a gyepgazdálkodással és a takarmányozással összefüggő tudományos fejlődés állomásait Thaer, Liebig, Wolff, Henneberg, Kellner munkáira, illetve az ismert „Weendei” módszertan kialakulására utalva. Bár a gyepekkel foglalkozó hazai szakirodalom igen gazdag, az ásványi táplálással foglalkozó fejezet (a gyepek agrokémiája) nem volt megírva. A kiadvány részben eme hiányt igyekszik pótolni. Új ismereteket és összefüggéseket tár az olvasó elé, melyeket a műtrágyázási tartamkísérlet és a tudományközi együttműködés tett lehetővé. A jelenlegi tudomány ismereteit foglalja össze, orientál. A részadatok tömege ugyanis elvész. A szintézis nyomán válnak hasznosíthatóvá a kutatási eredményeink és őrződnek meg a jövő számára.

„Régóta ismert, hogy a trágyázás hatása a gyepon más, mint a szántón. Másként hat a műtrágya a gyepek komponenseire, így a füvekre, pillangósokra és a gyomokra. Emiatt szelektál. Egyes fajok fejlődését segíti, másokét fenntartja, ismét másokét elnyomja. A gyepek plasztikusan reagál a környezeti és emberi beavatkozásokra, változtatva botanikai és ásványi összetételét. Eltérő lehet ugyanis az egyes gyeppalkotó fajok környezettel szembeni igénye, a gyeptársuláson belüli fejlődési stádiuma, összetétele” – állapítja meg a szerző.

Az ásványi elemek meghatározása kaszálonként 20–25 elemre terjed ki ICP technikát alkalmazva. A takarmányértékeket vizsgálva a gypszena víz, nyersfehérje, nyersszír, nyersrost, nyersshamu, N-mentes kivonható anyagainak adatait közlik a tápláltsági szituáció függvényében. Sor kerül a N-függő és az energiatülsúlyos mobilizálható fehérje, a neutrális és a savdetergens rost, az összes, emészthető, hasznosítható, életfenntartó energia bemutatására. Megállapították a termés karotin, összes cukor és aminosav összetételét is.

Tartamkísérletben a termés és a vizsgált termésjellemzők nagyságrendbeli változásokat mutatnak a kezelések függvényében. A meghatározó N×P kölcsönhatások eredményeképpen pl. a széna Na vagy Mo tartalmában 10–15-szörös eltéréseket mértek. Ugyanazon a talajon/termőhelyen pl. a széna a kontroll parcellákon 4,01 mg/kg, míg az NP-túlsúlyos kezelésben 0,31 mg/kg Mo-készlettel rendelkezett. Egyaránt felléphet tehát Mo-túlsúly vagy Mo-hiány az NPK műtrágyázás nyomán. Az első minimum tényező a nitrogén. A P-trágyázás pl. hatástalan még ezen a P-ral gyengén ellátott termőhelyen is N nélkül. A táp-

elemkínálat szabályozta a botanikai összetétel módosulását. Így pl. a N-hiányos parcellákon a betelepült pillangós gyepek borítása a kísérlet 10. évében 16% fölé emelkedett, míg másutt nyomokban sem fordultak elő.

A szerző részletesen foglalja a gyepek ásványi táplálkozásainak sajátosságait, a trágyázás és a klímateráziók szerepét a gyepek fejlődésében, termőképességük alakulásában. Az eredmények bemutatása kapcsán feltárulnak az olvasó előtt a kölcsönhatások, azok szerepe meghatározó a gyepterázió, az előforduló gyomfajszám, szénatermés, takarmány értékmérő tulajdonságok, makro- és mikroelem tartalom, aminosav összetétel alakításában. Az eredmények évenkénti és kaszálásonkénti bontásban, jól szerkesztett táblázatokban jelennek meg. A táblázatok száma 163. A kezeléshatásokról színes fényképfelvételek is tájékoztatnak. A kísérletben mélyfúrásokat is végeztek 6 m mélységig 20 cm-es rétegenként összesen 420 talajminta elemzésével. Áttekintést kapunk a mobilis nitrogén és kén elemek kimosódásáról a mélyebb rétegekbe a kísérlet 28. évében, szabatosan bemutatva a N és S mérlegek egyenlege függvényében.

Sor került a legeltetett ősgyepéken folyt kísérleti tevékenység bemutatására is, melyeket a Hortobágyi és Nagykunsági Nemzeti Park térségében, Bakonsgen és Cserkeszőlőn végeztek. Meghatározták e termőhelyek főbb talajtulajdonságait, valamint az „összes” és a növények számára felvehetőnek tekintett „oldható” elemkészleteket. A termőhelyeken trágyázási kísérleteket is beállítottak, valamint nagyszámú, különböző korú és minőségű juhtrágya összegyűjtését és elemzését végezték el. Külön figyelmet érdemel az a kutatás, melyet a szerző munkatársaival kezdeményezett a foltszerű trágyaterhelés (pihenődomb, itatóhely, felhajtóút, szárnyék) talajra és növényre gyakorolt hatását illetően. A kijelölt helyeken részletes talajvizsgálatokat végeztek a mélyebb talajrétegekre kiterjedően. Ellenőrizték a gyepterázió optimális tápláltsági állapotának megítélését szolgáló növényanalitikai határkoncentrációkat saját és nemzetközi eredményekre támaszkodva.

A könyv közli minden év eredményeinek rövid összefoglalóit magyar és angol nyelven. A táblázatok szöveges része angol nyelven a táblázatok lábjegyzeteiben olvasható. A legeltetés hatása az ősgyep biodiverzitására című angol nyelvű közléssel zárul a kísérletes rész. A könyvet végül az MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet munkatársai által 1980–2013 között publikált kiadványok címjegyzéke zárja 26 tételt felsorolva.

„A gyepek műtrágyázásáról” című könyv valós hiányt pótol a hazai szakirodalomban. A gyepek agrokémiájáról ez idáig hasonló átfogó mű nem látott

napvilágot. A munka egyaránt ajánlható a kutatás, oktatás, szaktanácsadás, illetve tágabban minden, a téma iránt érdeklődő számára. Letölthető a korábbi kiadványokkal együtt az MTA ATK TAKI honlapjáról: www.mta-taki.hu, illetve ingyen hozzáférhető, amíg a készlet tart.

Németh Tamás

KÖNYVISMERTETÉS

Book reviews

Berzsényi Zoltán, az MTA doktora, tudományos tanácsadó, egyetemi tanár
„NÖVÉNYTERMESZTÉS – Környezeti, növekedési és termésreakciók”
című könyvéről

A növénytermesztés tanteremtésének diszciplína az elmúlt évszázadok során hatalmas fejlődésen ment keresztül. A korábban döntően empirikus tudomány napjainkban tudományos kísérletekkel, eredményekkel, alap- és alkalmazotti kutatásokkal alátámasztott egyszaktudományterületté vált. Miközben ez a folyamat lezajlott a növénytermesztés tanteremtésben – megőrizve identitását és speciális tudásbázisát – egyre inkább az interdiszciplinaritás irányába mozdult el. Napjainkban a növénytermesztés tanteremtésben az alap- és alapotudományok (növényfisiológia, agrokémia, talajtán, agrometeorológia, biokémia, genetika-nemesítés stb.) szerves módon beépültek és az ismeretanyagok a

növénytermesztés tanteremtés nélkülözhetetlen elemeivé váltak. Különösen fontos ez a növénytermesztés egyre intenzívebbé váló termelési folyamatainak biológiai, ökológiai, genetikai és agrotechnikai megalapozása szempontjából.

A „Növénytermesztés – Környezeti, növekedési és termésreakciók” című könyv új fejezetet nyit a növénytermesztés tanteremtésben az ismeretanyagának egyszaktudomány megközelítésében. A szerzője, dr. Berzsényi Zoltán egyetemi tanár hosszú évtizedeken keresztül elmélyült, sokrétű és széleskörű kutatómunkát végzett a termésképződésre ható különböző tényezők hatásainak meghatározására, azok kölcsönhatásainak parametrizálására. A Szerző kiváló kutató, nemzetközileg elismert tudós. Ismeretét, tudását számos hazai és külföldi egyete-



men osztotta meg a graduális és posztgraduális képzésben résztvevő egyetemi hallgatókkal, valamint egyetemi oktatókkal és kutatókkal. Könyve meggyőződésem szerint olyan korszakos mű, amely alapvetően megváltoztatja a növénytermesztésről alkotott ismereteinket, új alapokra helyezi mind a növénytermesztésről alkotott ismereteinket, új alapokra helyezi mind a növénytermesztésről alkotott ismereteinket, mind annak egyetemi szintű oktatását. Műve hiánypótló mind a hazai, mind a külföldi irodalomban.

Könyvében a Szerző részletesen tárgyalja a mesterséges és természetes ökoszisztémák szerkezetét, működését, anyag- és energiaforgalmát. Ismertetésre kerülnek a szántóföldi növények termesztéstechnológiai modelljeiben ható agroökológiai, biológiai-genetikai és agrotechnikai elemek és tényezők. Különösen hangsúlyosak azok a fejezetek, amelyek a szántóföldi növények termésképződésében döntő szerepet játszanak, vagyis a szántóföldi növények víz- és tápanyagellátása, valamint az ezeket befolyásoló növénymorfológiai, növényfiziológiai, környezeti és egyéb tényezők. A könyv kiemelkedően értékes fejezetét a növekedésanalízis és a termésprodukciónak összefüggésének vizsgálata képezi, amellyel a Szerző évtizedeken keresztül rendkívül eredményesen foglalkozott. A könyv külön értékét jelenti, hogy a klímaváltozás és a növényi termelés összefüggésével is foglalkozik, egyúttal megjelölve a növénytermesztés jövőbeli elméleti és gyakorlati feladatait.

A könyv jó szívvel ajánlható mindazoknak, akik a növénytermesztésről alkotott ismereteinket, mind annak egyetemi szintű oktatását, szaktanácsadását és gyakorlatát szeretnék hatékonyan megvalósítani.

Pepó Péter

KÖSZÖNTÉS

Anniversary

Kádár Imre 70 éves

Kádár Imre 1943. július 29-én született Pereden, Felvidéken. Egyetemi tanulmányait a Kijevi Ukrán Mezőgazdasági Egyetem Agrokémia és Talajtan Szakán fejezte be kitüntetéssel 1968-ban. Azóta az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet Agrokémiai és Növény táplálási Osztályán dolgozik, jelenlegi beosztása tudományos tanácsadó, 2013. közepétől Professor Emeritus. Beszél, ír, olvas orosz, angol és német nyelven. Egy évet meghaladó tanulmányúton vett részt mindhárom nyelvterületen, megismerkedett a főbb kelet- és nyugat-európai iskolákkal és vezető tudományos intézményekkel/kutatókkal az USA-ban. Az eltérő természeti és gazdálkodási körülményeket a Föld különböző régióiban tanulmányozta: az öntözéses gazdálkodást Közép-Ázsia, Észak-Korea, Észak-Afrika, Kalifornia; a trópusi viszonyokat Mexikó, Kuba és Hawaii; a hideg égöv sajátosságait Alaszka és Skandinávia; a mérsékelt égöv típusait Európa és az USA térségeiben.

Történeti síkon és országos szinten is vizsgálta a földművelés elemforgalmát. Összehasonlította Ausztria és Magyarország tápanyag-gazdálkodását, feltárta azon ökológiai és egyéb tényezőket az 1970-es évek végén, melyek egy régió vagy ország műtrágya-szükségletét meghatározzák. Az 1980-as években munkatársaival kezdeményezte a műtrágyázási gyakorlat anomáliáinak felszámolását. Az 1993-ban megjelent kiadványában (A kálium-ellátás helyzete Magyarországon, KTM-MTA TAKI, Budapest) a tápelemhiány újabb kori következményeit elemezte a hazai földművelés teljesítőképességére és jövőjére. Kísérletes tevékenysége egyedülálló, melyre az Agrokémia és Talajtan, valamint a Növénytermelés c. folyóiratokban publikált munkái is utalnak. E két meghatározó szak-

mai/tudományos lapban, fennállásuk óta, a legtöbb eredeti tudományos közleményt jelentette meg.

Érdeklődése kezdetben a foszforműtrágyák hatékonyságát befolyásoló talajtényezők vizsgálatára összpontosult. Így pl. az 1970-es évek elején egy 20 évre szóló szabadföldi tartamkísérletet tervezett, melyet sikeresen befejezett megállapítva a szuperfoszfát műtrágya hatáscsökkenésének felezési idejét csernozjom talajon. Korát megelőzve, az 1970-es évek elején kezdte meg a feltöltő és fenntartó műtrágyázás vizsgálatát. Ezek a főbb tápelemek közötti kölcsönhatások bemutatására alkalmas, különböző ellátottsági szinteket megjelenítő új típusú kísérletek 4 évtized után is folynak. A kísérletekben lehetővé vált a műtrágyázás talajra és növényre gyakorolt sokoldalú hatását összetettségében vizsgálni, ahogy az a természetben megnyilvánul. A kutatások integrálják a határ-tudományok jeles képviselőit (talajkémia, talajbiológia, növénykórtan, herbológia, ipari minőségvizsgálatok stb.). Az évek során több mint két tucat fontosabb szántóföldi kultúra trágyareakciója, elemfelvétele, minősége, betegség-ellenállósága, gyomosodása vált dokumentálttá a tápanyagellátás függvényében.

Munkatársaival 1980-ban összeállította a főbb kultúrnövények tápláltsági állapotának ellenőrzésére szolgáló mintavételi módszereket és ellátottsági határértékeket, melyeket a hazai szaktanácsadás iránymutató jelleggel ma is használ. Azóta mintegy 20 növényfajon ellenőrizte és pontosította e határkoncentrációkat tartamkísérleteiben, eredményeit folyamatosan publikálva. A növény-táplálás alapelveit és módszereit, hatalmas irodalmi és saját adatot szintetizálva, 1992-ben foglalta össze kézikönyvében. E munkájával MTA doktora fokozatot szerzett 1993-ban. A művet hiánypótló referencia munkának tekinti a szakmai közélet, kutatás, oktatás és szaktanácsadás egyaránt. A könyv történeti megközelítéssel, kialakulásuktól napjainkig monográfikusan tárgyalja az agrokémia főbb módszereit, mint a tápelem-mérleg, szabadföldi- és tenyészedény-kísérletezés, talaj- és növényvizsgálatok stb.

Ahhoz, hogy a jelen és a jövő nemzedéke számára magyar nyelven elérhetővé váljanak agrártörténeti szempontból alapvető művek, saját kezdeményezésből és saját anyagi forrásaira támaszkodva az 1990-es években kiadta Thier, Liebig, Wolff és Ditz egyes munkáit, az általa létrehozott szerkesztői teamre építve és több éves önzetlen munkát ráfordítva. Munkatársaival 1994-ben összefoglalta és könyv alakban megjelentette az eredetileg Láng István által 1963-ban beállított nyírlugosi meszezési/műtrágyázási valamint az őrbottyáni

műtrágyázási tartamkísérlet 50 évének eredményeit, hogy a kutatás, szaktanácsadás és a homokon gazdálkodók hasznosíthassák tanulságait.

Még az 1980-as évek végén kidolgozta a talaj - növény - állat tápláléklánc szennyeződésének kísérletes vizsgálatával kapcsolatos metodikát, terveket és koncepciókat. Meggyőzte az akkori Környezetvédelmi Minisztérium illetékeit e kutatások fontosságáról, melyek másutt és mások által el nem végezhetőek, mert az eltérő talajtani, ill. gazdálkodási viszonyok között nyert tapasztalatok félrevezetőek lehetnek. A különböző termőhelyeken beállított tartamkísérletek olyan talajszennyezettségi, nehézfémterhelési szinteket reprezentálnak, melyek ipari létesítmények, autópályák és települések szennyezett környezetében ma is előfordulnak, vagy a jövőben előfordulhatnak. Az új kutatási irányzat, az eddig nem vizsgált elemek toxicitásának, hatásmechanizmusának feltárása széleskörű hazai és nemzetközi együttműködést indukált. A munkákba bekapcsolódtak talajkémiai, talajbiológiai, herbológiai, takarmányozástani és állatélettani szakemberek is. A sokirányú eredmények szintézise már 1995-ben önálló könyvben napvilágot látott és a folyó kísérletek adatainak közlése évente közel egy tucat eredeti tudományos cikket eredményez különböző magyar/angol nyelvű folyóiratokban, kiadványokban.

Társadalmi, tudományos-közéleti aktivitására utal, hogy az elmúlt 4 évtizedben bekapcsolódott minden nagyobb, a tágabb tudományterületet érintő országos programba (K-9 Talajtermékenység, MÉM SzP-2, ÖKOPOT, Agro-21, Biomassza stb.). A MAE, FVM, KÖM, OM nyilvántartott szakértője. A KÖM-FVM Talajvédelmi Bizottsága elnökeként részt vett a vonatkozó kormányrendelet megalapozó talajszennyezettségi határértékek kimunkálásában, módszertani kézikönyvet összeállítva (Kármentesítési kézikönyv 2., KÖM Budapest, 1998). Nemzetközi Kapcsolatai széleskörűek, tudományos együttműködést a szomszéd országok kutatóival is ápol. Iskolateremtő tevékenységét számos sikeresen védett fiatal kandidátus és a folyó PhD vezetések jelzik. Rendszeres előadó a felsőfokú agrárintézetekben, több PhD iskola alapító tagja. Meghívott kutató/előadó volt az USA-ban (UC Riverside, UI Urbana-Champaign) és az NSzK-ban (J. Liebig Universität, Giessen). Számos hazai és nemzetközi testület/bizottság tagja: CIEC Nemzeti Bizottság titkára, J.Liebig Gesellschaft választott tagja, stb.

Országosan az egyik legismertebb és legátfogóbb ismeretekkel rendelkező szakember, nemzetközi kitekintéssel és elismertséggel. Tudományterülete egészéről és történetéről áttekintéssel bír, munkái ezért orientálók és szemléletformálók. Lexikális tudását, nemzetközi ismereteit és áttekintését a honi nö-

vénytáplálás és tápanyag-utánpótlás fejlesztésében kamatoztatta. Felbecsülhetetlen értékű adatbázisai több kutató-generáció számára biztosítanak forrást. Alkotó módon fejlesztette tovább a kutatások módszereit. Kutatásai kiterjedtek 18 ásványi elemre, 30 szántóföldi növényfajra (gabonák, kapásnövények, ipari és szántóföldi zöldségnövények, takarmánynövények,), valamint telepített és ősgyepekre. A 4 évtized alatt 184 társszerzővel publikált, ebből 41 külföldi szerző volt. Alapvetően szabadföldi tartamkísérleteket végzett, de dolgozott tenyészedeény és tápoldatos kultúrákkal is. Egyes munkái ma már klasszikus műnek számítanak, méltán vezető egyénisége a növénytáplálás tudományterületének Magyarországon. Az új iránti érdeklődése ötvöződik tudománytörténeti kutatásaival. Különös érzékenységet mutat a környezetvédelem problémái iránt, a klasszikus talaj-növény rendszerben folyó vizsgálatait igyekszik a tágabb, globális szintű anyagforgalmi vizsgálatokba illeszteni.

Hiánypótló kézikönyvek és jegyzetek írásával kiadásával talán egyike azoknak, akik a legtöbbet adták a felsőoktatásnak. Önállóan és társszerzőkkel írott és megjelent közleményeinek száma 700. Több önálló tudományos könyvet, kiadványt írt és szerkesztett. Munkáira való és ismertté vált hivatkozások száma tudományos művekben, önhivatkozások nélkül 1900. Elismerései: Aranykoszorus Emlékérem (MAE 1982), Kiváló Munkáért (KÖM 1994), Kiváló Oktatásért (SZIE Gyöngyös, 2003), Gábor Dénes díj (2004). Szakmai életútja, kimagasló tudományos és tudományos-közéleti teljesítménye, munkáinak színvonala, kutatói/oktatói/iskolateremtő kvalitásai, hazai és nemzetközi ismertsége alapján méltán jeles képviselője tudományterületének. Érdemes utalni főbb tudományos műveire, kiadványaira, melyek tükrözik sokoldalú munkásságát. Bár tudományos teljesítménye indokolná, az MTA részéről semmilyen elismerésben nem részesült az elmúlt 4–5 évtized alatt. Talán a kritikus, bíráló szemlélete miatt.

Kádár Imre kiadványai 1980–2013 között

- Elek É.–Kádár I.*: 1980. Álló kultúrák és szántóföldi növények mintavételi módszere. Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium MÉM NAK. Budapest. 55.
- Kádár I.*: 1991. A talajok és növények nehézfém-tartalmának vizsgálata. Környezetvédelmi Minisztérium – MTA TAKI. Akaprint. Budapest. 104.
- Kádár I.*: 1992. A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA TAKI (Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet). Budapest. 398.

- Kádár I.*: 1993. A kálium-ellátás helyzete Magyarországon. Környezetvédelmi Minisztérium – MTA TAKI. Akaprint. Budapest. 112.
- Ditz, H.*: 1867. A magyar mezőgazdaság. (szerk. Kádár I.: 1993.) MTA TAKI. Budapest. Akaprint. 247.
- Kádár I.–Szemes I.*: 1994. A nyírlugosi tartamkísérlet 30 éve. MTA TAKI. Budapest. Akaprint. 248.
- Kádár I.*: 1995. A talaj–növény–állat–ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon. Környezetvédelmi Minisztérium – MTA TAKI. REGICON Nyomda. Kompolt. Budapest. 388.
- Liebig, J.*: 1840–1876. Kémia alkalmazása a mezőgazdaságban és a növényélettanban. (szerk. Kádár I.: 1996.) MTA TAKI. Akaprint. Budapest. 341.
- Thaer, A.*: 1809–1821. Az ésszerű mezőgazdaság alapjai. Trágyázás-tan. (szerk. Kádár I.: 1996.) MTA TAKI. Akaprint. Budapest. 100.
- Kádár I.*: 1998. Kármentesítési Kézikönyv 2. A szennyezett talajok vizsgálatáról. Környezetvédelmi Minisztérium. Nyomda: FHM. Budapest. 151.
- Liebig, J.*: 1842. A szerveskémia alkalmazása az élettanban és a kórtanban. (szerk. Kádár I.: 2007.) MTA TAKI. Akaprint. Budapest. 132.
- Wolff, E.*: 1872. Gyakorlati Trágyázástan. A fontosabb növényi tápanyagokról szóló bevezetéssel. Közérthető agrokémiai vezérfonal. (szerk. Kádár I.: 2007.) MTA TAKI. Akaprint. Budapest. 128.
- Wilhelm, K.*: 1839. Albrecht Thaer élete és munkássága orvosként és mezőgazdaként. (szerk. Kádár I.: 2007.) MTA TAKI. Akaprint. Budapest. 185.
- Kádár I.*: 2010. Az MTA TAKI 60 éve (Kommentár nélkül). MTA TAKI. Akaprint. 120.
- Kádár I.–Szemes I.–Loch J.–Láng I.*: 2011. A nyírlugosi műtrágyázási tartamkísérlet 50 éve. MTA TAKI. Akaprint. Budapest. 110.
- Kádár I.–Márton L.–Láng I.*: 2012. Az őrbottyáni 50 éves örökrozs és egyéb műtrágyázási tartamkísérletek tanulságai. MTA ATK TAKI. Akaprint. Budapest. 172.
- Kádár I.*: 2012. A mezőföldi műtrágyázási tartamkísérlet első évtizedének tanulságai. MTA ATK TAKI. Akaprint. Budapest. 177.
- Kádár I.*: 2012. A főbb szennyező mikroelemek környezeti hatása. MTA ATK TAKI. Akaprint. Budapest. 359.
- Kádár I.*: 2013. A mezőföldi műtrágyázási tartamkísérlet tanulságai 1984–2000. MTA ATK TAKI. Akaprint. Budapest. 357.

Kádár I.: 2013. A gyepek műtrágyázásáról. MTA ATK TAKI. Akaprint. Budapest. 290.

Kádár I.: 2013. Szennyvizek, iszapok, komposztok, szervestrágyák a talajtermékenység szolgálatában. MTA ATK TAKI. Akaprint. Budapest. 345.

Németh Tamás



NAGY JÁNOS főszerkesztő

a Magyar Tudományos Akadémia doktora,
Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok
Centrumának elnöke, Széchenyi-díjas egyetemi tanára,
az Aradi, a Nagyváradi és a Kaposvári Egyetem „Honoris causa doktora”
az Ukrán Agrártudományi Akadémia külföldi tagja
Szakterülete: növénytermesztés, földművelés

növénytermesztés | növénynevelés | növénygenetika | növényélettan | agrobotanika
