

Crop
Production

 HERMAN OTTÓ INTÉZET

NÖVÉNYTERMELÉS

65. kötet | 3. szám | 2016. szeptember

Alapítás éve: 1952

Főszerkesztő: Nagy János



Különböző tápanyag-
utánpótlási módok hatása
a talaj pH-jára és
humusztartalmára a
Westsik-féle vetésforgó
tartamkísérletben

Gyomosodás és
gyomflóra-összetétel
vizsgálatok mezőföldi
trágyázási tartamkísérletben
kukorica állományban

Kukorica hibridek biogén
szilícium tartalma és
lehetséges összefüggései
a termés mennyiségével

www.agrarlapok.hu

Növénytermelés

CROP PRODUCTION

A Herman Ottó Intézet kiadásában,
a Földművelésügyi Minisztérium támogatásával megjelenő folyóirat
a növénytermesztés, növénynemesítés, 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 MÉK
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.
4002 Debrecen, Pf. 400
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:

Herman Ottó Intézet
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.hoi.hu
www.novenytermeles.hu

A kiadásért felelős Dr. Mezőszentgyörgyi Dávid,
a Herman Ottó Intézet főigazgatója

ISSN 0546-8191
Növényterm 65 (2016) 3
Printed in Hungary

Növénytermelés

CROP PRODUCTION

65. kötet, 3. szám, 2016. szeptember

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

FÖLDMŰVELÉSÜGYI MINISZTERIUM

A kiadásért felelős a Herman Ottó Intézet főigazgatója

A nyomást és kötést a Generál Nyomda Kft. végezte

Felelős szerkesztő: Dr. Nagy János

Fedélterv: Dávid Ildikó

Fotót készítette: Dr. Csajbók József

ISSN 0546-8191

TARTALOM

<i>Hadházy Ágnes – Henzsel István: Különböző tápanyag-utánpótlási módok hatása a talaj pH-jára és humusztartalmára a Westsik-féle vetésforgó tartamkísérletben</i>	7
<i>Lehoczky Éva – Kamuti Mariann – Mazsu Nikolett – Csathó Péter: Gyomosodás és gyomflóra-összetétel vizsgálatok mezőföldi trágyázási tartamkísérletben kukorica állományban</i>	19
<i>Lisztes-Szabó Zsuzsa – Balláné Kovács Andrea – Csajbók József – Pepó Péter – Pető Ákos – Kovács Szilvia: Kukorica hibridek biogén szilícium tartalma és lehetséges összefüggései a termés mennyiségével</i>	31
<i>Sáringer-Kenyeres Dóra – Busznyák János – Kamuti Mariann – Lehoczky Éva: Az ürömlevelű parlagfű (<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.) elterjedésének felmérése gabonatarlón</i>	55
<i>Szabó Anita – Ragályi Péter – Kádár Imre – Lehoczky Éva – Csathó Péter: NPK-műtrágyázás hatása a telepített gyeperő szénatömegére és NPK-tartalma karbonátos csernozjom talajon beállított tartamkísérletben</i>	65
<i>Vikár Dóra – Radimszky László – Mazsu Nikolett – Szalai Zita – Lehoczky Éva: A gyomborítás alakulása tritikálé kultúrában trágyázási tartamkísérletben</i>	79
 KÖNYVISMERTETÉS	
<i>Izsáki Zoltán: Berzsenyi Zoltán – Növénytermesztési kísérletek tervezése és értékelése</i>	89

CONTENTS

<i>Á. Hadházy – I. HENZSEL</i> : Effect of different plant nutrition methods on soil pH and humus content in Westsik's crop rotation experiment	7
<i>É. Lehoczký – M. Kamuti – N. Mazsu – P. Csathó</i> : Study on the weediness and weed composition in a long-term fertilisation experiment in maize	19
<i>Zs. Líztes-Szabó – A. Balláné Kovács – J. Csajbók – P. Pepó – Á. Pető – Sz. Kovács</i> : Biogenic silica content and its potential correlation with crop yield in maize (<i>Zea mays</i> L.)	31
<i>D. Sáringer-Kenyeres – J. Busznyák – M. Kamuti – É. Lehoczký</i> : Study on the spread of ragweed (<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.) on cereal stubble	55
<i>A. Szabó – P. Ragályi – I. Kádár – É. Lehoczký – P. Csathó</i> : The effect of NPK fertilization on the hay yield and NPK content of a grassland long-term field trial, set up on calcareous chernozem soil	65
<i>D. Vikár – L. Radímszky – N. Mazsu – Z. Szalai – É. Lehoczký</i> : Study on the weed composition in a long-term fertilisation experiment in triticale monoculture	79
BOOK REVIEWS	
<i>Z. Izsáki</i> : Zoltán Berzsenyi – Planning and evaluation of crop production experiments	89

СОДЕРЖАНИЕ

<i>А. Хадхази – И. Хенжел</i> : Влияние различных методов дополнения питательного вещества на рН почвы и на содержание гумуса в продолжительном опыте севооборота по методу Вестчика (Westsik)	7
<i>Э. Лехоцки – М. Катутти – Н. Мажу – П. Чато</i> : Исследования засорения сорняками и состава флоры сорняков в продолжительном мезёфёльдском опыте (mezőföldi) удобрений в насаждении кукурузы	19
<i>Ж. Листеш-Сабо – А. Баллане Ковач – Ё. Чайбок – П. Пепо – А. Петё – С. Ковач</i> : Содержание гибридами кукурузы биогенного силиция и возможные связи этого с количеством урожая	31
<i>Д. Шарингер-Кеньереш – Я. Бусньяк – М. Катутти – Э. Лехоцки</i> : Измерение распространения амброзии полыннолистной (<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.) в зерновом жнивье	55
<i>А. Сабо – П. Рагайи – И. Кадар – Е. Лехоцки – П. Чато</i> : Влияние искусственных удобрений НРК на массу сена плантационного дёрна и на его содержание НРК в продолжительном опыте в карбонатной чернозёмной почве	65
<i>Д. Викар – Л. Радимски – Н. Мажу – З. Салаи – Е. Леноцки</i> : Формирование покрытия сорняками в культуре тритикале в продолжительном опыте удобрений	79
РЕЦЕНЗИЯ КНИГИ	
<i>З. Ижаки</i> : Золтан Берженьи: Планирование и оценка растениеводческих опытов	89

Különböző tápanyag-utánpótlási módok hatása a talaj pH-jára és humusztartalmára a Westsik-féle vetésforgó tartamkísérletben

HADHÁZY ÁGNES - HENZSEL ISTVÁN
Debreceni Egyetem Agrártudományi Központ,
Nyíregyházi Kutatóintézet, Nyíregyháza

Összefoglalás

A talaj kémhatása és humusztartalma nagymértékben befolyásolja a talaj tápanyag-szolgáltató képességét. A talajban lévő mikroorganizmusok mennyisége és aktivitása függ a talaj pH-jától, a mikroorganizmusok mennyisége pedig befolyásolja a szerves anyagok lebontásának módját és sebességét.

Munkánk 15 vetésforgó keretében mutatja be a szalma-, istálló- és zöldtrágyázás, valamint a szervestrágyázási módok nitrogén, foszfor és kálium műtrágyával kombinált kezeléseket hatásait.

Vizsgálati eredményeink szerint a kísérlet mind a 15 vetésforgójának talaja nagyon alacsony humusztartalmú (1% alatti) savanyú és gyengén savanyú kémhatású volt. Az eltérő trágyázási módok hatása kimutatható a talaj pH-értékeiben és humusztartalmában. Azokban a vetésforgókban, ahol fő- és másodvetésű csillagfürtöt termesztünk, valamint műtrágyát is adtunk, savanyúbb volt a talaj, mint a szalmatrágyás és istállótrágyás vetésforgókban. Megállapítottuk, hogy a műtrágyázás savanyító hatását a szalma- és istállótrágyázás tompítja.

A szervesanyag-bevitel kedvezően hatott a talaj humusztartalmára. Ezt igazolta mérési eredményünk, amely szerint a legnagyobb humusztartalmat a közepes és nagy adagú szalma- és istállótrágyás vetésforgókban mértük. A csillagfürt-termesztéses vetésforgók talajának humusztartalma alacsonyabb volt, mint a szervestrágyás parcellák humusztartalma.

Kulcsszavak: humusztartalom, pH, tartamkísérlet, szalma-, istálló- és zöldtrágyázás, Westsik-féle vetésforgó

Effect of different plant nutrition methods on soil pH and humus content in Westsik's crop rotation experiment

Á. HADHÁZY - I. HENZSEL

University of Debrecen, Centre for Agricultural Sciences,
Research Institute of Nyíregyháza, Nyíregyháza

Summary

Soil nutrient supply capacity is basically determined by the humus content and pH. The quantity and activity of soil microorganisms also strongly depend on the pH while microorganisms have a strong effect on the way and rate of organic matter decomposition.

Our long-term experiment presents the effect of straw-, farmyard- and green manure treatments combined with nitrogen, phosphorus and potassium fertilisers in 15 rotations.

We found acidic and slightly acidic soil with very low humus content (humus content of less than 1%) in all 15 rotations. Significant differences were found in the value of soil humus and pH among the different fertilisation methods. The soil was more acidic in the rotations of main and second crop lupine green manure with fertilisers than in rotations treated with straw-, and farmyard manure. The acidifying effect of fertilisers could be decreased by straw- and farmyard manure application.

Organic matter input had a positive impact on the humus content of soil, which is proved by the obtained results, as the highest humus content was measured in the crop rotations of medium and high doses of straw-, and farmyard manure. The humus content of the soil of lupine manure crops was lower than the soil of organic manure treatment.

Key words: humus content, pH, long-term experiment, straw-, farmyard-, green manure, Westsik's crop rotation

Влияние различных методов дополнения питательного вещества на рН почвы и на содержание гумуса в продолжительном опыте севооборота по методу Вестчика (Westsik)

А. ХАДХАЗИ – И. ХЕНЖЕЛ

Ниредьхазский Исследовательский Институт
Центра Аграрных Наук Дебреценского Университета, Ниредьхаза

Резюме

Химическая реактивность почвы и содержание гумуса в большой мере влияют на способность почвы обслуживать питательные вещества. Количество и активность находящихся в почве микроорганизмов зависит от рН почвы, а количество микроорганизмов оказывает влияние на способ и скорость разложения органических веществ.

Наша работа в рамках 15 севооборотов показывает влияние удобрения соломой, навозом и зелёным удобрением, а также влияние комбинированных обработок органическими удобрениями с азотом, фосфором и калийным искусственным удобрением.

Согласно результатам нашего исследования почва опытов всех 15 севооборотов содержала очень малое количество перегноя (менее 1%) и была кислой и слабокислой химической реактивности. Влияние различных способов удобрения было видно в показателях рН почвы и в содержании гумуса. В тех севооборотах, где главным и пожнивным растением выращивали люпин, а также вносили и искусственные удобрения, почва была более кислая, чем в севооборотах с удобрением соломой и навозом. Установили, что удобрение соломой и навозом уменьшает окисляющее влияние искусственного удобрения.

Внесение органического вещества благоприятно влияло на содержание перегноя почвы. Это подтверждают и результаты нашего измерения, согласно которым самое большое содержание перегноя измерили в севооборотах со средней и большой дозой удобрения соломой и навозом. Содержание гумуса почвы севооборота с выращиваемым люпином было ниже, чем содержание гумуса парцелл с органическими удобрениями.

Ключевые слова: содержание гумуса, рН, продолжительный опыт, удобрение соломой, удобрение навозом и сидерация, севооборот по методу Вестчика (Westsik)

Bevezetés

A talaj humusztartalma a talajtermékenység szempontjából meghatározó, mert minél nagyobb egy talaj humusztartalma, annál termékenyebb lehet a talaj (*Ding et al.* 2002). A talaj termőképességét – mely összefügg a talaj termékenységgel – leginkább a termés nagyságával tudjuk szemléltetni, amit nagymértékben befolyásol az alkalmazott agrotechnika és a tápanyag-utánpótlási mód. A tápanyag-utánpótlási módok közül az istállótrágyázás kedvező hatásáról számolt be *Hoffmann et al.* (2012). Vizsgálati eredményük szerint az istállótrágyázás nagyobb mértékben növelte a talaj szervesanyag-tartalmát, mint a műtrágyázás. *Dvoracsek* (1957) kedvezőbb hatást az istállótrágya+műtrágya együttes alkalmazásával ért el, és különböző szerves anyagok hatását vizsgálta a talaj humusztartalmára. Kísérletében a legtöbb humusz istállótrágyából és szalmából keletkezett.

A humusztartalom a talaj típusára jellemző és csak nagyon hosszú idő alatt változik. A talaj szerves anyagának egy része a már specifikusan átalakult humusz, amely nem egységes, hanem különböző kémiai összetételű és fizikai tulajdonságú részekből áll. A talajba került növényi, állati maradványok első lépésben felaprózódnak, majd a talajban lévő mikroszervezetek egyszerűbb, kisebb méretű szerves alkotórészekre bontják. A bomlástermékek lesznek majd a humusz alkotórészei (*Stefanovics* 1992). A humuszban a növények számára közvetlenül nem felvehető formában vannak a fontos tápelemek (N, P, K, Ca, Cu, Zn, Mn stb.). A humusz kedvezően hat a talaj szerkezetére, víz-, hő-, és levegő-gazdálkodására, valamint a kémiai és biológiai tulajdonságaira is (*Füleky* 2011).

A humuszban gazdag talajok sötét színűek, ezért gyorsan felmelegsznek, és lassan hűlnek le, pufferoló képességük jó, amely megakadályozza a talajok gyors pH-változását (*Varga* 2015).

A talaj kémhatása nemcsak a növények életére, de a talajok termékenységére is hatással van (*Szűcs és Szűcsné* 2003). Minden növénynek van egy optimális pH-tartománya.

A talajban lévő elemek oldhatóságát és a növények számára történő felvehetőségét a talaj kémhatása nagyban befolyásolja: az erősen savanyú talaj esetében toxikussá válhatnak az Al- és Mn-ionok, míg a foszfátok, a bór oldhatatlan só formájában kicsapódnak. A talajkolloidok felületéhez kevés Ca-ion kötődik, amely a növények tápanyaghiányához vezethet. Savanyú talajokon a növények

nem a H-ion koncentrációra érzékenyek, hanem az ekkor oldhatóvá vált fémionok lesznek toxikus hatásúak. A savanyú talajban lévő hidrogénionok mennyisége kedvezőtlenül hat a talajok szerkezetére, kémiai tulajdonságaira, és a talajban lévő mikroorganizmusok tevékenységére is (*Kátai* 2011).

A talaj savanyúsága lehet természetes eredetű, okozhatják savas esők, de a nem megfelelő műtrágyázás is, azonban a műtrágyázás talajsavanyító hatását a különböző szerves trágyázási módokkal kismértékben befolyásolni tudjuk. Szalma- és istállótrágyázással jobban, zöldtrágyázással kisebb mértékben lehet a műtrágyázás talajsavanyító hatását tompítani. *Bauer és Cserni* (1993) eredményei is azt mutatják, hogy a zöldtrágyázás nem, vagy csak csekély mértékben képes a műtrágyázás talajsavanyító hatását ellensúlyozni.

Erősen savanyú vagy lúgos talajokban korlátozott a mikroorganizmusok tevékenysége, csökken a biomassza-termelés, romlik a talajok szerkezete (*Alexandra és Jose* 2005). *Bákonyi* (2013) arról számolt be, hogy a talaj pH-ja befolyásolja a mikroorganizmusok mennyiségét és aktivitását. *Avdonyin* (1972) mérése szerint, ha a talaj kémhatása kisebb 4,5–5,0-nél, csökken a talajban élő baktériumok mennyisége és aktivitása.

Munkánk során azt vizsgáltuk, hogy a különböző szerves trágyázási módok 80 év alatt hogyan befolyásolták a homoktalaj kémhatását és humusztartalmát Westsik-féle vetésforgó tartamkísérletben.

Anyag és módszer

A vizsgálatokat a Debreceni Egyetem ATK Nyíregyházi Kutatóintézetben lévő Westsik-féle vetésforgó tartamkísérletben végeztük. A kísérletben 15 vetésforgó: szalma-, istálló- és zöldtrágyázás, valamint szerves trágyák és NPK-műtrágya kombináció található, amelynek a talaj humusztartalmára és kémhatására gyakorolt hatását mutatjuk be.

Az I. vetésforgó első szakaszában pihentetjük a talajt. A második szakaszban rozsot, a harmadik szakaszban pedig burgonyát termesztünk. Itt sem szerves, sem műtrágyát nem juttatunk ki. A II. vetésforgóban az első évben csillagfürtöt termesztünk fővetésben, zöldtrágyázás céljából. A következő évben rozsot vetünk, a harmadik évben pedig burgonyát ültetünk. A III. vetésforgó első szakaszában csillagfürtöt termesztünk magnak, melyet rozs, majd burgonya követ. A IV., V., VI. és VII. vetésforgók szalmatrágyásban részesülnek. Ezekben a növényi sorrend: rozs, burgonya, rozs. A szalmatrágya kijuttatása az első szakaszban,

a rozs vetését megelőzően történik. A szalmatrágya adagok a következők: a IV. vetésforgóban 3,48 t/ha, az V. vetésforgóban 11,3 t/ha, a VI és VII. vetésforgóban 26,1 t/ha. A VIII. vetésforgó négyszakaszos: az első szakaszban, csillagfürtöt termesztünk magnak, a második szakaszban rozstot termesztünk, majd a rozs betakarítása után csillagfürtöt vetünk másodvetésű zöldtrágyának, a harmadik szakaszban rozs, a negyedik szakaszban burgonya van. A IX. vetésforgó első évében csillagfürtöt vetünk zöldtakarmánynak. A második évben rozstot vetünk, a harmadik évben burgonyát ültetünk. A X. és XI. vetésforgókban ősszel 26,1 t/ha istállótrágyát juttatunk ki, majd tavasszal zabos bükkönyt vetünk takarmánykeveréknek. A takarmánykeverék után következő években rozs, majd burgonya következik. A XII., XIII., XIV. és XV. vetésforgók másodvetésű zöldtrágyázásban részesülnek. A XII. vetésforgó első szakaszában rozstot termesztünk zöldtakarmánynak. A zöldtakarmány betakarítását követően másodvetésben csillagfürtöt vetünk zöldtrágyának. Ebben a vetésforgóban korábban vetjük a csillagfürtöt, mint a XIII., XIV. és XV. vetésforgókban. A XII. vetésforgó második szakaszában rozstot vetünk, a harmadik szakaszában pedig burgonyát ültetünk. A XIII., XIV. és XV. vetésforgókban rozs, burgonya és rozs követik egymást. A vetésforgó-ciklus első szakaszában lévő rozs betakarítása után ősszel csillagfürtöt vetünk másodvetésű zöldtrágyának. A csillagfürt leszántása a XIV. vetésforgóban ősszel, míg a XIII. és XV. vetésforgókban tavasszal történik.

Tizenegy vetésforgó NPK-műtrágyázásban is részesül, négyben viszont egyik szakaszban sem juttatunk ki semmilyen műtrágyát (*1. táblázat*). A műtrágya nélküli vetésforgók a következők: az I. parlagoltatásos, a VII. szalmatrágyás, a X. istállótrágyás, és a XV. másodvetésű zöldtrágyás vetésforgók. A műtrágyázott vetésforgók a három, illetve négy év alatt összesen 94 kg/ha P_2O_5 és 84 kg/ha K_2O hatóanyag műtrágyát kapnak. A nitrogén műtrágya dózisokban van különbség. Legkevesebbet kapnak a II., III., XI. és XII. vetésforgók: 43 kg/ha/3 év hatóanyag N-t. Több nitrogént juttatunk ki a VIII., IX., XIII. és XIV. vetésforgókban: 86 kg/ha/3 év, illetve 4 év. A vetésforgók közül a legnagyobb mennyiségű nitrogént kapják a szalmatrágyás vetésforgók (IV., V. és VI.), melyek 108 kg/ha/3 év hatóanyag nitrogén műtrágyázásban részesülnek.

A kísérleti terület talajtípusa: homok. A leiszapolható rész 4–8% között változik. A vizsgálatokhoz a kísérlet minden parcellájából (46 parcella) öt ismétlésben, két mélységből (0–20 cm és 40–60 cm) vettük a talajmintákat 2011-ben. A humusztartalom megállapítása az *MSZ 21470:1983. 2*, a pH-érték meg-

határozása az *MSZ-08-0206-2:1978 2.1.* vizsgálati módszerek szerint történt. Az adatok kiértékeléséhez IBM SPSS Statistics Software Package 21.0 verzióját használtuk (egytenyezős ANOVA-t követően Tukey-teszt, $P < 0,05$).

1. táblázat. A Westsik-féle vetésforgó kísérlet műtrágya adagjai (kg/ha)

A vetés- forgó száma (1)	1. szakasz (2)			2. szakasz (3)			3. szakasz (4)			4. szakasz (5)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	I.	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
II.	0	63	56	0	31	28	43	0	0			
III.	0	63	56	0	31	28	43	0	0			
IV.	65	47	56	43	47	28	0	0	0			
V.	65	47	56	43	47	28	0	0	0			
VI.	65	47	56	43	47	28	0	0	0			
VII.	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
VIII.	0	32	28	43	31	28	0	31	28	43	0	0
IX.	0	63	56	43	31	28	43	0	0			
X.	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
XI.	0	63	56	0	31	28	43	0	0			
XII.	0	63	56	0	31	28	43	0	0			
XIII.	43	32	28	17	31	28	26	31	28			
XIV.	43	32	28	17	31	28	26	31	28			
XV.	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

Table 1. Fertiliser doses in Westsik's crop rotation experiment. (1) Crop rotation number, (2) Section 1, (3) Section 2, (4) Section 3, (5) Section 4

Eredmények

A talaj pH-ja

A kísérlet talajának vizes szuszpenzióban mért pH-ja a 0–20 cm-es mélységben 4,94 és 6,09 között változott (2. táblázat). A legalacsonyabb pH-értékeket a XIII. és XIV. vetésforgókban realizáltuk (4,94 és 4,99). Ezekben a forgókban másodvetésű csillagfürt-zöldtrágyázást alkalmaztunk műtrágyázással kiegészítve. A legtöbb vetésforgó talajának pH-értéke 5,0 és 6,0 közötti értékeket mu-

tatott (I., II., III., IV., V., VI., VIII., IX., XI., XII., XV.). Ezekben a vetésforgókban – az I. és a XV. vetésforgó kivételével – műtrágyát is adtunk. Tovább növekedett a talaj pH-ja (6,09 és 6,07) a VII. és a X. vetésforgókban, melyek a legnagyobb adagú (26,1 t/ha) szalma-, illetve istállótrágyázásban részesültek.

2. táblázat. A Westsik-féle vetésforgó tartamkísérlet talajának pH-ja (H₂O)

A vetésforgó száma (1)	0–20 cm	Tukey-teszt (2)	40–60 cm	Tukey-teszt (2)
I.	5,78	de	6,71	a
II.	5,47	bcd	6,45	a
III.	5,41	bcd	6,26	a
IV.	5,22	ab	6,23	a
V.	5,64	cd	6,47	a
VI.	5,30	abc	6,44	a
VII.	6,09	e	6,76	a
VIII.	5,16	ab	6,39	a
IX.	5,28	abc	6,45	a
X.	6,07	e	6,61	a
XI.	5,66	d	6,46	a
XII.	5,32	abc	5,99	a
XIII.	4,94	a	5,95	a
XIV.	4,99	a	6,18	a
XV.	5,21	abc	6,41	a

Megjegyzés: a-e indexek: Tukey-teszt kategóriák (P<0,05)

Table 2. Soil pH of Westsik's long-term crop rotation experiment (H₂O). (1) Crop rotation number, (2) Tukey's test, Note: Tukey's test a-e indexes: differences in means according to Tukey's test (P<0.05)

A mélyebb, 40–60 cm-es rétegben a talaj pH-értéke 5,95 és 6,76 között változott; magasabb volt, mint a talaj felső rétegében. A legalacsonyabb pH-értékeket (5,95 és 5,99) a XII. és XIII. vetésforgókban mértük. Ezekben a vetésforgókban másodvetésű csillagfürt-zöldtrágyázást alkalmaztunk műtrágyával kiegészítve. Gyengén savanyú pH-értékek a I. parlagoltatásos, valamint a VII. és X. 26,1 t/ha szalma-, és istállótrágyás vetésforgókban voltak.

A talaj humusztartalma

A Westsik-féle vetésforgó talajának humusztartalma nagyon alacsony, 1% alatti (3. táblázat). Az egyes tápanyag-utánpótlási módok eltérő humusztartalmat eredményeztek.

3. táblázat. A Westsik-féle vetésforgó tartamkísérlet talajának humusztartalma (%)

A vetésforgó száma (1)	0–20 cm	Tukey-teszt (2)	40–60 cm	Tukey-teszt (2)
I.	0,45	a	0,46	a
II.	0,45	a	0,49	a
III.	0,49	a	0,54	a
IV.	0,61	abcde	0,50	a
V.	0,72	de	0,48	a
VI.	0,77	e	0,46	a
VII.	0,72	de	0,32	a
VIII.	0,69	cde	0,51	a
IX.	0,50	a	0,32	a
X.	0,64	bcde	0,37	a
XI.	0,67	bcde	0,48	a
XII.	0,51	ab	0,44	a
XIII.	0,62	abcde	0,46	a
XIV.	0,58	abcd	0,40	a
XV.	0,54	abc	0,38	a

Megjegyzés: a-e indexek: Tukey-teszt kategóriák (P<0,05)

Table 3. Soil humus content of Westsik's long-term crop rotation experiment (%). (1) Crop rotation number, (2) Tukey's test, Note: Tukey's test a-e indexes: differences in means according to Tukey's test (P<0.05)

A 15 vetésforgó humusztartalma a 0–20 cm-es talajrétegben 0,45% és 0,77% között változott. A legalacsonyabb humusztartalmakat (0,45% és 0,49%) az I. (kontroll), a II. és a III. (fővetésű csillagfürt + NPK-műtrágya) vetésforgókban mértünk. 0,5–0,6% között volt a humusztartalom a IX. (fővetésű csillagfürt zöldtakarmánynak + NPK-műtrágya), XII., XIV. (másodvetésű csillagfürt + NPK-műtrágya) és a XV. (másodvetésű csillagfürt) vetésforgókban. A humusz-

tartalom 0,6–0,7% közötti a IV. (3,48 t/ha szalmatrágya + NPK-műtrágya), a VIII. (fő- és másodvetésű csillagfürt + NPK-műtrágya), a X. (26,1 t/ha istállótrágya), a XI. (26,1 t/ha istállótrágya + NPK-műtrágya), valamint a XIII. (másodvetésű csillagfürt + NPK-műtrágya) vetésforgókban. A legmagasabb humusztartalmat az V., a VI. és a VII. vetésforgókban mértük, melyekben 11,3 t/ha, illetve 26,1 t/ha szalmatrágyát adtunk NPK-műtrágyával kiegészítve, illetve 26,1 t/ha szalmatrágyát juttattunk ki műtrágya nélkül. A mérési eredményünk alapján megállapíthatjuk, hogy a felső 20 cm-es talajrétegben a szervesanyag-bevitel kedvezően hatott a talaj humusztartalmára.

A 40–60 cm-es talajréteg humusztartalma alacsonyabb, mint a felső 0–20 cm-es talajrétegé. A legalacsonyabb – 0,3–0,4% közötti – humusztartalmat a VII. (26,1 t/ha szalmatrágya), a IX. (fővetésű csillagfürt + NPK-műtrágya), a X. (26,1 t/ha istállótrágya), és a XV. (másodvetésű csillagfürt-zöldtrágya) vetésforgókban mértük. A legmagasabb humusztartalmat (III. 0,54% és VIII. 0,51%) a III. és a VIII. vetésforgók talajában tapasztaltuk, ahol fővetésben természetűk a csillagfürtöt magnak és NPK-műtrágyát is adtunk.

Következtetés

A nyírségi homoktalajok humusztartalmának növeléséhez *Kreybig* (1944) a csillagfürt vetése mellett az istállótrágyázást és a szalmatrágyázást javasolta.

A vizsgálati eredményeink szerint a talaj felső 0–20 cm-es talajrétegében a fő- és másodvetésű csillagfürt-zöldtrágya + NPK-műtrágya kezelés nem emelte olyan mértékben a talaj humusztartalmát, mint a szalma- vagy istállótrágya + NPK-műtrágya kezelés. A szalma- vagy istállótrágyázással kevésbé tudtunk hatni a mélyebb talajrétegek humusztartalmára. A 40–60 cm-es talajrétegben a legnagyobb humusztartalmat a mélyre hatoló, erőteljes gyökérzetű csillagfürt magnak történő termesztése + NPK-műtrágya kezelés eredményezte.

A műtrágya savanyító hatása minden műtrágyázott vetésforgóban kimutatható volt. Azokban a vetésforgókban, ahol a nagyobb adagú szalma- vagy istállótrágyát adtuk NPK-műtrágyázással kiegészítve, alacsonyabb talaj pH-értéket mértünk, mint a hasonló dóziszú szervestrágyás, műtrágya nélküli vetésforgókban. Hasonló eredményre jutott *Kincses et al.* (2008) is savanyú talajon beállított kísérletben, ahol szervestrágyázással a talaj pH-növekedését érték el, míg műtrágyázással tovább savanyodott a talaj.

A vetésforgó kísérletben a fő- és másodvetésű csillagfürt-zöldtrágya is tompította a műtrágyák savanyító hatását, azonban kedvezőbb hatásúnak bizonyult a nagyobb adagú szalma-, illetve az istállótrágya. A Westsik-féle vetésforgó kísérlet eredményei alapján megállapítható, hogy a rendszeresen kijuttatott, viszonylag kisadagú (26,1 t/ha) istálló- vagy akár szalmatrágya is kedvezően befolyásolja a talaj humusztartalmát és kémhatását.

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a HUSK/0901/1.2.1/0129 számú pályázat keretében végeztük.

Irodalom

- Alexandra, B.–Jose, B.:* 2005. FAO – Soils bulletin 80. FAO Viale delle Terme di Caracalla. 00100 Rome. Italy.
- Avdonyin, N. Sz.:* 1972. Savanyú talajok termékenységének fokozása. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 91–117. 239.
- Bauer F.–Cserni I.:* 1993. A Duna-Tisza közti homokhátság mezőgazdasági hasznosításának kérdései. „A Nyírség mezőgazdasági fejlesztésének lehetőségei és távlatai” c. Tudományos Ülés. Nyíregyháza. 25–28.
- Bákonyni N.:* 2013. A pH, a Fe és a Zn-ellátás valamint a biotrágya kezelés hatása a fiatal kori kukorica, uborka és bab morfológiai és fiziológiai tulajdonságaira. Doktori (PhD) értekezés. Debreceni Egyetem MÉK. Debrecen. 170.
- Dvoracsek M.:* 1957. Különböző szervesanyagok hatása a fejeérmegyei löszhát talajaira. Agrokémia és Talajtan. 6. 1: 1–28.
- Fülekgy Gy.:* 2011. Talajvédelem – Talajtan. 2. bővített kiadás. 3. kötet. Környezetvédelmi tudástár. Pannon Egyetem Környezetmérnöki szak. <http://mkweb.uni-pannon.hu/tudastar/anyagok/03-Talajtan-talajvedelem.pdf>. letöltve: 2015. 05. 27.
- Ding, J.– Novak, M.–Amarasiriwardena, D.–Hunt, P. G.–Xing, B.:* 2002. Soil organic matter characteristics as affected by tillage management. Soil Science Society of American Journal. 66. 2: 421–429.
- Hoffman S.–Simon Sz.–Lepossa A.:* 2012. Szerves- és műtrágyázás hatása a N- és C-mérlegekre a talajban, valamint a termésre szántóföldi tartamkísérletben. LIV. Georgikon napok. III. szekció: Növénytermesztés. 228–233.
- Kátai J.:* 2011. Alkalmazott talajtan. TÁMOP 4.2.5 pályázat könyvei. http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_02_Alkalmazott_talajtan/ch10s02.html letöltve: 2015. 05. 27.

- Kincses S.–Fülep T.–Kátai J.*: 2008. Szerves-, mű- és baktériumtrágyázás hatása a talajok 0,01 M CaCl₂ oldható tápelem-tartalmára. Talajvédelem különszám. 423–430.
- Kreybig L.*: 1944. A Tiszántúl. Magyar Királyi Földtani Intézet. Budapest. 66–69., 93–104.
- Szűcs M.–Szűcs M-né*: 2003. Agrokémia és Talajtan. Talajtulajdonságok hosszú idő alatt bekövetkezett változásai a Dunántúlon. 52. 3–4: 293–304.
- Stefanovics P.*: 1992. Talajtan. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 379.
- Varga Cs.*: 2015. A talaj szerves anyagai. <http://zeus.nyf.hu/~tkgt/okse/tatata08/tata0805.pdf> letöltve: 2015. 03. 26.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

*Dr. Hadházy Ágnes – **Henzsel István
Debreceni Egyetem Agrártudományi Központ
Nyíregyházi Kutatóintézet
Nyíregyháza
Westsik Vilmos utca 4–6.
H-4400
*hadhazy@agr.unideb.hu, **henzsel@agr.unideb.hu

Gyomosodás és gyomflóra-összetétel vizsgálatok mezőföldi trágyázási tartamkísérletben kukorica állományban

LEHOCZKY ÉVA – KAMUTI MARIANN – MAZSU NIKOLETT – CSATHÓ PÉTER

Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Kutatóközpont,

Talajtani és Agrokémiai Intézet, Budapest

Összefoglalás

A tápanyagellátás és a gyomosodás összefüggéseinek vizsgálatát tűztük ki célul. Kutató munkánk során a gyomosodás mértékére, a gyomflóra faji összetételére, a fajonkénti egyedszámra vonatkozó vizsgálatainkat az MTA ATK TAKI nagyhorcsöki kísérleti telepén 2003-ban beállított trágyázási tartamkísérletben végeztük. A gyomfelvételezések a kontroll (Ø) és az NPK (150 kg/ha N, 100 kg/ha P₂O₅, 100 kg/ha K₂O) tápanyagkezelésekben történtek 2013-ban három ismétlésben, 2014-ben hat ismétlésben, mindkét évben a kukorica állomány 2–4 leveles fejlettségénél (BBCH 12–14). A mintavételezésre a kísérleti parcellákon belüli nem gyomirtott (gyomos) mintaterületeken került sor.

A kísérleti eredmények szoros korrelációt mutattak az egyedsűrűség és a tápanyagellátottság között. A kísérleti parcellákon 2013-ban a mintavétel alkalmával 12 gyomfaj fordult elő, a kontrollban hét, az NPK-kezelésben 11. A kedvező tápanyag-ellátottságú parcellákon a gyomnövények egyedsűrűsége szignifikánsan nagyobb volt – 65%-kal több –, mint a kontroll kezelésben. A mindkét kezelésben előforduló fajok közül az *Ambrosia artemisiifolia* L., a *Sorghum halepense* (L.) Pers. és a *Datura stramonium* L. volt jelen a legnagyobb egyedszámmal. A gyomfajok dominancia-indexe szintén eltérő volt a különböző kezelésekben, a kontroll parcellákon az *A. artemisiifolia* (0,625), az NPK-kezelésben pedig a *Chenopodium album* L. (0,520) foglalta el az első helyet a dominancia-sorrendben. Közel egy évvel később 16 gyomfaj fordult elő a kísérletben, 15 faj a kontroll és 14 faj az NPK-kezelésben részesült parcellákon. Az átlagos egyed-

sűrűség 120,4 db/m² volt a kontroll parcellákon és 109,1 db/m² a jó tápanyag-ellátottságú (NPK) parcellákon. A dominancia-sorrend hasonlóan alakult az egy évvel korábbi eredményekhez.

Az eredmények alapján számos hasonlóság volt megfigyelhető a két kísérleti évben között. Figyelembe véve a gyomfajok egyedsűrűségét és dominancia-sorrendjét a különböző kezelésekben, az interspecifikus kompetíció egyértelműen megmutatkozott.

Kulcsszavak: kukorica, tápanyagellátás, gyomflóra, egyedsűrűség, *Ambrosia artemisiifolia* L.

Study on the weediness and weed composition in a long-term fertilisation experiment in maize

É. LEHOCZKY – M. KAMUTI – N. MAZSU – P. CSATHÓ

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

Summary

The objective of this research was to study of weediness in connection with nutrient supply. The composition of weed flora, number of species, density and dominance of weed species were examined in a long-term fertilisation experiment, which was set up in 2003 in Nagyhorcsök, Hungary. Weed survey was carried out in control (Ø) and NPK (150 kg ha⁻¹ N, 100 kg ha⁻¹ P₂O₅, 100 kg ha⁻¹ K₂O) treatments with 3 replications in 2013 and with 6 replications in 2014, both at 2–4 leaf phenological stage of maize (BBCH 12–14). Weeds were collected from 1 m² herbicide-free (weedy) sampling areas in every plot.

The experimental data showed strong correlation between weed density and nutrient supply. 12 weed species occurred on the studied plots in 2013, 7 in the control and 11 in the NPK treatment. The total weed density was significantly higher in the plots with good nutrient supply – by 65 % as compared to the control. *Ambrosia artemisiifolia* L., *Sorghum halepense* (L.) Pers. and *Datura stramonium* L. were present in both nutrient treatments and these weed species had the highest density. The order of dominance was also different depending on the applied nutrient

treatments. *A. artemisiifolia* (0.625) was the most dominant weed species in the plots without nutrients (\emptyset) and *C. album* (0.520) in the plots with good nutrient supply (NPK). Nearly one year later 16 weed species occurred on the studied plots, 15 species in the control and 14 species in the NPK treatment. The average weed density was 120.4 plant m⁻² in the control and 109.1 plant m⁻² in the plots with good nutrient supply. The order of dominance was similar to the previous year.

According to the results many similarities could be found between the experimental years. Considering the density and order of dominance of weed species in the different treatments, the interspecific competition is clearly outlined.

Key words: maize, nutrient supply, weed density, dominance, *Ambrosia artemisiifolia* L.

Исследования засорения сорняками и состава флоры сорняков в продолжительном мезёфёльдском опыте (mezőföldi) удобрений в насаждении кукурузы

Э. ЛЕХОЦКИ – М. КАМУТИ – Н. МАЖУ – П. ЧАТО

Институт Почвоведения и Агрохимии Исследовательского Центра Аграрных Наук, Венгерской Академии Наук (МТА АТК ТАКИ), Будапешт

Резюме

Мы поставили себе целью исследовать взаимосвязи между обеспеченностью питательными веществами и засорением сорняками. В ходе нашей исследовательской работы мы проводили исследования размера засорённости сорняками, состава видов флоры сорняков, количества индивидуумов по видам на опытной базе МТА АТК ТАКИ в Надьхёрчеге (Nagyhörcsök) в установленном в 2003 году продолжительном опыте удобрений. Учёты сорняков в контроле (\emptyset) и в обработках питательными веществами NPK (150 kg/ha N, 100 kg/ha P₂O₅, 100 kg/ha K₂O) произошли в 2013 году в трёх повторениях, в 2014 году в шести повторениях, в обоих годах в насаждении кукурузы в фазе развития 2–4 листа (ВВСН 12–14). Учёт образцов происходил на опытных парцеллах на непрополотых (засорённых сорняками) опытных территориях.

Результаты опыта показали тесную корреляцию между густотой индивидуумов и обеспеченностью питательными веществами. На опытных парцеллах в 2013 году при учете образцов обнаружили 12 видов сорняков, в контролле – семь, в обработке NPK – 11. На более обеспеченных питательными веществами парцеллах густота особей сорняков была значительно – на 65% – больше, чем в контрольных. Среди видов, встречающихся в обоих обработках, *Ambrosia artemisiifolia* L., *Sorghum halepense* (L.) Pers. и *Datura stramonium* L. были представлены в самом большом количестве. Индекс доминанции видов сорняков также был различным в разных обработках, на контрольных парцеллах *A. artemisiifolia* (0,625), а в обработке NPK *Chenopodium album* L. (0,520) были на первом месте в порядке доминирования. Почти на год позже 16 видов сорняков встретилось в опыте, 15 видов в контролле и 14 видов на парцеллах с дозами NPK. Средняя густота индивидуумов была 120,4 шт/м² в контрольных парцеллах и 109,1 шт/м² на хорошо обеспеченных питательными веществами (NPK) парцеллах. Порядок доминанции был похож на результаты прошлого года.

На основании результатов много похожего было обнаружено во времени двух исследований. Принимая во внимание густоту индивидуумов видов сорняков и очередность доминанции в различных обработках, однозначно проявилась межвидовая конкуренция.

Ключевые слова: кукуруза, обеспеченность питательными веществами, флора сорняков, густота индивидуумов, *Ambrosia artemisiifolia* L.

Bevezetés

A tápanyagellátással, azon belül a műtrágyázással nem csak a termesztett növényre gyakorolunk hatást, hanem közvetlenül és közvetve a gyomnövényekre is (Lehoczky et al. 2008, 2015, Černý et al. 2010). A hatékony gyomszabályozás érdekében ismernünk kell a talaj és a környezeti faktorok összefüggéseit, valamint a gyomnövények és termesztett növények közötti kölcsönhatásokat. Az interspecifikus kompetíció vizsgálata során a fő kérdés, hogy az egyes populációk hogyan részesednek az esszenciális forrásokból, mint a víz, a fény vagy a tápanyagok (Lehoczky 2004, 2014a). A növények közötti versengés vizsgálata visszanyúlik egészen 1900-ig (Kropff és Lotz 1992). Az azonos forrás hasznosításának következményeként a gyomnövények jelentősen csökkennek a termés mennyiségét és minőségét, mely gazdasági kárként jelentkezik

(Froud-Williams 2002, Lehoczky et al. 2009). A kukorica (*Zea mays* L.) különösen érzékeny a gyomokkal való versengésre, a termésmennyiség csökkenése elérheti akár a 30%-ot is (Lehoczky et al. 2014a). A gyomnövények egyed-sűrűsége és borítása szoros összefüggésben áll a műtrágyázás típusával és mértékével. A vízellátottság szintén befolyásoló tényező a gyomflóra összetétele, az intra- és interspecifikus kompetíció szempontjából (Lehoczky et al. 2007, 2014b). A gyomfajok versenyképességét nem csupán a hozzáférhető tápanyagok és az alkalmazott művelési rendszer határozzák meg, de a gyomok habitusa és fejlettségi stádiuma is (Kismányoky és Lehoczky 2007, Glowacka 2012). A kukorica és a gyomnövények tápanyagokért folytatott versengése nagy jelentőséggel bír, a kutatás célja a tápanyag-ellátottsági szintek gyomflórára gyakorolt hatásának vizsgálata volt.

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat az MTA ATK TAKI nagyhőrcsöki kísérleti telepén 2003-ban beállított trágyázási tartamkísérletben végeztük kukorica állományban (2013: DKC 4983; 2014: Mv 277). A kísérleti terület talaja mészlepedékes csernozjom (FAO Calcareous chernozem), melynek jellemző paramétereit a tartamkísérlet beállításának évében az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat. Talajparaméterek a tartamkísérlet beállításának évében és 2013-ban (Nagyhőrcsök, 2003, 2013)

Év (1)	Szerves anyag (%) (2)	Összes só (%) (3)	pH _{KCl}	y ₁	CaCO ₃ (%)	AL-P ₂ O ₅ (mg/kg)	AL-K ₂ O (mg/kg)
2003	2,95	0,02	7,1	0	3,9	90	167
2013 Ø	3,05	0,03	7,2	0	4,8	76	126
2013 NPK	3,16	0,05	7,2	0	3,1	193	209

Table 1. Soil properties in the starting year of the long-term experiment and in 2013 (Nagyhőrcsök, 2003, 2013). (1) Year, (2) Organic matter (%), (3) Total salt (%)

A gyomflórát a kontroll (Ø) és a műtrágyázott (NPK) kezelésekben vizsgáltuk (N 150 kg/ha, P₂O₅ 100 kg/ha, K₂O 100 kg/ha) 2013-ban három ismétlésben, 2014-ben hat ismétlésben. A random blokk elrendezésű kísérleti parcellák mérete 73,5 m² volt a kukorica vetése mindkét kísérleti évben április harmadik dekádjában történt.

A mintavétel időpontja 2013-ban június 04., 2014-ben pedig június 03. volt, mindkét esetben a kukorica korai (BBCH 12–14) fejlődési szakaszában. A vizsgált kezelések parcelláin belül a kijelölt mintaterületen nem történt herbicides kezelés. Ezekről a gyomos területekről kerültek begyűjtésre 1–1 m²-ről a gyomnövények. A gyomflóra értékeléséhez az előforduló gyakoriság és egyedsűrűség került számolásra. A dominancia-sorrend megállapításához a Berger-Parker index szolgált alapul (Magurran 1988).

A kísérleti években a vetés és a mintavétel közötti időintervallumban a hőmérsékleti adatok nem tértek el szignifikánsan a 45 éves átlagtól (2. táblázat); a csapadékviszonyok tekintetében 2014 átlagosnak, 2013 pedig csapadékos évnek tekinthető, főképpen a téli félévben lehullott mennyiség miatt. A kísérleti adatok variancia-analízise az MStat alkalmazásával történt.

2. táblázat. A kísérleti hely időjárásának adatai a vizsgált időszakban (Nagyhörcsök, 2013–2014)

Év (1)	Téli félév (X-III.) (2)	Április (3)	Május (4)	Június (5)
Átlag hőmérséklet (°C) (7)				
2012/2013	4,9	13,7	17,3	20,3
2013/2014	6,3	13,2	15,4	20,8
Átlag (1967–2012) (6)	4,3	12,1	17,7	21,2
Csapadék (mm) (8)				
2012/2013	329,8	25,0	58,5	87,5
2013/2014	189,1	30,0	57,0	22,3
Átlag (1967–2012) (6)	209,3	38,8	47,4	68,8

Table 2. Weather data of the experimental site during the examined period (Nagyhörcsök, 2013–2014). (1) Year, (2) Winter period (X-III.), (3) April, (4) May, (5) June, (6) Yearly average and sum (1967–2012), (7) Average temperature (°C), (8) Precipitation (mm)

Eredmények

A 2013-ban a mintavétel alkalmával mindösszesen 12 gyomfaj fordult elő a vizsgált gyomos mintaterületeken. Hét faj jelent meg a kontroll és 11 a műtrágyázott parcellákon, a különbség nem volt matematikailag igazolható. A kezeléseket egymással összehasonlítva az NPK-kezelésben az átlagos egyedsűrűség

168,7 db/m² volt, amely szignifikánsan több, mint a kontroll területeken, ahol 101,3 db/m² (3. táblázat).

3. táblázat. A gyomfajok előfordulási gyakorisága és egyedsűrűsége a kísérleti parcellákban
(Nagyhörcsök, 2013. 06. 04.)

Gyomfajok (1)	Gyakoriság (2)	Egyedsűrűség (db/m ²) (3)		
		∅	NPK	Átlag (4)
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L. *	6	62,0	23,3	42,7
<i>Datura stramonium</i> L. *	6	4,7	13,3	9,0
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers. *	4	31,3	8,0	19,7
<i>Chenopodium album</i> L.	3	-	86,7	43,3
<i>Chenopodium hybridum</i> L.	3	-	5,3	2,7
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve	3	0,7	3,3	2,0
<i>Helianthus annuus</i> L.	3	1,3	0,7	1,0
<i>Solanum nigrum</i> L.	3	0,7	1,3	1,0
<i>Amaranthus blitoides</i> S. Watson	2	-	24,0	12,0
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. B.	1	-	2,0	1,0
<i>Stachys annua</i> L.	1	0,7	-	0,3
<i>Heliotropium europaeum</i> L.	1	-	0,7	0,3
Összesen (5) (SzD _{5%} = 62,3)		101,3	168,7	135,0

Megjegyzés: * - szignifikáns különbségek a gyomfajok egyedsűrűségében a különböző kezelések között (SzD_{5%}AMBAR: 14,3; SzD_{5%}DATST: 5,4; SzD_{5%}SORHA: 15,7).

Table 3. Frequency and density of weed species on the experimental plots (Nagyhörcsök, 04. 06. 2013). (1) Weed species, (2) Frequency, (3) Density (plant m⁻²), (4) Average, (5) Total. Note: * - significant differences in weed density among the treatments (LSD_{5%}AMBAR: 14.3, LSD_{5%}DATST: 5.4, LSD_{5%}SORHA: 15.7).

Az előforduló 12 gyomfaj közül az *Ambrosia artemisiifolia* L. és a *Datura stramonium* L. minden parcellában jelen volt. Jelentős különbségek voltak megfigyelhetők a fajok egyedszámát tekintve az alkalmazott tápanyagkezeléssel összefüggésben. Matematikailag bizonyítható eltérés volt az *A. artemisiifolia*, a *D. stramonium* és a *Sorghum halepense* (L.) Pers. esetében.

Egy évvel később, 2014-ben 16 gyomfaj fordult elő a mintaterületeken, 15 faj a kontroll és 14 faj az NPK-kezelésben. Az átlagos egyedsűrűség 120,4 db/m² volt a kontroll és 109,1 db/m² a jó tápanyag-ellátottságú parcellák esetében (4. táblázat).

4. táblázat. A gyomfajok előfordulási gyakorisága és egyedsűrűsége a kísérleti parcellákban (Nagyhörcsök, 2014. 06. 03.)

Gyomfajok (1)	Gyakoriság (2)	Egyedsűrűség (db/m ²) (3)		
		Ø	NPK	Átlag (4)
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L. *	12	78,7	7,3	43,0
<i>Datura stramonium</i> L. *	11	7,6	26,9	17,2
<i>Chenopodium hybridum</i> L.	9	1,3	6,9	4,1
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve	9	1,3	2,4	1,9
<i>Chenopodium album</i> L.	7	0,4	54,2	27,3
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	7	23,6	1,1	12,3
<i>Helianthus annuus</i> L.	6	1,6	0,4	1,0
<i>Heliotropium europaeum</i> L.	6	1,1	0,7	0,9
<i>Solanum nigrum</i> L.	5	1,1	0,9	1,0
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	5	1,1	0,7	0,9
<i>Amaranthus chlorostachys</i> Willd.	4	0,4	4,9	2,7
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.	3	0,9	0,7	0,8
<i>Stachys annua</i> L.	3	0,9	0,2	0,6
<i>Amaranthus blitoides</i> S. Watson	2	-	1,8	0,9
<i>Hibiscus trionum</i> L.	1	0,2	-	0,1
<i>Ajuga chamaepithys</i> (L.) Schreb.	1	0,2	-	0,1
Összesen (5) (SzD _{5%} = 82,6)		120,4	109,1	114,8

Megjegyzés: * - szignifikáns különbségek a gyomfajok egyedsűrűségében a különböző kezelések között (SzD_{5%} AMBAR: 34,8; SzD_{5%} DATST: 15,5).

Table 4. Frequency and density of weed species on the experimental plots (Nagyhörcsök, 03. 06. 2014). (1) Weed species, (2) Frequency, (3) Density (plant m⁻²), (4) Average, (5) Total. Note: * - significant differences in weed density among the treatments (LSD_{5%} AMBAR: 34.8, LSD_{5%} DATST: 15.5).

A gyomnövény fajok közül az *A. artemisiifolia* minden parcellán előfordult. Egyedszáma matematikailag igazolhatóan magasabb volt a tápanyagkezelésben nem részesült kontroll parcellákon. A *D. stramonium* egyedszáma több mint háromszoros volt a műtrágyázott kezelésben (NPK) a kontroll kezeléshez képest, amely különbség szintén igazolható volt matematikailag.

A gyomfajok összesített dominancia sorrendjét a Berger-Parker index alapján állítottuk fel (5. táblázat).

5. táblázat. A gyomfajok összesített dominancia-sorrendje a Berger-Parker index alapján a különböző tápanyagkezelésekben a két kísérleti évben (Nagyhörcsök, 2013, 2014)

Gyomfajok (1)	Ø		NPK	
	2013	2014	2013	2014
1. <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	0,625	0,653	0,135	0,067
2. <i>Chenopodium album</i> L.	-	0,004	0,520	0,497
3. <i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	0,297	0,196	0,040	0,010
4. <i>Datura stramonium</i> L.	0,040	0,063	0,087	0,246
5. <i>Amaranthus blitoides</i> S. Watson	-	-	0,120	0,016
6. <i>Chenopodium hybridum</i> L.	-	0,011	0,037	0,063
7. <i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve	0,009	0,011	0,020	0,022
8. <i>Amaranthus chlorostachys</i> Willd.	-	0,004	-	0,045
9. <i>Helianthus annuus</i> L.	0,012	0,013	0,007	0,004
10. <i>Solanum nigrum</i> L.	0,007	0,009	0,007	0,008
11. <i>Heliotropium europaeum</i> L.	-	0,009	0,007	0,006
12. <i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. B.	-	-	0,020	-
13. <i>Stachys annua</i> L.	0,009	0,007	-	0,002
14. <i>Convolvulus arvensis</i> L.	-	0,009	-	0,006
15. <i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.	-	0,007	-	0,006
16. <i>Hibiscus trionum</i> L.	-	0,002	-	-
17. <i>Ajuga chamaepithys</i> (L.) Schreb.	-	0,002	-	-

Table 5. Summarised dominance rank of weed species based on Berger-Parker index in different nutrient treatments during the two experimental years (Nagyhörcsök, 2013, 2014). (1) Weed species

2013-ban az *A. artemisiifolia* (62,5%) és a *S. halepense* (29,7%) állt a dominancia sorrend élén a kontroll kezelésben. Mindkét faj hátrébb szerepelt a kedvező tápanyag-ellátottságú kezelésben, bár az *A. artemisiifolia* (13,5%) csak a második helyre szorult vissza, az első helyen 50%-ot meghaladó részesedéssel a *Chenopodium album* L. végzett. A *D. stramonium* dominancia-indexe több mint másfélszeres értéket ért el a kedvező feltételeket biztosító kezelésben.

A 2014. évben a dominancia-sorrend az előző évhez hasonlóan alakult. Azonos fajok – *A. artemisiifolia* (65,3%) és *S. halepense* (19,6%) – voltak a legdominánsabbak a kontroll parcellákon. A *C. album* (49,7%) ismét a legerősebb kompetitor volt a műtrágyázott kezelésben, a *D. stramonium* (24,6%) elterjedése viszont sokkal erőteljesebb volt a korábbi évhez képest. A dominancia-sorrendben jelentkező tápanyagkezelések közötti eltérések az interspecifikus kompetíció eredményeit mutatják.

Következtetések

A két év vizsgálatának eredményei alapján a következő megállapításokat tehetjük:

- A jó tápanyag-ellátottság gyomosító hatását az első évben tudtuk igazolni, szignifikánsan nagyobb volt az összes egyedszám az NPK-kezelésben a kontrollhoz viszonyítva. A második évben azonban ettől eltérő tendenciát tapasztalunk, a kontroll parcellákon volt magasabb az összes egyedszám. Ehhez hasonló eredményeket tudunk leírni korábbi munkáinkban is (Lehoczky et al. 2014b, 2015) továbbá Yin et al. (2006) is az egyenletesen ellátott kezelésben mért kisebb egyedszámot.
- Az egyes gyomfajok egyedsűrűségének változása a különböző kezeléseken az interspecifikus kompetíció hatását mutatja. A tápanyagellátásban nem részesülő kontroll parcellákon az *Ambrosia artemisiifolia* L. és a *Sorghum halepense* (L.) Pers., míg a kedvező tápanyag-ellátottságot biztosító NPK-kezelésben a *Datura stramonium* L. volt jelen szignifikánsan nagyobb egyedszámmal.
- Számos hasonlóság volt megfigyelhető a két kísérleti év eredményei között, különös tekintettel a dominancia-sorrendre, amely szintén jól mutatta a gyomnövény fajok eltérő tápanyagigényeit. A kezeletlen kontrollban az *A. artemisiifolia* volt a dominancia sorrend élén, a második helyen a *S. halepense* szerepelt. A kedvező tápanyag-ellátottságot biztosító NPK-kezelés-

ben a *Chenopodium album* L. volt az első kiemelkedő dominancia-indexszel, és a *D. stramonium* szintén domináns volt.

- A faji diverzitás a kontroll és NPK-kezelésben részesült parcellákon is emelkedett a második kísérleti évben. Ennek egyik lehetséges okának tekinthetjük az eltérő időjárási körülményeket.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki az OTKA által a kutatáshoz nyújtott támogatásért (K105789 sz. pályázat).

Irodalom

- Černý, J.–Balík, J.–Kulhánek, M.–Čásová, K.–Nedvěď, V.: 2010. Mineral and organic fertilisation efficiency in long-term stationary experiments. *Plant, Soil and Environment*. 56. 1: 28–36.
- Froud-Williams, R. J.: 2002. Weed competition [In: Neylor, R. E. L.: *Weed Management Handbook*, 9th edition.] British Crop Protection Council. Blackwell Publishing. 16–38.
- Glowacka, A.: 2012. Content and uptake of microelements (Cu, Zn, Mn, Fe) by maize (*Zea mays* L.) and accompanying weeds. *Acta Agrobotanica*. 65. 4: 179–188.
- Kismányoky, A.–Lehoczky, É.: 2007. Effect of the nutrient supply on the biomass production of winter wheat and weeds. *Cereal Res. Commun.* 35. 2: 617–620.
- Kropff, M. J.–Lotz, L. A. P.: 1992. System approaches to quantify crop-weed interactions and their application in weed management. *Agricultural Systems*. 40: 265–282.
- Lehoczky É.: 2004. A gyomnövények szerepe a talaj-növény rendszer tápanyagforgalmában. DSc disszertáció. Keszthely.
- Lehoczky, É.–Gólya, G.–Tamás, J.–Németh, T.: 2015. Biodiversity and biomass production of weeds in a long-term fertilisation experiment. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 46. 1: 390–398.
- Lehoczky, É.–Kamuti, M.–Mazsu, N.–Radimszky, L.–Sándor, R.: 2014a. Composition, density and dominance of weeds in maize at different nutrient supply levels. *Crop Production*. 63. 1: 287–290.
- Lehoczky, É.–Kamuti, M.–Mazsu, N.–Tamás, J.–Sáringer-Kenyeres, D.–Gólya, G.: 2014b. Influence of NPK fertilisation on weed flora in maize field. *Agrokémia és Talajtan*. 63. 1: 139–148.

- Lehoczky, É.-Kismányoky, A.-Nagy, P.-Németh, T.:* 2008. Nutrient absorption of weeds in maize. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences.* 73. 4: 951-957.
- Lehoczky, É.-Kismányoky, A.-Németh, T.:* 2007. Effect of the soil tillage and N-fertilisation on the weediness of maize. *Cereal Res. Commun.* 35. 2: 725-728.
- Lehoczky, É.-Nagy, P.-Lencse, T.-Tóth, V.-Kismányoky, A.:* 2009. Investigation of the damage caused by weeds competing with maize for nutrients. *Communications in Soil Science and Plant Analysis.* 40. 1/6: 879-888.
- Magurran, A. E.:* 1988. *Ecological diversity and its measurement.* Princeton. NJ. Princeton University Press. 102-129.
- Yin, L.-Cai, Z.-Zhong, W.:* 2006. Changes in weed community diversity of maize crops due to long-term fertilisation. *Crop Protection.* 25: 910-914.

A szerzők levelezési címe - Address of the authors:

*Dr. Lehoczky Éva - Kamuti Mariann -
Mazsu Nikolett - Dr. Csathó Péter
MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet
Budapest
Herman Ottó u. 15.
H-1022
*lehoczky.eva@agrar.mta.hu

Kukorica hibridek biogén szilícium tartalma és lehetséges összefüggései a termés mennyiségével

¹LISZTES-SZABÓ ZSUZSA - ²BALLÁNÉ KOVÁCS ANDREA -

¹CSAJBÓK JÓZSEF - ¹PEPÓ PÉTER - ³PETŐ ÁKOS - ¹KOVÁCS SZILVIA

¹Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Növénytudományi Intézet, Debrecen

²Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Agrokémiai és Talajtani Intézet, Debrecen

³Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Természetvédelmi és Tájgazdálkodási Intézet, Gödöllő

Összefoglalás

A szilícium növényélettani szerepe különböző az egyes növénycsaládokban, akkumulációjának mértéke genetikailag meghatározott. Számos munka foglalkozik azzal a tényvel, hogy a szilícium-akkumuláció hatékony a növények stressztűrésében. Kutatásaink végső célja vizsgálni azt a kérdést, hogy hogyan aknázhatjuk ki a SiO_2 -felhalmozást növénytermesztés-technológiai, vagy akár nemesítési eszközökkel.

Tíz különböző kukorica hibrid három eltérő fenofázisából vettünk levél-, buroklevél és fiatal cső mintákat, és vizsgáltuk a vetőmagot. A biogén szilícium (bSi) mennyiségének időbeli változását, valamint a termésmennyiség és a biogén szilícium akkumulációjának összefüggéseit 3-5 leveles (BBCH skála szerinti 13-as állapot), 11-13 leveles (BBCH skála szerinti 53-as állapot), és fiatal csöves fenofázisban (BBCH skála szerinti 65-ös állapot) mintáztuk kontroll és műtrágyázott kezelésekből, négy ismétlésben.

A később fejlődő hajtásvégi levelek bSi-akkumulációja intenzívebb volt, mint a fiatalabb növény hajtásvégi levelének bSi-akkumulációja. A bSi-ot leginkább akkumuláló szerv a buroklevél, amely a hipotézisünk szerint növeli a generatív hajtás ellenállóságát a biotikus és az abiotikus stresszhatásokkal szemben.

Az alkalmazott kezelés, a műtrágyázás, ezt az időbeli és térbeli Si-eloszlást nem befolyásolta, de a Si-akkumulációra némiképp gátlóan hatott, mert a műtrágyával kezelt növények bSi-tartalma kisebb volt. A műtrágyázott növények bSi-tartalma és a termés-átlagok között erősebb összefüggés volt, mint a kontroll növények esetén, ami azt jelenti, hogy a nehezített felvétel ellenére történő Si-felvétel pozitívan befolyásolja a termés-átlagokat. Bár a kukorica hibridek között nem mutatható ki szignifikáns eltérés a Si-akkumuláció tekintetében, az egyes hibridekre azonban jellemző, milyen erős hajlamot mutatnak a Si-akkumulálására.

Eredményeink arra utalnak, hogy a kukoricánövények alkalmazkodó képessége – a szárazanyagra vonatkoztatott hidratált SiO₂-mennyiség alapján – becsülhető, és erre a vetőmag bSi-tartalmán túl alkalmas a vizsgált szervek közül az adott fenofázisban levő növény legfiatalabb kiterült levele, vagy a buroklevél is. Mindezek alapján a növényi Si-forgalom további kutatásra érdemes.

Kulcsszavak: biogén szilícium, kukorica hibridek, termésmennyiség, *Zea mays* L.

Biogenic silica content and its potential correlation with crop yield in maize (*Zea mays* L.)

¹ZS. LISZTES-SZABÓ – ²A. BALLÁNÉ KOVÁCS – ¹J. CSAJBÓK – ¹P. PEPÓ –
³Á. PETŐ – ¹SZ. KOVÁCS

¹University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and
Environmental Management, Institute of Crop Sciences, Debrecen

²University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and
Environmental Management, Institute of Agrochemistry and Soil Science, Debrecen

³Szent István University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences,
Institute of Nature Conservation and Land Management, Gödöllő

Summary

The physiological role of silicon (Si) varies within the different plant families and the quantity of Si accumulation is genetically fixed. The effectiveness of Si accumulation

for stress tolerance is reported by several studies. The aim of our research was to study the physiological role of biogenic Si accumulation to be used in agricultural production and plant breeding.

Leaves, spathe, cob and caryopses (kernels) from three different phenophases of ten different maize hybrids were sampled. Temporal changing of biogenic silica content, correlation of biogenic silica accumulation and crop yield were studied in phenophases with 3–5 leaves (BBCH scale: 13) as well as with 11–13 leaves (BBCH scale: 53), and in phenophase with young cob (BBCH scale: 65) of both control and treated (fertilised) experimental plots. All measurements were conducted in four replications.

The bSi accumulation of later developing leaves near the shoot top was more intensive than the leaves in similar position of younger plant. Spathe showed the most intensive bSi accumulation that increases the resistance of generative shoots against biotic or abiotic stress factors. Our results suggest that these temporal and spatial silicon distribution patterns are not affected by fertilisation, but it somewhat inhibits Si accumulation. However, correlation between bSi content of fertilised plants and crop yield was closer than in the control plants showing that in spite of increased uptake of Si affects crop yield positively.

Significant differences in aspect of Si accumulation could not be confirmed among these hybrids, but Si accumulation characteristics are genetically determined for a hybrid.

These first results suppose that the adaptability of maize hybrids can be estimated based on the biogenic Si content of the dry matter. Besides kernels, but the bSi content of the uppermost leaves may be also used for this estimation, as well as the spathe might also be indicative. The role of silicon metabolism in plants is worth studying further.

Key words: biogenic silica, crop yield, maize hybrids, Si accumulation, *Zea mays* L.

Содержание гибридами кукурузы биогенного силиция и возможные связи этого с количеством урожая

¹Ж. ЛИСТЕШ-САБО – ²А. БАЛЛАНЕ КОВАЧ – ¹Ё. ЧАЙБОК – ¹П. ПЕПО –
³А. ПЕТЁ – ¹С. КОВАЧ

¹Дебреценский Университет, Факультет Сельского Хозяйства, Науки о Пище и Экологического Менеджмента, Институт Ботаники, Дебрецен

²Дебреценский Университет, Факультет Сельского Хозяйства, Науки о Пище и Экологического Менеджмента, Институт Агрохимии и Почвоведения, Дебрецен

³Университет им. Св. Иштвана, Факультет Сельского Хозяйства и Экологии, Институт Охраны Природы и Хозяйствования Областей, Гёдёллэ

Резюме

Фитофизиологическая роль силиция различна в отдельных семействах растений, размер его аккумуляции генетически определён. Многочисленные исследования занимаются с тем фактом, что аккумуляция силиция эффективна в толерантности растений к стрессу. Конечная цель наших исследований - изучить вопрос, как можно использовать накопление SiO_2 растениеводческими-технологическими, или другими селекционными средствами.

Взяли образцы листьев, перигамий и молодых початков десяти различных гибридов кукурузы трёх разных фенофаз, и исследовали посевные семена. Моделировали изменение во времени количества биогенного силиция (bSi), а также взаимосвязи количества урожая и аккумуляции биогенного силиция в фенофазах 3–5 листьев (по шкале ВВСН 13-ое состояние), 11–13 листьев (по шкале ВВСН 53-ье состояние), и молодых початков (по шкале ВВСН 65-ое состояние) в контроле и в обработках с искусственными удобрениями, в четырёх повторениях.

Аккумуляция bSi листьев позднее развитых окончаний побегов была интенсивнее, чем аккумуляция bSi листьев окончания побегов более молодых растений. Аккумулирующий вероятнее всего bSi орган - перигамий- который, согласно нашей гипотезе, увеличивает устойчивость генеративного побега против влияния биотического и абиотического стресса.

Применяемая обработка, внесение искусственного удобрения не повлияла на распределение Si во времени и в пространстве, но на аккумуляцию Si действовало немного тормозяще потому, что содержание bSi обработанных искусственными

удобрениями растений было меньше. Корреляция между содержанием bSi искусственно удобренных растений и средних урожаев была сильнее, чем в случае контрольных растений, это означает, что несмотря на более затруднённый приём происходящий приём Si позитивно повлиял на средние урожаи. Хотя среди кукурузных гибридов не проявляются значительные различия касательно аккумуляции Si, однако, для некоторых гибридов было характерно, какую сильную склонность показывают к аккумуляции Si.

Наши результаты говорят о том, что адаптационную способность кукурузных растений – на основе количества гидративного SiO₂ относящегося к сухому веществу – можно оценить, и для этого кроме содержания bSi посевных семян, пригодны среди исследованных органов самый молодой развёрнутый лист в данной фазе находящегося растения, или перигамий тоже. На основе всего этого стоит исследовать и дальше оборот Si в растениях.

Ключевые слова: биогенный силиций, гибриды кукурузы, количество урожая, *Zea mays* L.

Bevezetés

Az elmúlt évtizedek szakirodalmi forrásai a szilíciumot stimulatív hatású mikroelemnek tekintik (például Szabó *et al.* 1993), a legfrissebb tanulmányok azonban azt bizonyítják, hogy a szilícium létfontosságú makroelemnek is tekinthető. Epstein (1999) alapján bizonyos növényfajok egyedeiben a koncentrációja akár a 10%-ot is elérheti szárazanyagra vonatkoztatva, mások szerint a különböző növények Si-tartalma 1–100 g/kg között változhat (Snyder *et al.* 2007). Hodson *et al.* (2005) mintegy 735 növényfaj hajtásának relatív Si-tartalmát elemezte a taxonok filogenetikai helyzetével összevetve. Ily módon a szakirodalomban nem egységes a szilícium mint növényi tápelem megítélése, számos munka azonban a növények normál növekedési feltételének tekinti (Agarie *et al.* 1996, Epstein 1999, Ma és Yamaji 2006). Kétségtelen, hogy a szilícium növényélettani szerepe különböző az egyes növénycsoportokban (Marschner 1997, Epstein 1999), tekintve, hogy egyes taxonok egyáltalán nem vesznek fel szilíciumot (pl. *Pisum sativum*, Parry és Winslow 1977), ugyanakkor más taxonok számára esszenciális elem (pl. *Equisetaceae*, Chen és Lewin 1969). A földkéreg második leggyakoribb elemét a növények kovasav

formájában veszik fel a talajból aktív és/vagy passzív transzporttal, és ez a xilémén át folytatja útját (*Blackman és Parry 1968*). Számos növényfaj a szilíciumot zárványokban halmozza fel – hidratált SiO_2 formában – a sejt közötti járatokban, a sejtfalban és a sejt-lumenben. Ezeknek a sejteknek, vagy sejt közötti amorf kristályoknak jellegzetes struktúrája van (kovatest, növényi opál, fitolit). A kovatestek a pázsitfűfélék családjára (*Poaceae*) kifejezetten jellemzőek, főként a levél, a virágzati tengelyek és a szárak epidermiszében képződnek, de kisebb mennyiségben a szemtermésekben is előfordulnak.

Egyes kutatások szerint a fitolitok képződése genetikailag meghatározott folyamat (*Piperno et al. 2002, Prychid et al. 2004*). A szilícium akkumulációjának genetikai kontrollját a tény látszik bizonyítani, amely szerint a nemesített búzák kalásza több mint 19% szilíciumot tartalmaz, míg a vad taxonoké átlagosan 9%-ot (*Peleg et al. 2010*).

Kórtani szemszögből vizsgálva *Iller (1979)* azt állapította meg, hogy minél több szilícium-dioxidot halmoz fel egy növény, annál hatékonyabban védekezik kórokozó gombák ellen. *Simpson és Volcani (1981)* eredményei szerint a szilícium-dioxidnak a növény anyagcseréjében és a sejtfal szilárdításában is nagy szerepe van. A kovafelhalmozás másik legfontosabb növényélettani hatása irodalmi adatok szerint az, hogy a kovasav fokozott felvétele csökkenti a légzés okozta vízvesztést, a növények szárazságtűrése fokozódik (*Jones és Handreck 1967, Sangster és Parry 1971, Raven 1983*). A magas stressztűrés, így az aszálytal szembeni fokozott tolerancia kiemelt jelentőségű kukoricánemesítési irány az egész világon, amelyet kiaknázva oly módon fedezhetjük a növénytermesztésre háruló növekvő igényt, hogy gazdaságosabbá tesszük a műtrágyázást és hatékonyabbá az öntözést, amellyel ugyanakkor csökkentjük a környezetünket ért terhelést. A szilícium mint növényi mikroelem vizsgálata azért is fontos, mert a mezőgazdasági művelés alatt álló talajokat érintő szervesanyag-kivét hatékony visszapótlás nélkül – más esszenciális elemek hiánya mellett – szilíciuméhséget is okozhat természetett növényeinknél, felborítva más növényi tápelemek normális felvételét és eloszlását is (*Desplanques et al. 2006*), valamint a tápelemek feltáródása kedvezőtlen irányba tolódhat el (*Nagy 2000, El-Ramady et al. 2015*).

Kutatásunk célja megvizsgálni, hogy a SiO_2 felhalmozásában rejlő, „hasznosítható” növényélettani lehetőségeket hogyan aknázhatjuk ki növénytermesztés-technológiai vagy akár nemesítési eszközökkel, szelekciós szempontot és irányt adva a hidratált szilícium-dioxidot genetikailag fixált módon hatéko-

nyan akkumuláló, szárazság-adaptált hibrideken keresztül. Jelen közleményben azon eredményeinket mutatjuk be, amely során szilíciumos kezelést nem alkalmaztunk, és a következő kérdésekre kerestük a választ:

1. Mekkora az egyes kukorica hibridek vizsgált fenofázisaiban a vizsgált szervek biogén szilícium (bSi) tartalma, és van-e szignifikáns különbség a műtrágyázott és kontroll növények bSi-tartalmában?
2. Hogyan változik a legfelső kukoricalevelek bSi-tartalma a 11–13 leveles fenofázisban a 3–5 leveles fenofázishoz képest, és van-e különbség ebben a műtrágyázott és kontroll növények esetén?
3. Mekkora bSi-akkumuláció jellemző az egyes hibridekre, és van-e összefüggés a kukorica hibridek vizsgált szerveiben a vizsgált fenofázisokban halmozódó bSi-tartalom és a termésmennyiség között kontroll és műtrágyázott esetben?
4. A vizsgált fenofázisok és szervek közül melyik lehet informatív a bSi-tartalom, és így az alkalmazkodóképesség (várható termésmennyiség) tesztelése szempontjából?

Anyag és módszer

A kukorica növények levél-, buroklevél, fiatal cső és szemtermés mintái a Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telep (Debreceni Egyetem) 2013-as kísérleti parcelláiból származnak, talaja mészlepedékes csernozjom (*1. táblázat*). A négy darab kontroll parcella és a négy darab kezelt parcella (4 ismétlésben) 18×18 méter nagyságú volt. Jelen közleményben azon alapozó vizsgálataink eredményeit mutatjuk be, amelyeket szilíciummal nem kezelt kukorica növényeken végeztünk.

A biogén szilícium mennyiségének időbeli változását, valamint a termésmennyiség és a biogén szilícium akkumulációjának összefüggéseit 10 különböző kukorica hibrid eltérő fenofázisaiban kerestük, és az adatokat a BBCH skála (*Lancashire et al.* 1991) szerint rögzítettük. A német kezdeményezésű, de kiterjedt nemzetközi együttműködéssel évek alatt kifejlesztett BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and CHEmical industry) skála részletesebb, korszerűbb, mint az egyébként szintén népszerű Feekes és Zadoks skálák (*Large 1954, Chang et al.* 1974). A fenofázisokat 3–5 leveles (BBCH skála szerinti 13-as állapot), 11–13 leveles (BBCH skála szerinti 53-as állapot) és fiatal csöves fenofázisban (BBCH skála szerinti 65-ös állapot) mintáztuk a kontroll

1. táblázat. A kísérleti terület alapvető talajfizikai és kémiai jellemzői
(ammon-laktát (AL) kivonószerszel)

Talajréteg (cm) (1)	pH (KCl)	K _A	CaCO ₃ (%)	Hu- musz (%) (2)	Össz. N (%) (3)	NO ₃ + NO ₂ (mg/kg) (4)	P ₂ O ₅ AL oldható (mg/kg) (4)	K ₂ O	Mg	Na	Zn	Cu	Mn	SO ₄
0-25	6,46	43,0	0	2,76	0,150	6,20	133,4	239,8	332,4	38,0	2,80	5,86	438	9,25
25-50	6,36	44,6	0	2,16	0,120	1,74	48,0	173,6	405,4	66,2	0,80	4,54	406	9,13
50-75	6,58	47,6	0	1,52	0,086	0,60	40,4	123,0	366,6	55,4	0,58	3,64	339	10,80
75-100	7,27	46,6	10,25	0,90	0,083	1,92	39,8	93,6	249,0	67,8	0,48	2,24	74	7,95
100-130	7,36	45,4	12,75	0,59	0,078	1,78	31,6	78,0	286,6	62,6	0,84	1,64	4	22,98

Table 1. Soil physical and chemical parameters of experimental field. (1) Soil layer (cm), (2) Humus (%), (3) Total N (%), (4) in AL (ammonium lactate) extract

(NPKØ) és a műtrágyázott (N 150 kg/ha, P₂O₅ 112,5 kg/ha, K₂O 132,5 kg/ha) kezelésben négy ismétlésben. A kijuttatott NPK műtrágya-adag és az N:P:K tápelem-arányok adottak voltak a Kísérleti Telep előző évben elkészült, különböző műtrágyadózisokkal előkészített vetésterve alapján, amelyből a legmagasabb adagokat tartalmazó (5) kezelés megfelelő volt jelen tanulmány célkitűzései számára. Az alkalmazott műtrágyamennyiség meghaladja a kukorica általános elfogadott tápelem- és így műtrágyaigényét (*Menyhért* 1985, *Antal* 1999), azonban célunk volt, hogy az erős műtrágyaterhelés és a növények bSi-tartalma között összefüggést keressünk. A hibridek a következők (FAO 320–390): P9578, DKC 4014, NK LUCIUS, P9175, DKC 4025, PR37M81, DKC 4490, P37N01, P9494; (FAO 470): SY AFINITY.

Az első vizsgált fenofázis levélmintáinak ismétléseit átlagmintaként kezeltük. Egy minta minden esetben ugyanazon kísérleti beállítás három sorából származó három egyed legfelső, kiterült levelének átlagmintáját jelenti. Kiterült levelnek minősült az a levél, amelynél a ligula vagy a következő levél csúcsa látható (*Lancashire et al.* 1991). A buroklevelek közül a külsőt gyűjtöttük be, a fiatal cső középső részének 2 cm hosszú korongját vizsgáltuk. A szemtermésekből származó bSi-tartalom az eredeti vetőmag jellemző értéke.

A kukoricaleveleket és a csöveket gyűjtés után szárítottuk. A biogén szilícium mennyiségének megállapítása száraz hamvasztásos (ún. dry-ashing) módszerrel történt (*Albert és Weiner* 2001), *Mercader* (2009, 2010) szerint módosítva. A növényi mintákat szappanoldatban, majd ultrahangos tisztítóval 30 percen át mostuk, ezután 100 °C-on szárítottuk szárítószekrényben. Tömegmérés után 500 °C-on 36 órán át izzítókemencében tartottuk, majd 10 ml 3N töménységű HCl és HNO₃ oldat 1:1 arányú keverékében főztük. A savat ötperces centrifugálási ciklusokkal 3000 rpm fordulaton távolítottuk el, majd tömegállandóságig szárítottuk szárítószekrényben. Megközelítőleg 10 ml 30%-os H₂O₂ oldattal átmostuk, majd 100 °C-on szárítottuk egy éjjelen át. Az eljárás eredményeképpen tiszta kova tartalmú hamu marad vissza. Tömegmérés után számítható a biogén szilícium tartalom, amelyet a szárazanyag százalékában adunk meg.

Mivel az adatokra nem teljesül, hogy normál eloszlásúak, így nem-parametrikus próbákat (Kruskal-Wallis, Dunn teszt), valamint korreláció analízist (Spearman-korreláció) alkalmaztunk, valamint az adatstruktúra megismeréséhez és szemléltetéséhez regresszió analízist használtunk (BioEstat 5.0).

Eredmények

A kukorica hibridek szerveinek bSi-tartalma

A vizsgált fenofázisok és növényi részek közül a kezeletlen (nem műtrágyázott) növények esetén a legalacsonyabb bSi-tartalommal a 3–5 leveles fenofázisú kukoricalevél rendelkezik (átlagosan 6,82%), ennél nagyobb a csövek (átlagosan 8,20%), és ennél is nagyobb a 11–13 leveles kukorica levelének biogén szilícium tartalma (átlagosan 8,89%) (2. táblázat). A fiatal levelek bSi-tartalma szignifikánsan különbözik az idősebb levelek és a buroklevelek bSi-tartalmától, és a csövek bSi-tartalma is szignifikánsan eltér a buroklevelekétől (2. táblázat). A legnagyobb a buroklevelek bSi-tartalma a 10 hibridnél átlagosan 10,17% (2. táblázat). Megállapítható, hogy a bSi akkumulálásának mintázata egyöntetű a vizsgált hibrideknél, azaz mindegyik hibrid esetén 3–5 leveles fenofázisú kukoricalevél, cső, 11–13 leveles kukoricalevél, valamint buroklevél sorrendben növekszik.

A műtrágyázott kukoricánövények Si-akkumulációja hasonló mintázatot mutat, mint a kontroll növényeké (2. táblázat). A legalacsonyabb bSi-tartalommal a 3–5 leveles fenofázisú kukoricalevél rendelkezik a műtrágyázott növények esetén is (átlagosan 6,86%), ami alig nagyobb, mint a kontroll növényeké. Ennél nagyobb a csövek (átlagosan 7,31%), és ennél is nagyobb a kezelt, 11–13 leveles kukorica levelének biogén szilícium tartalma (átlagosan 7,69%) (2. táblázat). A legnagyobb a buroklevelek bSi-tartalma a 10 hibridnél átlagosan 10,35% (2. táblázat). A 3–5 leveles fenofázis kivételével a kezelt növények esetén a bSi-tartalom kisebb a kontroll növények megfelelő szerveihez képest.

A kezelt növények levelei és a cső bSi-tartalma nem különbözik olyan mértékben, mint a kontroll növények esetében, azonban a buroklevelek bSi-tartalma szignifikáns eltérést mutat valamennyi vizsgált szerv bSi-tartalmához képest a kezelt növényeknél is (2. táblázat). Szembetűnő, hogy a SY AFINITY hibrid buroklevelének bSi-tartalma kontroll és műtrágyázott beállítás esetén is igen magas a többi hibriddel összevetve. Ennek ellenére a kukorica hibridek között a bSi-tartalom alapján nem találtunk szignifikáns különbséget sem a kontroll, sem a műtrágyázott beállítások esetén.

A műtrágyázott állomány esetén a hibridek 70%-ánál a szilíciumtartalom szintén növekedést mutat a későbbi fenofázisú kukorica legfelső leveleiben (2. táblázat).

2. táblázat. Tíz kukorica hibrid kontroll és műtrágyázott egyedeknek biogén Si-tartalma szerzenként (%)

	3-5 leveles fenofázis (1)		11-13 leveles fenofázis (2)		Fiatal cső fenofázis (3)		Szemtermés (vetőmag) (4)		
	Levél (a) (5)	Level (b) (5)	Cső (c) (6)	Buroklevél (d) (7)					
	Kontroll (8)	Trágyázott (9)	Kontroll (8)	Trágyázott (9)	Kontroll (8)	Trágyázott (9)			
Átlag (%) (10)	6,82 ^a	6,86 ^a	8,89 ^b	7,69 ^a	8,20 ^c	7,31 ^a	10,17 ^b	10,35 ^b	2,19
Min.-max. érték (%) (11)	4,94-8,52	5,14-8,76	5,15-12,57	4,72-10,78	5,16-11,27	3,10-9,37	5,88-19,39	4,50-15,65	1,7-2,61
Szórás (12)	1,13	1,20	1,92	1,41	1,18	1,41	2,72	2,60	0,31

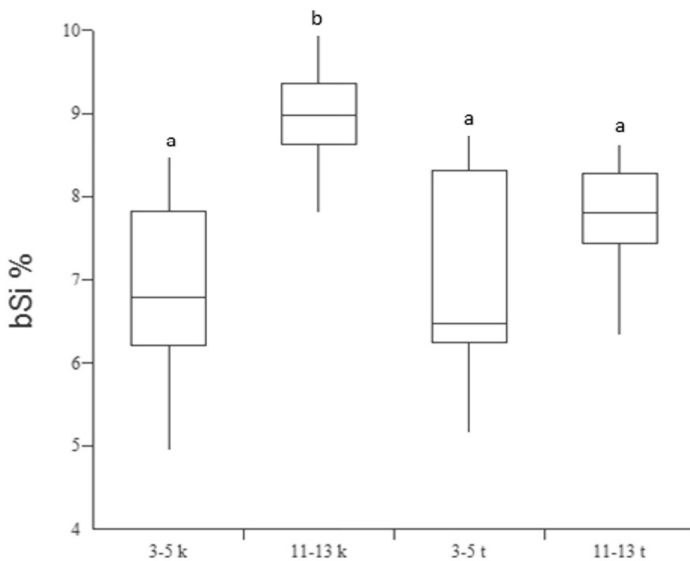
Megjegyzés: a b c : szignifikáns eltérés ($\alpha=0,05$)

Table 2. Descriptive statistics of the bSi content in control and fertilised samples of ten different maize hybrid organs (%). (1) Phenophase with 3-5 leaves, (2) Phenophase with 11-13 leaves, (3) Immature cobs phenophase, (4) Uppermost spathe of immature cob, (5) Leaves, (6) Cob, (7) Spathe, (8) Control, (9) Fertilised, (10) Average, (11) Minimum and maximum values, (12) Standard deviation, Note: a b c: significant difference ($\alpha=0,05$)

A 3–5 leveles kezelt kukoricánövények legfelső levelének biogén szilícium tartalma 6,86%, kisebb, mint a 11–13 leveles állapotú kezelt kukoricánövényeknél, ahol 7,69%. A négy hét alatt tapasztalható bSi-tartalom növekedése a kontroll növényekben szignifikáns ($\alpha=0,05$), azonban a műtrágyázott növényekben kisebb mértékű és nem szignifikáns (1. ábra).

A kovatartalom kvartilis ábrái szemléltetik, hogy az idősebb növények leveleiben – kontroll és trágyázott körülmények között is – magasabb a kovatartalom, az adatok terjedelme és interkvartilis terjedelme kisebb. A műtrágyázott növények biogén Si-tartalma viszont kisebb, mint a kontroll növényeké (1. ábra).

1. ábra. *Kontroll és műtrágyázott kukoricánövények levelének bSi-tartalma (kvartilis ábra)*



Megjegyzés: a, b – szignifikáns eltérés ($\alpha=0,05$), 3–5 k: kontroll a 3–5 leveles fenofázisban, 11–13 k: műtrágyázott a 3–5 leveles fenofázisban, 11–13 t: kontroll a 11–13 leveles fenofázisban, 11–13 t: műtrágyázott a 11–13 leveles fenofázisban.

Figure 1. BSi content in leaves of control and fertilised maize samples (box-plot). Note: a, b – significant difference ($\alpha=0.05$), 3–5 k: control in phenophase with 3–5 leaves, 11–13 k: fertilised in phenophase with 3–5 leaves, 11–13 t: control in phenophase with 11–13 leaves, 11–13 t: fertilised in phenophase with 11–13 leaves.

A kukorica hibridek szerveiben halmozódó bSi-tartalom és a termésmennyiség összefüggése

A 3–5 leveles fenofázisban a hibridek átlagos termésmennyiségének és a vizsgált kontroll növények leveleinek kovartalmának korrelációs koefficiense nem szignifikáns, de a regressziós egyenes gyenge emelkedést mutat (3. táblázat). Bár a műtrágyázott kukorica növények bSi-tartalma alacsonyabb, mint a kontroll növényeké, a műtrágyázott kukoricánövények közül a magasabb bSi-tartalmú növényhez magasabb termésmennyiség tartozik, és a regressziós egyenes meredeksége nagyobb, mint a kontroll esetén.

A 11–13 leveles fenofázisban vizsgált kukorica levelek bSi-tartalma és a termésmennyiség korrelációs koefficiense nem szignifikáns, de a műtrágyázott növények fenti értékeinek regressziós egyenese erős emelkedést mutat (3. táblázat).

A fiatal csöves fenofázisban vizsgált kontroll kukoricánövények csöveinek bSi-tartalma és termésátlag sem mutat korrelációt, azonban a műtrágyázott növényeknél a regressziós koefficiens negatívabb, mint a kontrollnál (3. táblázat). Azokhoz a hibridekhez tartozik nagyobb termésátlag, amelyek csövei kevesebb Si-ot akkumulálnak.

A fiatal csöves fenofázisban vizsgált kontroll kukoricánövények burokleveleinek bSi-tartalma és a termésátlag sem mutat korrelációt, azonban a kontroll növényeknél a regressziós egyenes meredekebben emelkedik, mint a műtrágyázott növényeknél (3. táblázat). Azokhoz a hibridekhez tartozik nagyobb termésátlag, amelyek buroklevelei több Si-ot akkumulálnak.

A vetőmag bSi-tartalma és a termésátlag sem mutat korrelációt, azonban mind a kontroll, mind a műtrágyázott növényeknél a regressziós egyenes meredeken emelkedik (2. ábra). Azokhoz a hibridekhez tartozik nagyobb termésátlag, amelyek szemtermése több Si-ot akkumulál egységnyi szárazanyagra vonatkoztatva.

Együtt elemezve a különböző fenofázisban képződő levelek kontroll és műtrágyázott mintáinak bSi-tartalmát, az a termésmennyiséggel összevetve pozitív összefüggést mutat, de statisztikailag nem igazolható korreláció (3. ábra). A műtrágyázott növények regressziós egyenese meredekebb, nagyobb bSi-tartalmú hibridhez nagyobb termésátlag tartozik. Az elemzés tanúsága szerint az enyhe pozitív korreláció a vegetatív szervek esetén kimutatható.

3. táblázat. Kukoricamönénnyek szermenkénti bSi-tartalmának és terméshállagának regressziós egyenletei

	Regressziós egyenes (1)	Determinációs együttható (2)
3-5 leveles fenofázis (levelek/kontroll) (3)	$y = 328,86x + 9191,15$	$r^2 = 0,0160$
3-5 leveles fenofázis (levelek/trágyázott) (4)	$y = 658,82x + 10909,93$	$r^2 = 0,1700$
11-13 leveles fenofázis (levelek/kontroll) (5)	$y = 10,3188x + 11705,22$	$r^2 = 0,0001$
11-13 leveles fenofázis (levelek/trágyázott) (6)	$y = 370,59x + 13043,93$	$r^2 = 0,0700$
Fiatl cső fenofázis (cső/kontroll) (7)	$y = 23,91x + 11788,00$	$r^2 = 0,0045$
Fiatl cső fenofázis (cső/trágyázott) (8)	$y = 236,71x + 17303,36$	$r^2 = 0,0418$
Fiatl cső fenofázis (buroklevél/kontroll) (9)	$y = 161,94x + 10046,64$	$r^2 = 0,0630$
Fiatl cső fenofázis (buroklevél/trágyázott) (10)	$y = 7,28x + 15621,98$	$r^2 = 0,0002$

Table 3. Regression equation of bSi content in maize organs and crop yield. (1) Regression equation, (2) Determination coefficient, (3) 3-5 leaves phenophase (leaves/control), (4) 3-5 leaves phenophase (leaves/fertilised), (5) 11-13 leaves phenophase (leaves/control), (6) 11-13 leaves phenophase (leaves/fertilised), (7) Young cobs phenophase (cob/control), (8) Young cobs phenophase (cob/fertilised), (9) Young cobs phenophase (spathe/control), (10) Young cobs phenophase (spathe/fertilised)

2. ábra. A vetőmag bSi-tartalmának, valamint a kontroll és műtrágyázott kukoricánövények termésátlagainak regressziós egyenesei (n=10)

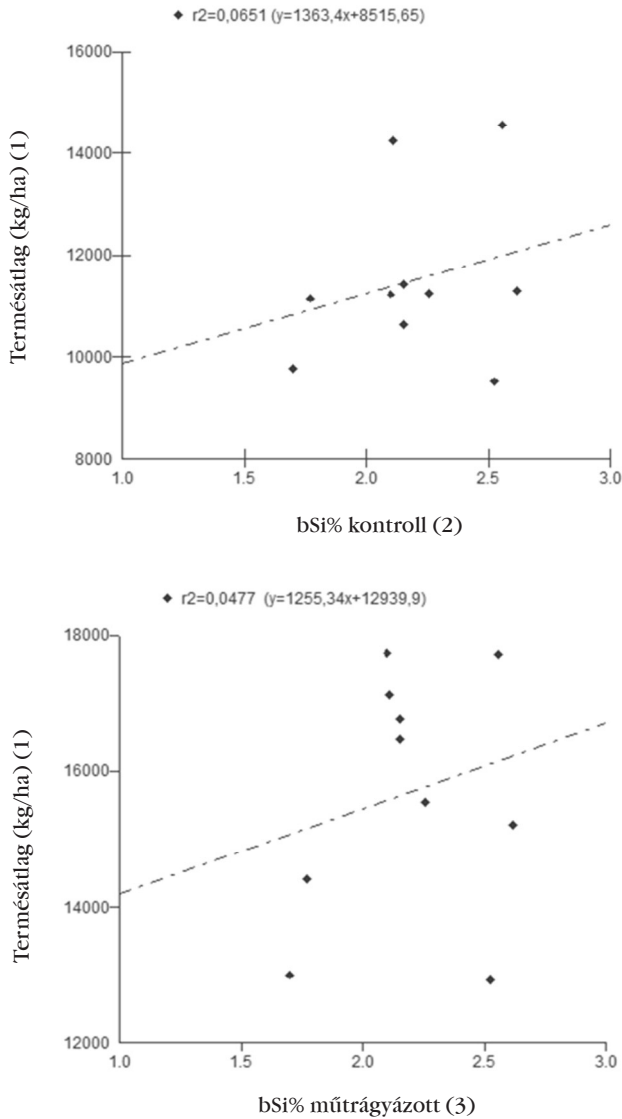


Figure 2. Regression lines of grains/kernels of control and fertilised maize samples and crop yield (n=10). (1) Average crop yield (kg ha^{-1}), (2) Control, (3) Fertilised

3. ábra. A kontroll és műtrágyázott kukoricalevelek bSi-tartalmának és termésátlagainak regressziós egyenesei

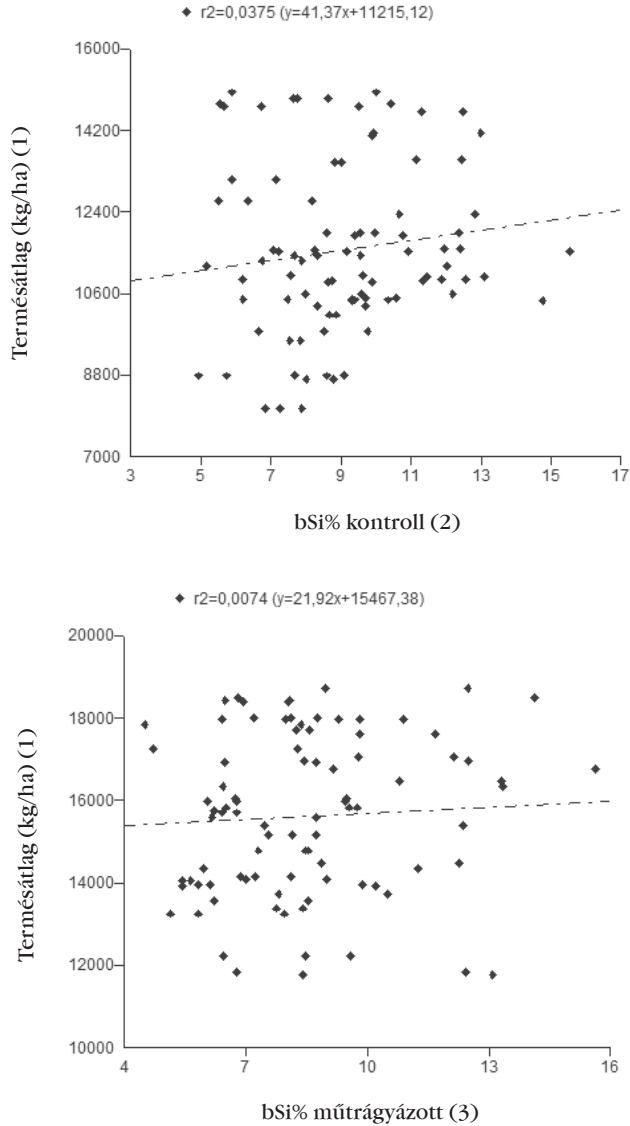


Figure 3. Regression lines of leaves of control and fertilised maize samples and crop yield. (1) Average crop yield (kg ha⁻¹), (2) Control, (3) Fertilised

A szemtermések esetén a vizsgált hibridek között a P9494 hibridnek a legnagyobb a bSi-tartalma (2,61%), amely mindössze 0,42%-kal több, mint a hibridek átlagos értéke (4. táblázat). A kontroll növények esetén az első vizsgált fenofázisban – a 3–5 leveles állapotban – a DKC 4490 hibrid legfelső levelei mutatják a legnagyobb bSi-tartalmat, amely 8,52%. Ez 1,7%-kal több mint a hibridek átlagos értéke ebben a fenofázisban. A második vizsgált fenofázisban – a 11–13 leveles állapotban – a PR37M81 hibrid legfelső levelének bSi-tartalma a legmagasabb (9,94%), ami az átlaghoz képest 1,05%-kal magasabb. Ugyanennél a hibridnél a legmagasabb a fiatal cső bSi-tartalma (10,15%), ami az átlaghoz képest 2,54%-kal magasabb. A buroklevelek bSi-tartalma 12,95%-kal a SY AFINITY hibrid esetén a legmagasabb, 2,78%-kal magasabb, mint az átlag. Ez a hibrid mutatja a legnagyobb termésátlagot is 14 550 kg/ha-os értékkel, ami 3043 kg/ha-ral több mint az átlag. A szemterméseket tekintve a SY AFINITY hibrid termésének kovartartalma a második legnagyobb 2,55%-os értékkel (4. táblázat).

A műtrágyázott kezelésekben, az első vizsgált fenofázisban a P9175 hibrid legfelső levelének kovartartalma a legmagasabb (8,76%), ami 1,9%-kal több, mint az átlagos (4. táblázat). A második fenofázisban ugyanezen hibrid felső levelének legnagyobb a bSi-tartalma (8,60%), ami 0,91%-kal több, mint az átlagos érték. A kezelt beállításban a NK LUCIUS hibrid csöveiben a legnagyobb bSi-tartalom 8,12%, ami 0,81%-kal nagyobb, mint az átlag. 16,32%-kal a SY AFINITY burokleveleinek bSi-tartalma a legmagasabb a kezelt beállításban is, ami 5,97%-kal nagyobb, mint az átlag. A termésátlag legnagyobb értéke a P9175 hibridhez tartozik, amely 17 736 kg/ha, ami 2042 kg/ha-ral több mint az átlagos érték. A legnagyobb termésátlagú hibrid mutatta a legnagyobb bSi-tartalmat az első és második fenofázisban a vizsgált felső levelekben. A SY AFINITY termésátlaga a második legnagyobb (17 718 kg/ha), és ehhez a hibridhez tartozik a mások legnagyobb kovartalom-érték is a csövekben.

Értékelés

A bSi-ot leginkább akkumuláló szervnek a buroklevél bizonyult, mint a fenológiai legkésőbb kialakuló levél. A generatív szervekhez kapcsolódó szövetek magasabb Si-tartalmát és ennek fiziológiai szerepét korábban *Tubb* (1993) is leírta.

4. táblázat. Az egyes kukorica hibridek FAO számai, a vizsgált szervek átlagos bSi % értékei, és a termésátlagok kontroll (k) és műtrágyázott (t) növények esetén

Hibrid (1)	FAO	bSi %												Termésátlag (kg/ha) (7)	
		3-5 leveles fenofázis/levél (2)			11-13 leveles fenofázis/levél (3)			Fiatalsző fenofázis/cső (4)			Fiatalsző fenofázis/ buroklevél (5)				Szem (vető- mag) (6)
		k	t	k	t	k	t	k	t	k	t	k	t		
P9578	320	5,51	8,15	9,26	8,205	7,36	7,60	7,60	9,90	10,62	2,15	11428	16475		
DKC 4014	320	4,94	5,15	7,80	7,342	7,04	7,55	7,55	10,15	8,64	1,70	9774	13011		
NKLUCIUS	330	6,21	8,46	8,88	7,909	7,43	8,13	8,13	8,87	9,19	2,25	11237	15553		
P9175	330	7,66	8,77	9,08	8,602	7,61	6,52	6,52	9,44	9,57	2,10	11226	17736		
DKC 4025	320	6,85	6,44	8,55	7,526	7,21	6,64	6,64	9,39	9,70	2,52	9530	12943		
PR37M81	360	7,98	6,50	9,94	8,334	10,15	7,53	7,53	10,64	8,97	2,15	10630	16754		
DKC 4490	370	8,52	5,81	9,17	6,328	7,518	7,34	7,34	8,90	8,87	1,76	11148	14414		
P37N01	380	7,65	6,06	8,66	7,732	7,53	6,37	6,37	9,76	10,70	2,10	14250	17127		
P9494	390	6,18	6,88	9,45	7,126	7,59	7,46	7,46	11,65	10,93	2,61	11293	15206		
SY AFINITY	470	6,71	6,42	8,09	7,870	6,97	8,03	8,03	12,95	16,32	2,55	14550	17718		
Maximum érték (8)		8,52	8,77	9,95	8,60	10,16	8,13	8,13	12,95	16,32	2,62	14550	17736		
Átlag (9)		6,83	6,86	8,89	7,70	7,65	7,32	7,32	10,17	10,35	2,19	11507	15694		

Table 4. FAO numbers, average bSi content (%), crop yields of control (k) and fertilised (t) maize samples. (1) Hybrid, (2) 3-5 leaves phenophase/leaves, (3) 11-13 leaves phenophase/leaves, (4) Young cobs phenophase/cob, (5) Young cobs phenophase/spathe, (6) Grain (kernel), (7) Crop yield (kg ha⁻¹), (8) Maximum value, (9) Average

Mivel a generatív hajtás védelme során a hidratált SiO_2 nyújtotta előnyökre fokozottan szükség van, emiatt a virágzati fellevelekben, így a virágzatban és a buroklevelekben történő kova-felhalmozás jelentős és előnyös stratégiaként genetikailag rögzült a pázsitfüveknél (*Tubb* 1993).

A vizsgált fenofázisok és növényi részek bSi-tartalom mintázata alapján a kukorica egyedfejlődése során egyre több Si-ot akkumulál a leveleiben, amely összefüggést kétszikűekben *Morikawa* és *Saigusa* (2004) bizonyította, de gabonanövényekben eddig ilyen részletességgel nem vizsgálták. *Hodson et al.* (2005) számos forrást áttekintve azt találta, hogy a kukorica hajtásának átlagos relatív szilíciumtartalma 0,827%. Ez az érték kisebb, mint a mi eredményeink, amely szerint a 3–5 leveles kukoricánövény legfelső levelének bSi-tartalma is 3% felett van. Ez a különbség azzal magyarázható, hogy míg a *Hodson et al.* (2005) eredménye a Si-ot kevésbé akkumuláló szár adatait is tartalmazza, mi a szilíciumot intenzíven akkumuláló leveleket vizsgáltuk, amelyhez fajlagosan nagyobb felületen több epidermisz-kovasejt tartozik. A buroklevelek bSi-tartalma 10% feletti, amely *Hodson et al.* (2005) alapján magas értéket jelent. A kukorica intenzív Si-halmozása kapcsán megkérdőjeleződik, hogy a talajoldat kavasvartartalma elégséges-e a gabonakultúráknak, és nem szorul-e visszapótlásra (*Rajendiran et al.* 2012, *Júnior et al.* 2013).

A vizsgált kezelés, a műtrágyázás ezt az időbeli és térbeli Si-eloszlást nem befolyásolta, de a Si-akkumulációra némiképp gátlóan hatott, mert a műtrágyázással kezelt növények bSi-tartalma kisebb. Ennek oka lehet a talaj pH-változása a műtrágyázás hatására. Általános, hogy bizonyos műtrágyadózis alkalmazása felett a talaj pH-ja csökken, ami nem kedvez a semleges–enyhén lúgos talajoldatból történő Si-felvételnek (*Prychid et al.* 2004). A műtrágyázott növények bSi-tartalma és a termésátlagok között azonban erősebb kapcsolat van, ami azt jelenti, hogy a nehezített felvétel ellenére történő Si-felvétel pozitívan befolyásolja a termésátlagokat.

Bár a kukorica hibridek között nem mutatható ki szignifikáns eltérés a Si-akkumuláció tekintetében, az egyes hibridekre azonban jellemző, milyen erős hajlamot mutatnak a szilícium akkumulálására. A Si-akkumulációval kapcsolatban levő – valószínűleg több – locus közül kukoricában azonosították a *glume architecture1 (tga1)* locust, amely a kova sejtfalba épüléséért felelős (*Dorweiler* és *Doebley* 1997). Ezen kívül még számos gén játszhat szerepet, amelyek allél-változatainak öröklődése alakítja ki a hibridre jellemző Si-akkumulációs hajlamot (*Richmond* és *Sussman* 2003). Megfigyelhető, hogy abban

az esetben, ha egy hibrid valamely szerve magasabb bSi-tartalmat mutat, akkor a többi szervben is magasabbat találunk, és a ha Si-akkumulálás hajlama kontroll környezetben erős, akkor ez az erős Si-akkumulálási hajlam a műtrágyázás hatása alatt is jelentkezik. Hasonló, genetikailag meghatározott különbségeket talált a kova akkumulálásában *Parr és Sullivan (2011)* búzafajták esetén. Szembetűnő, hogy a SY AFINITY hibrid buroklevelének bSi-tartalma kontroll esetben igen magas, a legmagasabb a vizsgált hibrdek között, amelyhez kimagasló terméseredmények társulnak kontroll körülmények között. Műtrágyázott körülmények között is a SY AFINITY hibrid buroklevelének bSi-tartalma a legmagasabb, amihez a műtrágyázott körülmények között a második legmagasabb termésátlag tartozik. A kezelt esetben a P9175 hibridé a legmagasabb termésátlag, nem sokkal nagyobb értékkel, mint a SY AFINITY hibrid termésátlaga. Az említett P9175 hibrid leveleiben találtuk a legmagasabb bSi-tartalmat a 3-5 és a 11-13 leveles fenofázisban is. A vizsgált hibrdeknel tehát a legnagyobb termésátlag és a levelek magas bSi-tartalma összefüggést mutat.

A 11-13 leveles kontroll kukoricánövények felső leveléhez tartozó biogén szilícium tartalom tág határok között változik, 5,15-12,57% között mozog. Eredményünk összhangban van *Parry et al. (1984)* munkájával, amely hangsúlyozza, hogy a szilícium akkumuláció genetikailag kontrollált folyamat. *Dorweiler és Doebley (1997)* a kukorica esetén, és *Lisztes-Szabó et al. (2014)* réti perje (*Poa pratensis* L.) esetén egyedi varianciát is kimutat.

Következtetések

A vizsgált fenofázisok és növényi részek bSi-tartalom alakulása alapján megállapítható, hogy a kukorica egyedfejlődése során egyre több Si-ot akkumulál a legfelső leveleiben. Ez az összefüggés nem arra mutat rá, hogy az idősödő szervek, szövetek sejtfalaikban és sejtlumenjeikben egyre több hidratált szilícium-dioxidot akkumulálnak (amely egyébként helytálló megállapítás), hanem arra, hogy a később fejlődő hajtásvégi levelek bSi-akkumulációja intenzívebb, mint a fiatalabb növény hajtásvégi leveléé. Ez a különbség 2-4%-os. A torzsavirágzat tengelye kevésbé akkumulál Si-ot, sőt, az eredmények alapján feltételezhetjük, hogy aktívan akadályozott a kovahalmazása ellentétben a többi vizsgált szervvel. Ez a jelenség takarmányozási szempontból kedvező, mert az abiotikus és a biotikus stressztűrésben fontos Si-felvétel így jelentősen nem rontja a takarmány minőségét az emészthetetlen szilícium akkumulációja révén.

A bSi-ot leginkább akkumuláló szerv a buroklevél, ami következik fenti megállapításunkból, miszerint a később fejlődő levelek szilícium akkumulációja intenzívebb. A biogén Si-tartalom a virágzatot védő fellevelekben növelheti a generatív hajtás ellenállóságát a biotikus és abiotikus stresszhatásokkal szemben.

A vizsgálatunkat magas NPK-műtrágya beállítás mellett végeztük, amely a Si-akkumulációra némiképp gátlóan hatott, ez a talajoldat pH-jának Si-felvétel szempontjából is kedvezőtlen eltolódásával magyarázható. A túlzott műtrágya-felhasználás tehát azért is kerülendő, mert a csökkentett növényi Si-akkumuláció kedvezőtlen hatással lehet a szárszilárdságra, az aszály-, és biotikus stressztűrésre.

Az a hibrid, amelynek legfelső levele magasabb bSi-tartalmat mutat, nagyobb termésátlaggal jellemezhető, így eredményeink arra utalnak, hogy a kukoricánövények alkalmazkodó képessége a szárazanyagra vonatkoztatott hidratált SiO₂ mennyiség alapján becsülhető, és erre a vetőmag bSi-tartalmán túl alkalmas a vizsgált szervek közül az adott fenofázisban levő növény legfiatalabb kiterült levele, vagy a buroklevél is. Mindezek alapján a növényi Si-forgalom további kutatásra érdemes.

Irodalom

- Agarie, S.-Agata, W.-Uchida, H.-Kubota, F.-Kaufman, P.*: 1996. Function of silica bodies in the epidermal system of rice (*Oryza sativa* L.): Testing the window hypothesis. *Journal of Experimental Botany*. 47. 1: 655-660.
- Albert, R. M.-Weiner, S.*: 2001. Study of opal phytoliths in prehistoric ash layers using a quantitative approach. [In: Meunier, J.-Coline, F. (ed.) *Phytoliths: Applications in Earth Sciences and Human History*.] Balkema Publishers. Lisse. 251-266.
- Antal J.*: 1999. A szántóföldi növények trágyázása. [In: Füleky Gy. (szerk.) *Tápanyag-gazdálkodás*.] Mezőgazda Kiadó. Budapest. 295-366.
- Blackman, E.-Parry, D. W.*: 1968. Opaline silica bodies in the range grasses of southern Alberta. *Canadian Journal of Botany*. 49. 1: 769-781.
- Chang, T. T.-Konzak, C. F.-Zadoks, J. C.*: 1974. A Decimal Code for the Growth Stages of Cereals. *Weed Research*. 14: 415-421.
- Chen, C.-Lewin, J. C.*: 1969. Silicon as a nutrient element for *Equisetum arvense*. *Canadian Journal of Botany* 47: 125-131.

- Desplanques, V.–Cary, L.–Mouret, J. C.–Trolard, F.–Bourrie, G.–Grauby, O.–Meunier, J. D.*: 2006. Silicon transfers in a rice field in Camargue (France). *Journal of Geochemical Exploration*. 88. 1: 190–193.
- Dorweiler, J. E.–Doebley, J.*: 1997. Developmental analysis of teosinte glume architecture 1: A key locus in the evolution of maize (*Poaceae*). *American Journal of Botany*. 84. 1: 1313–1322.
- El-Ramady, H.–Abdalla, N.–Alshaal, T.–Domokos-Szabolcsy, É.–Elhawat, N.–Prokisch, J.–Sztrik, A.–Fári, M.–El-Marsafawy, S.–Shams, M. S.*: 2015. Selenium in soils under climate change, implication for human health. *Environmental Chemistry Letters*. 13: 1–19.
- Epstein, E.*: 1999. Silicon. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. 50. 1: 641–64.
- Hodson, M. J.–White P. J.–Mead, A.–Broadley, M. R.*: 2005. Phylogenetic Variation in the Silicon Composition of Plants. *Annals of Botany*. 96. 1: 1027–1046.
- Iller, R. K.*: 1979. The chemistry of silica. Solubility, polymerization, colloid and surface properties, and biochemistry. John Willey and Sons Publisher. Brisbane.
- Jones, L. H. P.–Handreck, K. A.*: 1965. Studies of silica in the oat plant. III: Uptake of silica from soils by the plant. *Plant and Soil*. 23. 1: 79–96.
- Júnior, E. E. D.–Chaves, L. H. G.–Melo da Costa, F. A.–Gheyi, H. R.*: 2013. Silicate fertilizer and irrigation depth in corn production. *Revista Ceres*. 60. 4: 563–568.
- Lancashire, P. D.–Bleiholder, H. Van Den Boom, T.–Langelüddeke, P.–Stauss, R.–Weber, E.–Witzenberger, A.*: 1991. A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Annals of Applied Biology*. 119: 561–601.
- Large, E. C.*: 1954. Growth Stages in Cereals, Illustration of the Feekes Scale. *Plant Pathology*. 3: 128–129.
- Liszes-Szabó Zs.–Kovács Sz.–Barna Cs.–Pető Á.*: 2014. Pázsitfű mellékhatások fitolit-készletének egyedi varianciája a *Poa pratensis* L. (*Poaceae*) példáján. *Botanikai Közlemények*. 100. 1: 155–177.
- Ma, J. F.–Yamaji, N.*: 2006. Silicon uptake and accumulation in higher plants. *Trends in Plant Science*. 11. 1: 392–397.
- Madella, M.–Jones, M. K.–Echlin, P.–Powers-Jones, A.–Moored, M.*: 2009. Plant water availability and analytical microscopy of phytoliths: Implications for ancient irrigation in arid zones. *Quaternary International*. 193. 1: 32–40.
- Marschner, H.*: 1997. Mineral Nutrition of Higher Plants. Chapter 10. Beneficial Mineral Elements. Silicon. Academic Press. 417–426.
- Menyhért, Z. (szerk.)*: 1985. A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Mercader, J.–Astudillo, F.–Barkworth, M.–Bennett, T.–Esselmont, C.–Kinyanjui, R.–Grossman, D. L.–Simpson, S.–Walde, D.*: 2010. *Poaceae* phytoliths from Niassa Rift, Mozambique. *Journal of Archaeological Science*. 37. 1: 1953–1967.

- Mercader, J.–Bennett, T.–Esselmont, C.–Simpson, S.–Walde, D.*: 2009. Phytoliths in woody plants from the Miombo woodlands of Mozambique. *Annals of Botany*. 104. 1: 91–113.
- Morikawa, C. K.–Saigusa, M.*: 2004. Mineral composition and accumulation of silicon in tissues of blueberry (*Vaccinium corymbosus* cv. Bluecrop) cuttings. *Plant and Soil*. 258. 1: 1–8.
- Nagy J.*: 2000. A talajművelés és a műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére aszályos és kedvező évjáratokban. [In: Nagy J.–Pepó P. (szerk.) *Növény- és talajtudomány a mezőgazdaságban.*] Debreceni Egyetem ATC. Debrecen. 97–110.
- Parr, J. F.–Sullivan, A. L.*: 2011. Phytolith occluded carbon and silica variability in wheat cultivars. *Plant Soil*. 342: 165–171.
- Parry, D. W.–Hodson, M. J.–Sangster, A. G.*: 1984. Some recent advances in studies of silicon in higher plants. *Philosophical Transaction of the Royal Society*. 304. 1: 537–549.
- Parry, D. W.–Winslow A.*: 1977. Electron-probe microanalysis of silicon accumulation in the leaves and tendrils of *Pisum sativum* (L.) following root severance. *Annals of Botany*. 41: 271–278.
- Peleg, Z.–Saranga, Y.–Fahima, T.–Aharoni, A.–Elbaum, R.*: 2010. Genetic control over silica deposition in wheat awns. *Physiologia Plantarum*. 140. 1: 10–20.
- Piperno, D. R.–Holst, I.–Wessel-Beaver, L.–Andres, T. C.*: 2002. Evidence for the control of phytolith formation in Cucurbita fruits by the hard rind (Hr) genetic locus: Archaeological and ecological implications. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 99. 16: 10923–10928.
- Prychid, C. J.–Rudall, P. J.–Gregory, M.*: 2004. Systematics and biology of silica bodies in Monocotyledons. *The Botanical Review*. 69. 4: 377–440.
- Rajendiran, S.–Coumar, M. V.–Kundu, S.–Dotaniya, M. L.–Rao, A. S.*: 2012. Role of phytolith occluded carbon of cropplants for enhancing soil carbon sequestration in agro-ecosystems. *Current Science*. 103. 8: 911–920.
- Raven, J. A.*: 1983. The transport and function of silicon in plants. *Biological Reviews*. 58. 1: 179–207.
- Richmond, K. E.–Sussman, M.*: 2003. Got silicon? The non-essential beneficial plant nutrient. *Current Opinion in Plant Biology*. 6: 268–272.
- Sangster, A. G.–Parry, D. W.*: 1971. Silica deposition in the grass leaf in relation to transpiration and the effect of Dinitrophenol. *Annals of Botany*. 35. 1: 667–677.
- Simpson, T. L.–Volcani, B.*: 1981. *Silicon and Siliceous Structures in Biological Systems*. Springer. New York.
- Snyder, G. H.–Matichenkov, V. V.–Datnoffet, L. E.*: 2007. Silicon. [In: Barker, A. V.–Pilbeam, D. J. *Handbook of Plant Nutrition*. Chapter 19.] CRC Press. 551–568.
- Szabó S. A.–Győri D.–Regiusné M. A.*: 1993. Mikroelemek a mezőgazdaságban II. Stimulatív hatású mikroelemek. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Tubb, H. J.–Hodson, M. J.–Hodson, G. C.*: 1993. The inflorescence papillae of the *Triticeae*: a new tool for taxonomic and archaeological research. *Annals of Botany*. 72. 1: 537–545.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

*Dr. Lisztes-Szabó Zsuzsa – Dr. Csajbók József – Dr. Pepó Péter – Kovács Szilvia
Debreceni Egyetem MÉK
Növénytudományi Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032
szabozs@agr.unideb.hu

Balláné dr. Kovács Andrea
Debreceni Egyetem MÉK
Agrokémiai és Talajtani Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032

Dr. Pető Ákos
Szent István Egyetem MKK
Természetvédelmi és Tájgazdálkodási Intézet
Gödöllő
Páter Károly u. 1.
H-2103

Az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) elterjedésének felmérése gabonatarlón

¹SÁRINGER-KENYERES DÓRA - ²BUSZNYÁK JÁNOS - ¹KAMUTI MARIANN -
¹LEHOCZKY ÉVA

¹Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Kutatóközpont,
Talajtani és Agrokémiai Intézet, Budapest
²Pannon Egyetem Georgikon Kar,
Gazdaságmódszertani Tanszék, Keszthely

Összefoglalás

Az *A. artemisiifolia* jelentős egyedszámban fordult elő a kísérleti területen 2009-ben. Az egyedsűrűsége 4–44 db/m², a friss biomassa tömege 30,0–271,2 g/m², száraz tömege 5,6–56,9 g/m² között változott. A faj egyedsűrűsége és száraz biomassa tömege között szignifikáns korrelációt igazoltunk ($y = -0,0551x^2 + 2,6403x - 5,0876$; $r = 0,74$; $p < 0,01$; $n = 30$). Megállapítottuk, hogy a parlagfű 24 db/m² egyedsűrűségénél érte el a maximális tömegét, ezt követően az egyedsűrűség növekedésével csökkent a területegységre vonatkoztatott biomassa tömeg, ami összefügghet az intraspecifikus kompetícióval. Az AL-K₂O-tartalom 118,7–445,5 mg/kg, míg az AL-P₂O₅-tartalom 135,0–1933,6 mg/kg közötti értéket mutatott. 2014-ben a korábbihoz hasonló korrelációt találtunk az *A. artemisiifolia* egyedsűrűsége és a friss tömege között ($y = 0,2306x + 0,4191$; $r = 0,75$; $p < 0,01$; $n = 30$). Az átlagos egyedsűrűség 12,7 db/m² (0–41 db/m²) volt. A friss biomassa értéke 1–79 g/m², a száraz biomassa tömege 0,05–8,75 g/m² között változott. A talaj AL-K₂O-tartalma igen változatos: 107–242 mg/kg, az AL-P₂O₅-tartalom is hasonló változatosságot mutatott: 143–1544 mg/kg. A mintavételi pontok humusztartalma alapján a N-ellátottság 67%-ban közepesnek és 33%-ban gyengének mondható (MÉM NAK 1979). A vizsgálati eredmények alapján a foszforellátottsága igen jónak, a káliumellátottsága közepesnek bizonyult. A 2014 csapadékosabb év volt (877 mm) 270 mm-rel több csapadék hullott, mint 2009-ben (608 mm).

A talaj és a növények tápanyagtartalma között nem volt kimutatható összefüggés 2009-ben, illetve 2014-ben sem. A parlagfű elterjedésének, biomasszájának és víztartalmának vizsgálata hasznos adatokat szolgáltat a parlagfű elleni precíziós védekezési stratégia alapjainak kidolgozásához.

Kulcsszavak: *Ambrosia artemisiifolia* L., GNSS-GIS módszer, őszi árpa

Study on the spread of ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) on cereal stubble

¹D. SÁRINGER-KENYERES – ²J. BUSZNYÁK – ¹M. KAMUTI – ¹É. LEHOCZKY

¹Hungarian Academy of Sciences Centre for Agricultural Research,
Institute for Soil Sciences and Agricultural Chemistry, Budapest

²University of Pannonia Georgikon Faculty,
Department of Economic Methodology, Keszthely

Summary

The density of *A. artemisiifolia* varied in the experimental field in 2009. The number of plants was between 4–44 m². The fresh biomass weight of *A. artemisiifolia* varied between 30.0–271.2 g m² within the area, the dry biomass weight of ragweed was between 5.6–56.9 g m². In the present experiment, a correlation was found between the density and the dry weight of *A. artemisiifolia* ($y = -0.0551x^2 + 2.6403x - 5.0876$; $r = 0.7426$; $n = 22$; $p < 0.01$; $n = 30$). Based on this correlation, it can be stated that the biomass production of ragweed was growing parallel with the plant number of young ragweed. Its maximum was at the value of 24. Following that point, biomass production did not grow any further, but started to fall. This phenomenon showed that within the ragweed population strong intraspecific competition might have appeared under the conditions of our experiment. The AL-K₂O content of soil varied between 118.7–445.50 mg kg⁻¹, and the AL-P₂O₅ content was also in the range of 135.0–1933.6 mg kg⁻¹ in the sample area. Like in 2009, there was a correlation between the density and fresh weight of *A. artemisiifolia* in 2014 ($y = 0.2306x + 0.4191$; $r = 0.7475$; $p < 0.01$; $n = 30$). The average density was 12.7 pieces m² (0–41 pieces m²), fresh biomass weight varied between 1–79 g m², dry biomass weight varied between 0.05–8.75 g m². The AL-K₂O content

of soil varied between 107–242 mg kg⁻¹, and the AL-P₂O₅ content was in the range of 143–1544 mg kg⁻¹. On the basis of organic matter content of the soil the nitrogen supply was medium on 67% and low on 33% of the sample points (MÉM NAK 1979). According to our results the phosphorus supply was high and the potassium supply was medium level. The year of 2014 was wetter (877 mm) as there was 270 mm more precipitation compared to 2009 (609 mm).

There was no mathematically proved relationship between the soil properties and density or biomass of ragweed neither in 2009 nor in 2014. Our results on the biomass, density and green water of ragweed provide useful data for the management of ragweed on arable lands.

Key words: *Ambrosia artemisiifolia* L., GNSS-GIS methods, winter barley

Измерение распространения амброзии полыннолистной (*Ambrosia artemisiifolia* L.) в зерновом жнивье

¹Д. ШАРИНГЕР-КЕНЬБЕРЕШ – ²Я. БУСНЬЯК – ¹М. КАМУТИ – ¹Э. ЛЕХОЦКИ

¹Венгерская Академия Наук, Исследовательский Центр Аграрных Наук, Институт Почвоведения и Агрохимии, Будапешт

²Университет Паннония, Факультет Георгикон, Факультет Методики Экономики, Кестхей

Резюме

A. artemisiifolia в значительном количестве индивидуумов встретила на опытной площади в 2009 году. Густота индивидуумов изменялась в пределах 4–44 шт/м², масса свежей биомассы 30,0–271,2 г/м², её сухая масса была в рамках 5,6–56,9 г/м². Подтвердили значительную корреляция между густотой индивидуумов вида и массой его сухой биомассы ($y = -0,0551x^2 + 2,6403x - 5,0876$; $r = 0,74$; $p < 0,01$; $n = 30$). Установили, что амброзия достигла максимальной массы при густоте индивидуумов 24 шт/м², после этого с увеличением густоты индивидуумов уменьшилась приходящаяся на единицу площади массы биомассы, что может быть связано с внутривидовой конкуренцией. Содержание AL-K₂O показало величины в рамках 118,7–445,5 mg/kg, а AL-P₂O₅ показало величины в пределах 135,0–1933,6 mg/kg. В 2014 году обнаружи-

ли похожую на предыдущие корреляцию между плотностью индивидуумов *A. artemisiifolia* и её свежей массой ($y=0,2306x+0,4191$; $r=0,75$; $p<0,01$; $n=30$). Средняя плотность индивидуумов была $12,7 \text{ шт/м}^2$ ($0-41 \text{ шт/м}^2$). Величины свежей биомассы изменялись в пределах $1-79 \text{ г/м}^2$, а масса сухой биомассы изменялась в пределах $0,05-8,75 \text{ г/м}^2$. Содержание почвой AL-K₂O было разнообразным: $107-242 \text{ mg/kg}$, содержание AL-P₂O₅ также показало схожую изменчивость: $143-1544 \text{ mg/kg}$. На основании содержания гумуса места взятия образцов обеспеченность N в 67%-ах можно назвать средней и слабой в 33%-ах (MÉM NAK 1979). На основании результатов исследования обеспеченность фосфором оказалась хорошей, а обеспеченность калием - средней. В 2014 году выпало больше осадков (877 mm), на 270 mm больше, чем в 2009 году (608 mm).

Между содержанием питательного вещества почвы и растений не было заметной связи в 2009 году, также и в 2014 году. Исследование распространения амброзии, её биомассы и её содержания влаги даёт полезные данные для выработки основ прецизионной защитной стратегии против амброзии.

Ключевые слова: *Ambrosia artemisiifolia* L., система GNSS-GIS, озимый ячмень

Bevezetés

Hazánkban a parlagfű elsősorban szántóföldi kultúrákban károsít (Béres et al. 2006, 2009). Az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) az öt Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés adatai alapján (1974–2008) a gyomok fontossági sorrendjében hazánkban mára az első helyet foglalja el. Ujvárosi (1973) szerint nyár végére rendszerint mindenféle vetés tele van vele. Tóth et al. (2001) szerint búzában és kukoricában összesítve 1950-ben – az Első Országos Gyomfelvételezés idején – a 21. helyet foglalta el. Az Ötödik Országos Gyomfelvételezés adatai alapján a parlagfű továbbra is a szántóföldjeink legfontosabb gyomnövénye (Novák et al. 2011). Széles ökológiai amplitúdóval rendelkezik, kompetitív képessége jelentős (Lehoczký 2004). Az ürömlevelű parlagfű a nagyon magas (7,33) veszélyességi indexével a hazai gyomflóra özönnövényei közé sorolható (Czímber 2007). Hazánkban nincsenek olyan természetes ellenségei, amelyek jelentős biológiai értékcsökkenését okoznák. Varga (2002) nyomán a kukoricában 1 db/м^2 parlagfű előfordulásakor a várható termés-csökkenés $0,235 \text{ t/ha}$.

A jelenleg rendelkezésre álló széleskörű ismereteink ellenére a faj biológiai sajátosságainak kutatásában még mindig számos feltáratlan terület van. A parlagfű mind humán egészségügyi, környezetvédelmi és agrárgazdasági szempontból nagy jelentőségű gyomnövény.

Anyag és módszer

A kutatás 2009-ben kezdődött Keszthelyen, a Pannon Egyetem, Georgikon Kar Tan- és Kísérleti Üzemének négyhektáros őszi árpa tarlóján, a Mosóházi-Dűlőn végzett felvételezéssel és mintavételekkel (1. ábra).

1. ábra. A kísérleti terület



Figure 1. The experiment field

A két kísérleti évben az őszi árpa betakarítás közel azonos időpontokban történt (2009. 07. 08., 2014. 07. 03.). A terepi mintavételezések mindkét évben a betakarítás után 21 nappal történt. A kísérleti terület talajtípusa Ramann-féle barna erdőtalaj (*Eutric cambisol*). A táblán 30 mintavételi pontot jelöltünk ki, amelynek meghatározására nagypontosságú GNSS RTK méréseink voltak. Az alkalmazott GNSS-GIS módszer segítségével lehetőségünk nyílt a vizsgált paraméterek táblán belüli változatosságának, eloszlásának bemutatására és elemzésére. A kijelölt mintavételi helyeken talaj- és növénymintákat gyűjtöttünk.

A betakarítás után kelt parlagfű egyedeket vettük figyelembe, melyek még nem érték el a virágzást, nem érleltek magot. A növényi mintákat 1–1 m² területről gyűjtöttük be. Megszámoltuk a mintaterületeken előforduló parlagfű egyedeket, mértük a friss és száraz tömegüket. A talaj AL-foszfor, AL-kálium és humusz tartalmának vizsgálatát is elvégeztünk. A kísérleti adatok statisztikai elemzését Microsoft Excel programmal végeztük. Az adatokat később az Arc GIS 10.1. programba importáltuk és a mintavételi pontok GPS koordinátáit hozzárendelve 3D-ben ábráztuk.

Eredmények

A 2009 évi vizsgálatok eredményeit felhasználva, összehasonlítottuk a 2014 évi mintavételezés eredményeivel. *Lehoczky et al.* (2012) vizsgálatai alapján 2009-ben az átlag egyedsűrűség (2. ábra) 20,9 db/m² volt.

2. ábra. A parlagfű egyedsűrűsége a kísérleti területen (darab/m²) (2009)

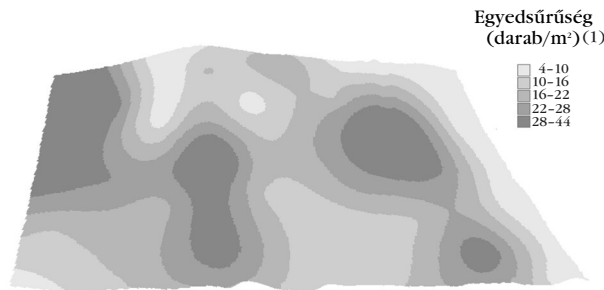


Figure 2. Density of *A. artemisiifolia* on the experimental field (pieces m⁻²) (2009). (1) Density (pieces m⁻²)

Szignifikáns összefüggés volt kimutatható az egyedsűrűsége és a biomassa tömege között, amely a következő függvénnyel írható le: $y = -0,0551x^2 + 2,6403x - 5,0876$; $r = 0,7426$; $p < 0,01$; $n = 30$. Ez alapján megállapítható, hogy a parlagfű 24 db/m² egyedsűrűségnél érte el a maximális tömegét, ezt követően pedig az egyedsűrűség növekedésével csökkent a területegységre vonatkoztatott biomassa-tömeg, ami összefügg az intraspecifikus kompetícióval (3. ábra). Az átlagos friss tömeg 115,6 g/m², az átlagos száraz tömeg (4. ábra) 22,2 g/m². Az *A. artemisiifolia* víztartalma a vizsgált időpontban 20,1–214,3 g/m² között változott, továbbá szoros pozitív lineáris korreláció volt kimutatható a növény

kálium- és víztartalma között ($y=9,549+0,1356x$; $r=0,9195$; $p<0,01$; $n=30$), amely a kálium vízháztartás-szabályozó szerepével magyarázható. A talaj humusztartalma 1,54–2,29% között volt (1. táblázat). A talaj AL-oldható kálium- és foszfortartalma széles határok között változott. Az AL- K_2O 118–445 mg/kg, míg az AL- P_2O_5 tartalom 135–1933 mg/kg közötti értéket mutatott. A talaj és a növények tápanyagtartalma között nem volt kimutatható összefüggés.

3. ábra. A parlagfű egyedszáma (db/m^2) és száraz tömege (g/m^2) közötti összefüggés (2009)

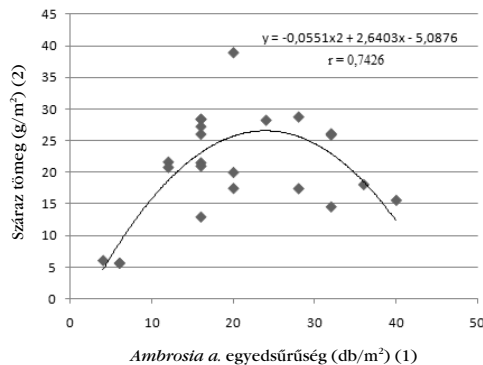


Figure 3. Correlation between dry biomass production ($g\ m^{-2}$) and plant density (number m^{-2}) of *A. artemisiifolia* (2009). (1) Plant density (number m^{-2}), (2) Dry biomass production ($g\ m^{-2}$)

4. ábra. A parlagfű száraz tömege a kísérleti területen (g/m^2) (2009)

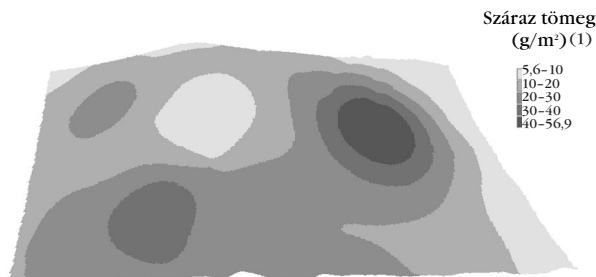


Figure 4. Dry biomass weight of *A. artemisiifolia* on the experimental field ($g\ m^{-2}$) (2009). (1) Dry biomass weight ($g\ m^{-2}$)

1. táblázat. A talaj humusz-, AL-P₂O₅- és AL-K₂O-tartalma
(Keszthely, 2009 és 2014)

	Humusztartalom (%) (1)		AL-K ₂ O (mg/kg)		AL-P ₂ O ₅ (mg/kg)	
	2009	2014	2009	2014	2009	2014
Minimum	1,54	1,24	118	107	135	143
Maximum	2,29	1,96	445	242	1933	1544
Átlag (n=30) (2)	1,81	1,59	223	148	438	490

Table 1. Soil properties of the experimental field (Keszthely, 2009 and 2014). (1) Organic matter content (%), (2) Mean (n=30)

2014-ben korreláció volt igazolható az *A. artemisiifolia* egyedsűrűsége és a friss tömege között ($y=0,2306x+0,4191$; $r=0,7475$; $p<0,01$; $n=30$). Az egyedsűrűség (5. ábra) 0–41 db/m² között változott.

5. ábra. A parlagfű egyedsűrűsége a kísérleti területen (darab/m²) (2014)

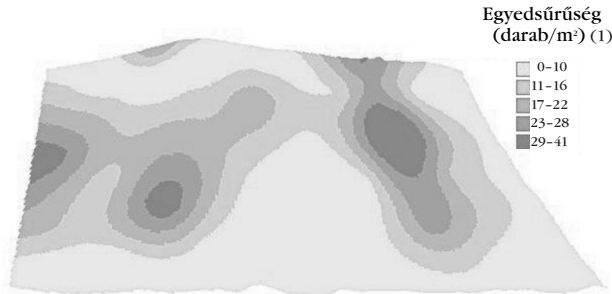


Figure 5. Density of *A. artemisiifolia* on the experimental field (pieces m⁻²) (2014). (1) Density (pieces m⁻²)

Az átlag egyedsűrűség 12,70 db/m² volt. A friss biomassa 1–79 g/m², a száraz biomassa tömeg (6. ábra) 0,05–8,75 g/m². A talaj AL-K₂O tartalma igen változatos képet mutatott: 107–242 mg/kg között változott. Az AL-P₂O₅-tartalom is hasonló változatoságot mutatott: 143–1544 mg/kg. A mintavételi pontok humusztartalma alapján a N-ellátottság 67%-ban közepesnek és 33%-ban gyengének mondható (MÉM NAK 1979). A vizsgálati eredmények alapján (1. táblázat) a talaj foszforellátottsága igen jónak, a káliumellátottsága közepesnek bizonyult. A 2014 csapadékosabb év volt (877 mm) 270 mm-rel több

csapadék hullott, mint 2009-ben (608 mm). Márciustól a betakarítás előtti hónap végéig, júniusig 2009-ben 209 mm, 2014-ben 210 mm volt, azaz 0,9 mm különbség adódott.

6. ábra. *A parlagfű száraz tömege a kísérleti területen (g/m²) (2014)*

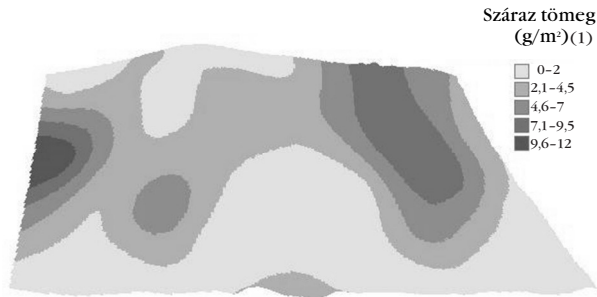


Figure 6. Dry biomass weight of *A. artemisiifolia* on the experimental field (g m⁻²) (2014). (1) Dry biomass weight (g m⁻²)

Következtetések

Megállapítható, hogy a parlagfű a kísérleti területen 2009-ben 24 db/m² egyedsűrűségnél érte el a maximális tömegét, ezt követően pedig az egyedsűrűség növekedésével csökkent a területegységre vonatkoztatott biomassza-tömeg, ami összefügg az intraspecifikus kompetícióval.

A 3D ábrázolás jól szemlélteti a két vizsgálati év közti különbségeket. Az egyedsűrűségben változás volt tapasztalható (0–41 db/m²) a 2009-hez képest (4–44 db/m²).

A talaj és a növények tápanyagtartalma között nem volt kimutatható összefüggés egyik kísérleti évben sem.

A parlagfű elterjedésének, biomasszájának és víztartalmának precíziós helymeghatározáson alapuló vizsgálata hasznos adatokat szolgáltat a parlagfű elleni precíziós védekezési stratégia alapjainak kidolgozásához.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetünket fejezzük ki az OTKA (K-105789) által nyújtott támogatásért.

Irodalom

- Béres I.–Kazinczi G.–Novák R.–Karamán J.: 2009. A parlagfűről II. Elterjedés és kártétel. <http://www.fvm.hu/main.php?folderID=1925>
- Béres I.–Novák R.–Hoffmanné Pathy Zs.–Kazinczi G.: 2006. Az ürömlevelű parlagfű elterjedése, morfológiája, biológiája, jelentősége és a védekezés lehetőségei. *Agrofórum Extra*. 16: 4–23.
- Czinmer Gy.: 2007. A leggyakoribb hazai gyomnövények veszélyességi indexe. *Acta Agronomica Óváriensis*. 49: 153–160.
- Kazinczi G.–Béres I.–Novák R.–Karamán J.: 2009a. Újra fókuszban az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.). *Növényvédelem*. 45: 389–403.
- Lehoczky, É.: 2004. Effect of nitrogen supply on the growth of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.). *Hungarian Weed Science and Technology*. 5. 1: 32–41.
- Lehoczky, É.–Busznyák, J.–Gólya, G.–Pálmai, O.: 2012. Green water – *Ambrosia artemisiifolia* L. on winter wheat stubble. *Növénytermelés*. 61. 3: 259–262.
- MÉM NAK: 1979. Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Kék könyv.
- Novák R.–Dancza I.–Szentey L.–Karamán J.: 2011. Az Ötödik Országos Gyomfelvételezés Magyarország szántóföldjein. PrimaPrint Kft. Budapest.
- Tóth, Á.–Benécsné B. G.–Béres, I.: 2001. The role of allelopathy in the spreading of *Ambrosia artemisiifolia* and *Cirsium arvense* in Hungary (In Hungarian). *Gyomnövények, gyomirtás*. 1: 21–29.
- Ujvárosi M.: 1973. *Gyomnövények*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 447–448.
- Varga P.: 2002. Herbicid- és tápanyagstressz hatása a gyomnövények és a kukorica produktivására. Doktori (PhD) értekezés. Veszprémi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar. Keszthely.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

*Sáringer-Kenyeres Dóra – Kamuti Mariann – Dr. Lehoczky Éva
MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet
Budapest
Herman Ottó u. 15.
H-1022
*saringer-kenyeres.dora@agrar.mta.hu

Dr. Busznyák János
Pannon Egyetem Georgikon Kar Gazdaságmódszertani Tanszék
Keszthely
Deák Ferenc u.16.
H-8360

NPK műtrágyázás hatása a telepített gyep szénatömegére és NPK-tartalmára karbonátos csernozjom talajon beállított tartamkísérletben

SZABÓ ANITA – RAGÁLYI PÉTER – KÁDÁR IMRE –
LEHOCZKY ÉVA – CSATHÓ PÉTER

Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Kutatóközpont,
Talajtani és Agrokémiai Intézet, Budapest

Összefoglalás

Mezőföldi 3–5% CaCO_3 tartalmú, könnyű vályog fizikai féleségű, igen jó Mn-, kielégítő Mg- és Cu-, közepes N- és K-, valamint gyenge P- és Zn-ellátottságú mészlepedékes csernozjom talajon 1973-ban beállított faktoriális NPK trágyázási tartamkísérletben 2001 és 2013 között vizsgáltuk a különböző nitrogén-, foszfor- és kálium-ellátottsági szintek hatását a gyep terméshozamára, NPK-tartalmára és -felvételére.

Az évenkénti 0, 100, 200 és 300 kg N/ha, illetve a többszöri, utoljára 1999 őszén 0, 500, 1000 és 1500 kg P_2O_5 /ha, illetve kg K_2O /ha adagban történt P- és K-trágyázással gyenge, közepes, jó és túlzott NPK tápláltsági szinteket hoztunk létre.

A gyep terméshozama és NPK-tartalma a kezelések és az évek hatására változatos módon alakult. A tartamkísérlet eredményeiből az évjáráthatásokról, illetve a PK-utóhatásokról is képet kaphattunk. A szénatermések az N_2 - N_3 , a P_1 - P_2 , illetve K_1 szintig növekedtek. Kísérletünkben a gepszéna NPK-tartalmát a telepítés óta eltelt időtől és az NPK-ellátottságtól függően változó gyepösszetétel is befolyásolhatta.

A vegetatív gepszéna jelentős NK luxus-felvételt mutatott, a felvett NK mennyisége az N_3K_3 szintig növekedett. Egészen máshogy „viselkedett” a P: a szénaterméshez hasonlóan koncentrációja csupán a P_1 - P_2 szintig növekedett.

Az adott NPK és a gyepek által felvett NPK mennyiségek egyenlegéből az NPK-forgalom sajátosságairól is képet kaphattunk. A N- és P-forgalom hasonló tendenciát mutatott, míg a kálium az előző két elemtől gyökeresen eltérő volt.

Kulcsszavak: telepített gyepek, NPK műtrágyázás, tartamkísérlet, szénatermés, NPK-tartalom és -felvétel

The effect of NPK fertilization on the hay yield and NPK content of a grassland long-term field trial, set up on calcareous chernozem soil

A. SZABÓ – P. RAGÁLYI – I. KÁDÁR – É. LEHOCZKY – P. CSATHÓ
Hungarian Academy of Sciences Centre for Agricultural Research,
Institute for Soil Sciences and Agricultural Chemistry, Budapest

Summary

The effect of different NPK supply levels on grass hay yield, NPK content and uptake was investigated on a calcareous chernozem soil with light loam texture 3–5% CaCO₃ content originally very well supplied with Mn, well supplied with Mg and Cu, moderately supplied with N and K and poorly supplied with P and Zn. The factorial NPK fertilising long-term field trial was set up in the autumn of 1973. In the autumn of 2000, an eight-component grass mixture was sown. Among the components, there was now leguminous crop. Grass hay yields, hay NPK contents and –uptakes are presented in this paper for the period of 2001 to 2014.

With applying yearly 0, 100, 200 and 300 kg N ha⁻¹, and several 0, 500, 1000 and 1500 kg P₂O₅ ha⁻¹, or kg K₂O ha⁻¹ dose build up PK fertilization, last time in the autumn of 1999, poor, moderate, good, and excess soil NPK levels were established in the trial.

Grass hay yields and NPK contents varied according to the time passed since grass mixture sowing as well as according to the different soil NPK supplies. From the results, we got information about the crop year impacts, as well as the residual PK effects.

Hay yields increased until N₂–N₃, P₁–P₂ and K₁ levels. In the trial, grass hay NPK contents could be affected by the time elapsed since grass mixture sowing, as well as by the changing grass composition, the latter one depending on soil NPK supply as

well. The vegetative grass hay showed significant NK luxury uptake, the amount of NK uptake increased as far as N_3K_3 level. P “behaved” completely differently: similarly to hay yields, P contents increased only until P_1 – P_2 levels.

From the difference between applied NPK amounts and grass NPK uptakes, we can get information about the specialities of NPK turnover in the different NPK treatments. N and P turnover showed similar characteristics, while K turnover was completely different from the other two macro nutrients.

Key words: established grassland, NPK fertilization, long-term field trial, hay yields, NPK contents and uptakes

Влияние искусственных удобрений NPK на массу сена плантационного дёрна и на его содержание NPK в продолжительном опыте в карбонатной чернозёмной почве

А. САБО – П. РАГАЙИ – И. КАДАР – Е. ЛЕХОЦКИ – П. ЧАТО
Венгерская Академия Наук, Исследовательский Центр Аграрных Наук,
Институт Почвоведения и Агрохимии, Будапешт

Резюме

В Мезёфёльде (Mezőföld) на чернозёмной почве с известковым налётом, со средней обеспеченностью NK и слабой обеспеченностью P, с содержанием 3–5% $CaCO_3$, с физической разновидностью лёгкого суглинка, с очень хорошей обеспеченностью Mn, удовлетворительной обеспеченностью Mg и Cu, средней обеспеченностью N и K, а также слабой обеспеченностью P и Zn, в установленном в 1973 году факториальном продолжительном опыте удобрений NPK в 2001–2013 годы исследовали влияния различных уровней обеспеченности азотом, фосфором и калием на урожайность дёрна, на его содержание NPK и их приём.

С ежегодно вносимыми дозами 0, 100, 200 и 300 kg N/ha, а также много раз, в последний раз осенью 1999 года внесёнными дозами 0, 500, 1000 и 1500 kg P_2O_5 /ha, и столько же kg K_2O /ha с произошедшим этим внесением удобрений P и K, сформировали слабый, средний, хороший и сверхмерный уровни обеспеченности NPK.

Урожайность дёрна и его содержание NPK под влиянием доз удобрений и лет выращивания формировалась разнообразно. По результатам продолжительного опыта смогли получить информацию о влиянии года выращивания, и о последующих влияниях PK. Урожаи сена выросли до уровней N_2-N_3 , P_1-P_2 , и K1. В нашем опыте на содержание NPK сеном дёрна в зависимости от времени, прошедшего от от посадки, и от обеспеченности NPK мог повлиять и изменяющийся состав дёрна.

Вегетативное сено дёрна проявило значительный приём люкс NK, принятое количество NK выросло до уровня N_3K_3 . Совсем по-другому „вёл себя” P: похоже на урожай сена его концентрация выросла только до уровня P_1-P_2 .

Из баланса внесённого NPK и принятого дёрном количества NPK могли получить представление об особенностях оборота NPK. Оборот N и P показал схожие тенденции, а калий радикально отличался от этих двух элементов.

Ключевые слова: плантационный дёрн, внесение искусственных удобрений NPK, продолжительный опыт, урожай сена, содержание и приём NPK

Bevezetés

Régóta ismert, hogy a trágyázás hatása más a gyepen, mint a szántón. Egyes fajok fejlődését segíti, másokét fenntartja, ismét másokét elnyomja. A gyp plaztikusan reagál a környezeti és emberi beavatkozásokra, változtatva botanikai és ásványi összetételét. A füvek fejlődési stádiumai a kalászosokéval meg-egyeznek (Voisin 1964, Klapp 1971).

Klapp (1971) szerint a gyökértömeg esetenként 80–90%-a a talaj felső 5 cm rétegében található. Bár nincs érdemi talajművelés a gyepen, így a fejtrágyázással kijuttatott NPK-műtrágyák bedolgozása sem lehetséges, ennek ellenére hasznosságuk általában jobb, mint a szántón.

A nitrogén főként a szálfüveket növeli, amelyek így a pillangósokat leárnyékolják és elnyomják. A nitrogénhatás természetszerűen a here nélküli gyepen kiemelkedő. Általában késlelteti az érést, öregedés ellen hat, növeli a víztartalmat és a nyersfehérje, valamint az emészthetőség százalékát, ezzel arányosan csökkenti a nyersrost-tartalmat (Klapp 1971, Szabó 1977, Barcsák 1999, György et al. 2007, Kádár et al. 2014).

Esetenként a foszfor minimumtényező, főként a pillangósok számára. Gericke (1965) 1270 mintát elemezve arra a következtetésre jutott, hogy a széna 0,65% P_2O_5 készlete kielégítő P-ellátottságot tükrözhet. Itthon Harmati

(1997) kapott kiugrónak minősülő P- és NP-hatásokat szikes réti talajon, illetve legutóbb *Bánszky* (1997) hívta fel a figyelmet a tápelem-arányok kérdésére.

Kötött talajokon hosszú évekig nagy terméseket kaphatunk K-trágyázás nélkül. Hiánya esetén – a foszforhoz hasonlóan – célszerű talajgazdagító/feltöltő K-trágyázást folytatni, majd vágásonként pótlással a talaj K-készletét fenntartani. A ki-elégítő PK-ellátottságot a 150–180 mg/kg feletti AL-P₂O₅, illetve AL-K₂O-tartalom jelezheti a szántott rétegben. Az osztrák gyakorlat szerint ekkor megelégszenek a terméssel felvett P és K visszajuttatásával (*Schlechtner* 1972). Véleménye szerint a legnagyobb hatású a N-trágyázás, 1 kg N 10–12 kg szárazanyag-többletet adhat átlagos viszonyok között. Az 1 számosállat takarmányigényét mintegy 350 kg N felhasználása biztosíthatja kedvező körülmények között.

A hazai irodalomban általánosan elfogadott *Barcsák* (2004) szerint, hogy a legelőfű, illetve az extenzív kaszálók szénája átlagosan 16-6,5-20-20 kg/t N-P₂O₅-K₂O-CaO elemtartalmú. Jó nitrogénhatásról beszélünk, ha 1 kg N-re 100 kg zöld vagy 25 kg széna terméstöbblet adódik.

Anyag és módszer

A kísérletet 1973 őszén állítottuk be Mezőföldön intézetünk nagyhőrcsöki kísérleti telepén. A termőhely löszön képződött karbonátos csernozjom talaja a szántott rétegben mintegy 3–5% CaCO₃-ot és 3% humuszt tartalmaz. A pH_{KCl} 7,3; az AL-P₂O₅ 60–80 mg/kg, az AL-K₂O 140–160 mg/kg, KCl-oldható Mg 150–180 mg/kg. Ami a KCl+EDTA-oldható mikroelemeket illeti, a Mn 80–150 mg/kg, a Cu 2–3 mg/kg, a Zn 1–2 mg/kg értékkel jellemezhető. A hazai szaktanácsadásunkban irányadó határértékek alapján ezek az adatok igen jó Mn-, kielégítő Mg- és Cu-, közepes N- és K-, valamint gyenge P- és Zn-ellátottságról tanúskodnak. A talajvíz szintje 13–15 m mélyen található, a kísérleti terület az Alföldhöz hasonlóan aszályérzékeny (*Kádár* 2013).

A N-t évente megosztva, felét ősszel, felét tavasszal alkalmaztuk pétisó formájában 0, 100, 200, 300 kg/ha/év N-adagban. A P- és K-trágyázás 0, 500, 1000, 1500 kg/ha P₂O₅, illetve K₂O adaggal történt, legutóbb 1999 őszén (*Kádár* 2013).

Jelen dolgozatban az utolsó (1999 őszi) PK-feltöltés óta eltelt időszakot értékeljük. 2000-ben spenót, 2001 és 2014 között (a kísérlet 28–41. évében) gyep szerepelt a kísérletben. 2000 őszén nyolckomponensű, pillangósnem tartalmazó gyepkeverék került elvetésre (*Kádár* 2013).

A gyepkísérletet négyéves ciklusokra bontva értékeljük. A 2001–2004, a 2005–2008 és a 2013–2014 évi ciklusok átlagos csapadék-ellátottságúnak, a 2009–2012 közötti ciklus viszont száraznak volt tekinthető a sokévi átlagos csapadékmennyiségekkel való összehasonlításban.

Egyes években kettő, más években egy kaszálás termését tudtuk betakarítani. A négy-négyéves ciklusok közül az 1. ciklusban három évben, a 2. és 3. ciklusban két-két évben, míg a 4. ciklus két évéből egy évben volt két kaszálás (Kádár 2013).

Eredmények

A talaj AL-oldható PK-tartalmának 1999 ősze és 2010 ősze közötti változását az 1. táblázatban tekinthetjük át.

1. táblázat. Az AL-PK tartalmak változása eltérő PK-szinteken
1999 ősze és 2010 ősze között
(Nagyhörcsök, mészlepedékes csernozjom)

Talajvizsgálat éve (összel)	Kezelések, illetve műtrágyázási szintek				SzD _{5%}	Átlag
	(2)					
(1)	0	1	2	3	(3)	(4)
AL-P ₂ O ₅ (mg/kg)*						
1999	73 (gy)	101 (gy)	163 (j)	247 (j)	24	146
2000	66 (igy)	153 (j)	333 (ij)	592 (t)	42	274
2005	82 (gy)	201 (j)	374 (ij)	600 (t)	65	314
2010	77 (gy)	189 (j)	352 (ij)	565 (t)	61	296
AL-K ₂ O (mg/kg)*						
1999	189 (j)	190 (j)	253 (j)	370 (t)	37	251
2000	157 (k)	224 (j)	324 (ij)	452 (t)	37	289
2005	158 (k)	201 (j)	279 (ij)	363 (t)	39	250
2010	152 (k)	202 (j)	278 (ij)	349 (ij)	39	246

Megjegyzés: * - talaj PK-ellátottságok: igy=igen gyenge, gy=gyenge, k=közepes, j=jó, ij=igen jó, t=túlzott.

Table 1. Changes in soil AL-PK test values depending on the PK leaves between 1999 Autumn and 2010 Autumn (Nagyhörcsök, calcareous chernozem). (1) Year of soil testing (in Autumn), (2) Treatments and PK levels, (3) LSD_{5%}, (4) Mean, Note: * - soil PK supplies: igy=very poor, gy=poor, k=moderate, j=good, ij=very good, t=excess.

Az 1999 ősze előtti PK-feltöltések utóhatását az 1999. évi AL-PK tartalmak jól tükrözik. Az 1999 őszi utolsó PK-feltöltéssel ugyanakkor még markánsabb különbségeket hoztunk létre az eltérő PK-szintek között (1. táblázat).

Az N-, P-, illetve a K-trágyázásnak a gyep szénatermésére, NPK-tartalmára és -felvételére gyakorolt hatásról a 2–4. táblázatok tájékoztatnak.

2. táblázat. A N-trágyázás hatása a gyep szénatermésére, N-tartalmára és N-felvételére

Ciklus (1)	N-szintek (2)				SzD _{5%} (3)	Átlag (4)
	0	1	2	3		
	Széna (t/ha/év) (5)					
2001–2004	2,67	6,58	7,71	8,68	0,27	6,41
2005–2008	1,40	5,71	8,50	8,68	0,32	6,07
2009–2012	0,62	3,48	5,60	5,90	0,31	3,90
2013–2014	3,77	5,76	7,23	8,10	0,43	6,22
Átlag (4)	2,12	5,38	7,26	7,84	0,23	5,65
	Széna N% (6)					
2001–2004	1,55	1,68	2,27	2,65	0,12	2,04
2005–2008	0,84	0,99	1,67	1,79	0,08	1,32
2009–2012	1,15	1,03	1,48	1,79	0,11	1,36
2013–2014	1,14	1,21	1,64	1,99	0,12	1,49
Átlag (4)	1,17	1,22	1,76	2,05	0,07	1,55
	Felvett N (kg/ha/év) (7)					
2001–2004	41	110	175	230	7	139
2005–2008	12	56	142	156	6	91
2009–2012	7	36	83	105	6	58
2013–2014	38	66	118	161	8	96
Átlag (4)	25	67	129	163	5	96
Kumulált N-mérleg (kg/ha, 2000–2014) (8)	-448	263	931	1991	-	684

Table 2. Effect of N-fertilization on the hay yield, hay N content and N uptake. (1) Cycle, (2) N levels, (3) LSD_{5%}, (4) Mean, (5) Hay yield (t ha⁻¹ year⁻¹), (6) Hay N%, (7) N uptake (kg ha⁻¹ year⁻¹), (8) Accumulated N-balance (kg ha⁻¹, 2000–2014)

A három makrotápelem közül a nitrogén növelte a legnagyobb mértékben a szénaterméseket (4,3–7,3 t/ha terméstöbbletek). Foszfor hatására 1,5–2,3 t/ha, kálium hatására 0,7–2,0 t/ha szénatermés-többleteket kaptunk. Az egyes ciklusokban az átlagos szénatermések kiegyenlítették voltak. Ez alól csak a 2009–2012 közötti száraz ciklus volt kivétel (2–4. táblázat).

3. táblázat. A P-trágyázás hatása a gyep szénatermésére, P-tartalmára és P-felvételére

Ciklus (1)	P-szintek (2)				SzD _{5%} (3)	Átlag (4)
	0	1	2	3		
Széna (t/ha/év) (5)						
2001–2004	6,76	7,77	8,25	8,68	0,27	7,86
2005–2008	6,44	8,47	9,31	8,68	0,32	8,22
2009–2012	4,46	5,70	5,56	5,90	0,31	5,41
2013–2014	6,38	8,32	8,55	8,10	0,43	7,84
Átlag (4)	6,01	7,57	7,92	7,84	0,23	7,33
Széna P% (6)						
2001–2004	0,17	0,23	0,25	0,28	0,02	0,24
2005–2008	0,14	0,19	0,20	0,22	0,02	0,19
2009–2012	0,12	0,13	0,17	0,18	0,02	0,15
2013–2014	0,14	0,16	0,20	0,23	0,02	0,18
Átlag (4)	0,14	0,18	0,21	0,23	0,01	0,19
Felvett P ₂ O ₅ (kg/ha/év) (7)						
2001–2004	26	42	48	57	7	43
2005–2008	20	36	43	44	5	36
2009–2012	12	17	21	24	1	19
2013–2014	21	33	43	46	4	35
Átlag (4)	20	32	39	42	3	33
Kumulált P ₂ O ₅ -mérleg (kg/ha, 2000–2014) (8)	-287	23	422	871	-	257

Table 3. Effect of P-fertilization on the hay yield, hay P content and P uptake. (1) Cycle, (2) P levels, (3) LSD_{5%}, (4) Mean, (5) Hay yield (t ha⁻¹ year⁻¹), (6) Hay P%, (7) P₂O₅ uptake (kg ha⁻¹ year⁻¹), (8) Accumulated P₂O₅-balance (kg ha⁻¹, 2000–2014)

A széna tápelem-tartalmak változásában a N- (0,6–1,1%) és a K-hatások (0,6–1,6%) voltak a legnagyobbak. Nagyságrenddel kisebbek voltak ugyanakkor a P-hatások a széna abszolút%-ban kifejezett P-tartalmára (0,06–0,11%). A ciklusok összehasonlításában a 2009 és 2012 közötti száraz ciklusban kaptuk a legkisebb széna NPK-tartalmakat.

4. táblázat. A K-trágyázás hatása a gyepek szénatermésére, K-tartalmára és K-felvételére

Ciklus (1)	K-szintek (2)					Szd _{5%} (3)	Átlag (4)
	0	1	2	3			
	Széna (t/ha/év) (5)						
2001–2004	6,84	8,41	7,66	8,68	0,27	7,90	
2005–2008	6,94	7,62	7,47	8,68	0,32	7,68	
2009–2012	4,89	5,82	5,88	5,90	0,31	5,62	
2013–2014	7,34	8,84	8,29	8,10	0,43	8,14	
Átlag (4)	6,50	7,67	7,32	7,84	0,23	7,34	
	Széna K% (6)						
2001–2004	1,59	2,08	2,54	3,20	0,19	2,35	
2005–2008	0,93	1,13	1,45	1,94	0,14	1,36	
2009–2012	0,69	0,72	0,98	1,42	0,10	0,95	
2013–2014	0,91	1,06	1,13	1,47	0,18	1,14	
Átlag (4)	1,03	1,25	1,52	2,01	0,11	1,45	
	Felvett K ₂ O (kg/ha/év) (7)						
2001–2004	131	210	233	333	17	227	
2005–2008	78	103	130	202	11	128	
2009–2012	41	50	69	101	8	65	
2013–2014	83	114	113	142	12	113	
Átlag (4)	83	119	136	194	8	133	
Kumulált K ₂ O-mérleg (kg/ha, 2000–2014) (8)	-1226	-1385	-1167	-1560	-	-1334	

Table 4. Effect of K-fertilization on the hay yield, hay K content and K uptake. (1) Cycle, (2) K levels, (3) LSD_{5%}, (4) Mean, (5) Hay yield (t ha⁻¹ year⁻¹), (6) Hay K%, (7) K₂O uptake (kg ha⁻¹ year⁻¹), (8) Accumulated K₂O-balance (kg ha⁻¹, 2000–2014)

Szembeötlő a K-hatások mérséklődése az idő múlásával. Az 1. ciklusban még 1,6%-kal, az utolsóban már csak 0,6%-kal növekedett K-hatására a széna K-tartalma a csökkenő K-utóhatások következtében (2-4. táblázat).

A relatív %-ban kifejezett széna NPK-tartalom növekedések ugyanakkor sokkal kiegyenlítettebbek voltak: a nitrogén 75 relatív%-kal, a foszfor 64 relatív%-kal, a kálium 95 relatív%-kal növekedett NPK trágyázás hatására a legnagyobb NPK szinten az NPK kontrollhoz képest (2-4. táblázat).

A széna-beltartalmakhoz hasonlóan alakultak a felvett tápelem-mennyiségekben megnyilvánuló NPK-hatások. Legnagyobb hatásokat a nitrogén (100-190 kg/ha) és a kálium (60-200 kg/ha) mutattak. Foszfortrágyázás hatására csupán 20-30 kg/ha-ral növekedett meg a széna P-felvétele. A széna K-tartalmaknál kapottakhoz hasonló tendenciákat tapasztaltunk a széna K-felvételében is. A csökkenő K-utóhatások következtében első ciklusbeli 200 kg/ha K-hatás a 3. és 4. ciklusban 60 kg/ha-ra mérséklődött (2-4. táblázat).

A 2000 és 2014 közötti, 15 éves kumulált NPK-mérlegek értékes információt szolgáltatnak a kísérlet eltérő NPK-szintjeinek NPK-forgalmáról. A kumulált N- és kumulált P-mérlegek hasonló karakterűek. Jól elkülönülnek az egyes N- és P-szintek. Az NP kontrollok, természetszerűleg negatívak, az N_1P_1 szintek állnak legközelebb az egyensúlyi állapothoz: hozzávetőlegesen azonos volt az adott NP és a felvett NP értéke, kettejük egyenlege 0 körül volt. A N_2 és P_2 szinteken már jelentős NP-többleteket regisztrálhattunk a vizsgált 15 éves időszak végére, mely többletek az N_3P_3 szinten megduplázódtak. Egy-egy évre lebontva az N_0P_0 kezelések NP-mérleg értékét, talajunk természetes NP-szolgáltató képességéről kapunk képet. A gyepkultúra számára közepes N és gyenge P-ellátottságú nagyhorcsöki meszes csernozjom talajunk évi mintegy 30 kg/ha N-t, illetve 20 kg/ha P_2O_5 -öt szolgáltatott.

A nitrogén- és foszformérlegektől teljesen eltérően alakultak a kumulált K-mérlegek ezen a közepes K-ellátottságú kísérleti talajon. A négy ciklus, a 14 év, és az NPK-szintek átlagában évi mintegy 100 kg/ha N, 30 kg/ha P_2O_5 , és 130 kg/ha K_2O felvett mennyiségeket regisztrálhattunk. Ebből következően a pillangósnem tartalmazó gyepet mindenképpen N- és K-igényes kultúrának tekinthetjük. Mint ismeretes, a kísérletben 15 év alatt összesen 0, 1500, 3000 és 4500 kg/ha N, illetve 0, 500, 1000 és 1500 kg/ha P_2O_5 és K_2O mennyiségeket juttatunk ki 3:1:1 N:P: P_2O_5 : K_2O arányban. Káliumból tehát csak harmadannyit kapott a kísérlet, mint nitrogénből, a K-felvétel viszont 30%-kal meghaladta a N-felvételt. E két tényező eredményeként következett be az, hogy

mind a négy K-szinten negatívak voltak a kumulált K_2O mérlegek -1200 és -1600 kg/ha között változva. Míg az 1. évben 1500 kg/ha volt a K_0 és a K_4 szint közötti különbség, addig 15 évvel később ez a különbség 400 kg/ha K_2O -ra zsugorodott. Gyepek kultúrában nagyhorcsöki talajunk természetes K-szolgáltató képessége mintegy 80 kg/ha/év K_2O volt.

Következtetések

Az évenkénti 0, 100, 200 és 300 kg/ha N-trágyázás amint a 15 évvel korábbi 0, 500, 1000 és 1500 kg/ha feltöltő P_2O_5 és K_2O trágyázással markánsan eltérő NPK-ellátottságokat alakítottunk ki az egyes NPK-szintek között. A nyolckomponensű, pillangósnem-tartalmazó telepített gyepek szénatermés-mennyiségét, NPK-tartalmát és NPK-felvételét mind az évjárat, mind az évenkénti N-, mind a 15 évvel korábbi feltöltő PK-trágyázás is jelentős mértékben befolyásolták.

A szénatermés az N_2-N_3 , a P_1-P_2 , illetve K_1 szintig növekedtek. A maximális szénaterméshez 1,8–2,0% N-, 0,40–0,48% P_2O_5 - és 1,5% K_2O -tartalom kötődött. Nyilvánvaló, hogy ezek az értékek pillangósnem-tartalmazó gyepek keverékekre jellemzők. A pillangósnem-tartalmazó gyepek keverékekben – a pillangósok a gyepekhez képest jóval nagyobb NPK-tartalmából fakadóan – ezek az optimumértékek nagyobbak: N 3,0–3,5%, P_2O_5 0,65%, K_2O 2,0% (Wagner 1921, Gericke 1965, Burg 1966, Whitehead 1970).

Kísérletünkben a gyepek NPK-tartalmát a telepítés óta eltelt időtől és az NPK-ellátottságtól függően változó gyepek összetétel is befolyásolhatta (Kádár 2013). A vegetatív gyepek jelentős NK-luxusfelvételt mutatott, a felvett NK mennyisége az N_3K_3 szintig növekedett. Egészen máshogy „viselkedett” a P, a szénaterméshez hasonlóan koncentrációja csupán a P_1-P_2 szintig növekedett. Hasonló tendenciákkal találkozunk a nemzetközi irodalomban is (Wagner 1921).

Az adott NPK és a gyepek által felvett NPK-mennyiségek egyenlegéből az NPK-forgalom sajátosságairól is képet kaphattunk. A N- és P-forgalom hasonló tendenciákat mutatott, míg a kálium az előző két elemtől gyökeresen eltérő volt. Ennek oka az lehetett, hogy a N-nél 30%-kal nagyobb K-felvétel a N-adagok csupán egyharmadát kitevő K-trágyázással párosultak. Ez nem jelenti azt, hogy az egész kísérletben a N-nel azonos K-mennyiségeket kellett volna kijuttatnunk, hisz pillangós nélküli gyepek keverékünk csupán a K_1 szintig mutatott K-hatásokat a szénatermésben. A kísérlet inkább arra hívja fel a figyelmet, hogy a gyepek „talaj K-zsaroló” kultúra, amely igen jelentős luxus K-felvételre hajlamos.

A kísérlet P-, és főképpen K-trágyázási struktúrája nem feltétlenül a gyakorlatban követendő példát tükröz. Feltöltő K-trágyázással ugrásszerűen megnőtt a luxus K-felvétel, az idő múlásával viszont egyre csökkenő K-utóhatásokat kapunk. A gyakorlatban a gyeptelepítés előtti mérsékelt P-, és főleg K-feltöltést évenkénti P-, és főképpen K-fejtrágyázásnak kell követnie addig a mennyiségig, ameddig a kijuttatott PK-mennyiségeket gyepeverékünk gazdaságos terméshozaddal hálálja meg. Lucerna P-trágyázási kísérletben a P-fejtrágyázás kedvező hatásáról számolt be *Csathó és Kádár* (1986, 1987). Feltételezésünk szerint – amennyiben pillangósból is tartalmaz a gyepeverékünk – legalább eggyel kisebb N-szinten, és vélhetően eggyel nagyobb PK-szinten kapnánk maximális terméseket.

Irodalom

- Bánszky T.*: 1997. Telepített gyepek NPK műtrágyázása csernozjom talajon. *Növénytermelés*. 46. 5: 499–508.
- Barcsák Z.*: 1999. A gyepek tápanyagellátása. [In: Fülek Gy. (szerk.) *Tápanyaggazdálkodás*.] Mezőgazda Kiadó. Budapest. 522–535.
- Barcsák Z.*: 2004. *Biogyeptápanyagellátás*. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Burg, P. F. J. van*: 1966. Nitrate as an indicator of the nitrogen-nutrition status of grass. *Proc. 10th Int. Grassland Congr. Helsinki*. 267–272.
- Csathó P.–Kádár I.*: 1986. A szuperfoszfát műtrágyázás hatása és utóhatása a köles és a lucerna termésére. *Növénytermelés*. 35. 2: 237–247.
- Csathó P.–Kádár I.*: 1987. A köles és a lucerna tápelemfelvételének vizsgálata tartamkísérletben. *Növénytermelés*. 36. 4: 443–453.
- Gericke, S.*: 1965. Die Wirkung langjähriger PK-Düngung auf den Wiesen. *Die Phosphorsäure*. 25: 12–25.
- György A.–Kulin B.–Zsigó G.–Szemán L.*: 2007. Műtrágya nitrogén hatás pázsit és sportgyepeken. *Tájökológiai Lapok*. 5. 2: 387–397.
- Harmati I.*: 1997. Intenzív telepített gyepek létesítése és műtrágyázása karbonátos szoloncsák-szolonyc szikesen. *Növénytermelés*. 46. 2: 191–202.
- Kádár I.*: 2013. A gyepek műtrágyázásáról. MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet. Budapest.
- Kádár I.–Ragályi P.–Szemán L.–Csonos P.*: 2014. Tápanyagellátás hatása 13 éves telepített gyepek fejlődésére és botanikai összetételére a Mezőföldön. *Botanikai Közlemények*. 101. 1–2: 95–104.
- Klapp, E.*: 1971. *Wiesen und Weiden*. P. Parey. 4. Auflage. Berlin.

- Schlechtner, G.:* 1972. Das 1x1 der Grünlandwirtschaft. Beratungsschrift N. 31. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. Wien. Austria.
- Szabó J.:* 1977. Gyepgazdálkodás. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Voisin A.:* 1964. A talaj és a növényzet, az állat és az ember sorsa. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Wagner, P.:* 1921. Die Düngung der Wiesen nach den Ergebnissen von 4-14. jährigen Versuchen. Arbeiten der DLG. N. 318. Berlin.
- Whitehead, D. C.:* 1970. The role of nitrogen in grassland productivity. Commonwealth Agric. Bureaux. Bulletin N. 48. Hurley. Berkshire. England.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

*Dr. Szabó Anita – Dr. Ragályi Péter – Dr. Kádár Imre –
Dr. Lehoczky Éva – Dr. Csathó Péter
MTA ATK Talajtani és Agrokémiiai Intézet
Budapest
Herman Ottó u. 15.
H-1022
*szabo.anita@agrar.mta.hu

A gyomborítás alakulása tritikálé kultúrában trágyázási tartamkísérletben

^{1,2}VIKÁR DÓRA – ¹RADIMSZKY LÁSZLÓ – ¹MAZSU NIKOLETT –
²SZALAI ZITA – ¹LEHOCZKY ÉVA

¹Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Kutatóközpont,
Talajtani és Agrokémiai Intézet, Budapest

²Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar,
Ökológiai és Fenntartható Gazdálkodási Rendszerek Tanszék, Budapest

Összefoglalás

A termőhely talajának tulajdonságai jelentős hatást gyakorolnak a növényekre. A homoktalaj felső rétege fizikai tulajdonságai miatt gyorsan elveszti vízkészletét, így speciális gyomösszetétel kialakulását eredményezheti a termesztett kultúrában. Kutatásunkat az MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézetének nyírlugosi tartamkísérletében végeztük. A térségre jellemző savanyú homokos barna erdőtalajon beállított kísérletben korábban különböző agronómiai behatásokat vizsgáltak több kultúrában. 1991 óta tritikálé monokultúrában eltérő tápanyag-ellátottsági szinteket biztosító tápanyagkezelések vannak, amelyek közül négy kezelés (N:P:K – 0:0:0, 50:0:0, 150:0:0, 100:120:120 kg/ha/év) gyomviszonyait vizsgáltuk három ismétlésben a teljes érés állapotában 2013-ban.

Elemeztük a különböző műtrágyakezelések hatását a gyomosodás mértékére, a gyomflóra faji összetételére, valamint az egyes gyomnövényfajok egyedsűrűségére. A kísérletben a felvételezést megelőzően gyomirtás nem történt. A felvételezések során a gyomnövények összes és fajonkénti borítását becsültük, valamint a kontroll (Ø) és a nitrogénes (N₅₀, N₁₅₀) kezelésekben egyedszámot is mértünk.

A vizsgált parcellákon 13 gyomnövényfaj fordult elő, amelyek közül öt egyszikű, hat kétszikű, és két zsurlófaj volt. A gyomborítás több mint 95%-át az egyéves fajok tették ki. A gyomfajok közül a kontroll és a nitrogénes kezelésekben egyaránt domináns

volt az *Apera spica-venti* (L.) P. B., versengve a kultúrnövénnyel. Az *Ambrosia artemisiifolia* L. esetében a nitrogénadag növekedésével a borítás arányosan csökkent. A nitrogénadag növekedésével növekedett a savanyú homokot kedvelő *Spergula arvensis* L. borítása.

Kulcsszavak: műtrágyázási tartamkísérlet, nitrogén, tritikálé, gyomborítás, gyomflóra összetétel

Study on the weed composition in a long-term fertilisation experiment in triticale monoculture

^{1,2}D. VIKÁR – ¹L. RADIMSZKY – ¹N. MAZSU – ²Z. SZALAI – ¹É. LEHOCZKY

¹Hungarian Academy of Sciences Centre for Agricultural Research,
Institute for Soil Sciences and Agricultural Chemistry, Budapest

²Szent István University Faculty of Horticulture,
Department of Ecological and Sustainable Production Systems, Budapest

Summary

The experiment was conducted in the Nyírlugos experimental field of Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry. The long-term experiment was set up in 1962 to study the effect of various agronomic interventions on acid sandy brown forest soil typical of the region. In this area, the effects of different levels of nutrient supply have been examined in triticale monoculture since 1991. The upper layer of sandy soil quickly loses its water content due to its physical properties, and this may possibly result in special weed composition.

We studied the effect of different fertiliser treatments on the weed flora composition, and density of each species. Examination of the weed cover was performed in four treatments (N:P:K – 0:0:0, 50:0:0, 150:0:0, 100:120:120 kg ha⁻¹ year⁻¹) with 3 replications taken before harvesting of triticale. In the experiment there was no weed control prior to the survey.

On the examined plots, 13 weed species were found. The annual species were present in more than 95% of the weed cover. *Apera spica-venti* (L.) P. B. dominated in the control and in the N treatments competing with the cultivated plant. The cover of

Ambrosia artemisiifolia L. decreased with increasing N dose, but its cover enlarged several fold in the NK and NPK treatments. With increasing N doses, the cover of *Spergula arvensis* L. increased, but in the combined treatments it was barely present.

Key words: long-term fertilisation experiment, nitrogen, triticale, weed cover, weed composition

Формирование покрытия сорняками в культуре тритикале в продолжительном опыте удобрений

^{1,2}Д. ВИКАР – ¹Л. РАДИМСКИ – ¹Н. МАЖУ – ²З. САЛАИ – ¹Е. ЛЕНОЦКИ

¹Венгерская Академия Наук, Исследовательский Центр Аграрных Наук (МТА АТК), Институт Почвоведения и Агрохимии, Будапешт

²Университет им. Св. Иштвана, Факультет Садоводства, Кафедра Экологии и Систем Устойчивого Хозяйствования, Будапешт

Резюме

Свойства почвы места выращивания оказывают значительное влияние на растения. Песчаная почва из-за физических свойств верхнего слоя быстро теряет свой запас воды, так может привести к специальному составу сорняков в выращиваемой культуре. Наши исследования проводились на опытном поле в Нирлугоше (Nyírlugos) в продолжительном опыте Института Почвоведения и Агрохимии МТА АТК. В установленном на характерной для этой местности кислой песчаной бурой лесной почве опыте ранее исследовали различные агрономические воздействия во многих культурах. С 1991 года есть обработки питательными веществами, обеспечивающие различные уровни питательного вещества тритикале в монокультуре, среди которых исследовали связи сорняков четырёх обработок (N:P:K – 0:0:0, 50:0:0, 150:0:0, 100:120:120 kg/ha/год) в трёх повторениях в состоянии полного созревания в 2013 году.

Анализировали влияние различных доз искусственных удобрений на размер заросленности сорняками, на состав видов флоры сорняков, а также на густоту индивидуумов отдельных сорняков. В опыте не проводилось предварительного (до их учета) уничтожения сорняков. В ходе учёта оценивали всё покрытие сорняками и

по видам, а также подсчитали количество индивидуумов в контроле (Ø) и в обработках азотом (N₅₀, N₁₅₀).

На исследованных парцеллах встретилось 13 видов сорняковых растений, среди которых пять однодольных, шесть двудольных, и два вида хвоща. Более 95% покрытия сорняками составили однолетние виды. Среди видов сорняков в контроле и в обработках азотом в одинаковой мере доминировало *Apera spica-venti* (L.) P. B., конкурируя с культурным растением. В случае *Ambrosia artemisiifolia* L. с увеличением дозы азота покрытие пропорционально уменьшилось. С увеличением дозы азота увеличилось покрытие любящего кислый песок *Spergula arvensis* L.

Ключевые слова: продолжительный опыт искусственных удобрений, азот, тритикале, покрытие сорняками, состав флоры сорняков

Bevezetés

A nyírségi területen aszályos években a tenyészidő alatt lehulló 200 mm körüli csapadékellátás nem teszi lehetővé a biztonságos növénytermesztést. A homoktalaj felső rétege gyorsan elveszti vízkészletét, a fiatal vetések nem képesek a mélyebben fekvő talajvizet elérni és hasznosítani (Kádár et al. 2011), így a vegetáció fejlődését és a műtrágyák érvényesülését a csapadék és hőmérsékleti viszonyok nagyban befolyásolják. A Nyírlugoson – az MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézetének kezelésében – 53 éve beállított tartamkísérlet jó lehetőséget nyújt a térség és a hasonló termőhelyi adottságú gabonatermőhelyeink műtrágyázás hatására kialakuló gyomvegetációjának vizsgálatára. A gyomnövények komoly problémát jelentenek a növénytermesztésben, különösen fel tudnak szaporodni monokultúrák körülmények között (Tuesca et al. 2004, Kismányoky és Lehoczky 2007). Nem csupán területfoglalásukkal, árnyékolásukkal, de víz-, illetve tápanyagelvonásukkal is konkurencsei a kultúrnövénynek (Lehoczky és Kismányoky 2010, Lehoczky et al. 2012, 2014ab). A gyomos területen a kultúrát károsító fertőzések nyomás is nagyobb lehet, ezáltal közvetve vagy közvetlenül a gyomok kártétele a terméskiesésben, minőségromlásban is megnyilvánulhat (Lehoczky et al. 2009).

Anyag és módszer

A kísérletet 1962 őszén állították be azzal a céllal, hogy a különböző agrotechnikai beavatkozások hatását vizsgálják a nyírségi homoktalaj termékenységére. Közel negyed évszázada, 1991 óta tritikálé monokultúra van a területen kísérletbe állítva. A kisparcellás műtrágyázási tartamkísérletben homokos barna erdőtalaj a jellemző (*Kádár et al.* 2011). *Kádár* (2015) alapján a nyírlugosi homoktalaj jellemző paraméterei az alábbiak: $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$: 4,8–5,8; pH_{KCl} : 4,0–4,2; homok: 86–92%; iszap 5,0–9,0%; agyag 3,0–5,0%; Arany-féle kötöttség: 23–25; CaCO_3 : 0%; humusz: 0,5–0,8%; összes só: <0,02%; összes nitrogén: <0,05%. A 2013-as év rendkívül kedvezőtlen volt a tritikálé számára. A tavaszi – március, április, május – hónapokban szokatlanul sok eső esett (261 mm), ami messze meghaladja ennek a három hónapnak a 130 mm-es 50 éves csapadékatlagát, és ez az időszak hűvös tavasszal párosult. A tritikálé fejlődésben visszamaradt, kiritkult és elgyomosodott (*Kádár* 2015). Az őszi tritikálé („Disco”) alkalmazott vetőmag mennyisége 300 kg/ha volt. A kísérletben beállított faktoriális véletlen blokk elrendezésű kezelések közül a kontroll területet és három kezelés (N:P₂O₅:K₂O: 0:0:0, 50:0:0, 150:0:0, 100:120:120 kg/ha/év) gyomviszonyait vizsgáltuk három ismétlésben. A parcellák mérete: 10×5 m. A nitrogén-utánpótlás fele őszi, vetés előtt került kijuttatásra, másik fele pedig fejtrágyaként tavasszal. A káliumot és a foszfort ötéves ciklusokban előre adagolják. A kontroll területeken tápanyag-utánpótlás nem történt. Egy négyzetméteres mintaterületen becsültük a gyomok összes és fajokénti százalékos borítását a tritikálé betakarítása előtt, 2013. július 3-án. Egyedszámlálás a kontroll, az N₅₀ és az N₁₅₀ kezelésben történt. A kísérletben az előző évben, 2012 májusában tribenuron-metil hatóanyagú szerrel gyomirtást végeztek a magról kelő kétszikűek ellen, ezt követően a kísérletben a tarlóhántáson, a szántáson és a vetést előkészítő agrotechnikai (mechanikai) eljárásokon kívül gyomirtás és egyéb növényvédő szeres kezelés nem történt. A kísérleti adatok varianciaanalízissel, MStat szoftver használatával kerültek statisztikai feldolgozásra 95%-os konfidencia-szint mellett.

Eredmények

A vizsgált parcellákon 13 gyomnövényfaj fordult elő, öt egyszikű, hat kétszikű, és a zsurlók osztályának (*Equisetopsida*) két faja. A gyomborítás több mint 95%-át az egyéves fajok tették ki. A kontroll kezelésben nyolc gyomfaj fordult elő, az egyoldalúan nitrogénnel kezelt területeken volt kevesebb (N_{50} 6 db, N_{150} 4 db), míg az NPK-kezelésnél volt a legnagyobb a fajszám (9 db) (1. táblázat).

1. táblázat. A gyomfajok gyakorisága és borítása a kísérleti területen 2013-ban (Nyírlugos, 2013)

Gyomfajok (1)	EPPO kód (2)	Gyak. (3)	Borítás (%) (4)			
			Ø	N_{50}	N_{150}	NPK
1. <i>Apera spica-venti</i> (L.) P. B.	APESV	12	14,67	24,00	20,33	31,33
2. <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.*	AMBEL	11	3,00	2,50	1,17	30,00
3. <i>Spergula arvensis</i> L.	SPRAR	8	0,17	8,33	11,70	0,87
4. <i>Anthemis arvensis</i> L.*	ANTAR	8	1,83	1,50	0,00	11,00
5. <i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.*	DIGSA	8	0,37	0,23	4,67	0,17
6. <i>Equisetum ramosissimum</i> L.	EQURA	2	7,33	0,00	0,00	0,00
7. <i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) S. F. Grey.	POLLA	2	0,00	0,00	0,00	0,20
8. <i>Viola arvensis</i> Murr.	VIOAR	2	0,00	0,07	0,00	0,00
9. <i>Poa pratensis</i> L.	POAPR	1	0,00	0,00	0,00	0,33
10. <i>Equisetum arvense</i> L.	EQUAR	1	0,17	0,00	0,00	0,00
11. <i>Elymus repens</i> (L.) Gould.	AGRRE	1	0,00	0,00	0,00	0,17
12. <i>Setaria pumila</i> (L.) P. B.	SETPU	1	0,03	0,00	0,00	0,00
13. <i>Rumex acetosella</i> L.	RUMAA	1	0,00	0,00	0,00	0,03
Összesen (5) (SzD _{5%} =29,14)			27,57	36,63	37,87	74,10

Megjegyzés: * - szignifikáns különbségek a gyomfajok borításában a különböző kezelések között (SzD_{5%}AMBEL: 5,5; SzD_{5%}ANTAR: 7,17; SzD_{5%}DIGSA: 3,17).

Table 1. Frequency and cover of weed species on the experimental plots in 2013 (Nyírlugos, 2013). (1) Weed species, (2) EPPO code, (3) Frequency, (4) Cover (%), (5) Total, Note: * - significant differences in weed cover among the treatments (AMBEL LSD_{5%}: 5.5, AN TAR LSD_{5%}: 7.17, DIGSA LSD_{5%}: 3.17).

A gyomok összes borítása a műtrágyázás hatására nőtt, az NPK-kezelésben szignifikánsan igazolhatóan nagyobb volt a gyomborítás, mint a többi kezelésben. A gyomfajok közül az *Apera spica-venti* (L.) P. B. az összes vizsgált kezelésben domináns volt aktívan versengve a kultúrnövénnyel. Az *Ambrosia artemisiifolia* L., a *Spergula arvensis* L. és a *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop fajok minden vizsgált kezelésben előfordultak (1. ábra).

1. ábra. A gyomfajok borítása a különböző kezeléseknél

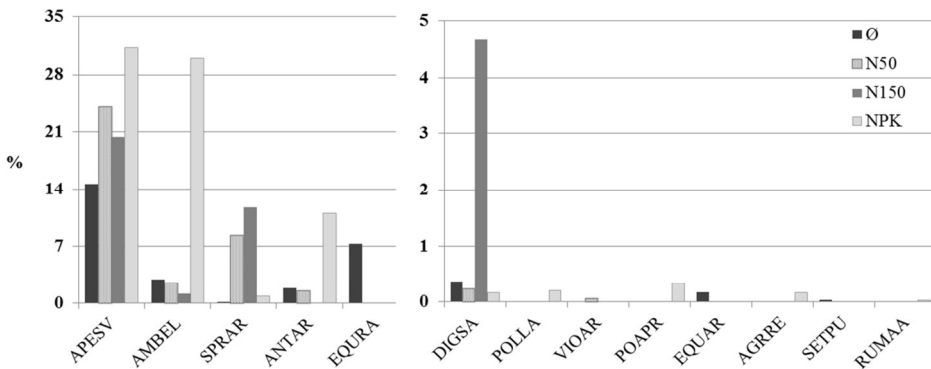


Figure 1. Cover of weed species in the different treatments. APESV: *Apera spica-venti* (L.) P. B., AMBEL: *Ambrosia artemisiifolia* L., SPRAR: *Spergula arvensis* L., AN TAR: *Anthemis arvensis* L., EQURA: *Equisetum ramosissimum* L., DIGSA: *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., POLLA: *Persicaria lapathifolia* (L.) S. F. Grey., VIOAR: *Viola arvensis* Murr., POAPR: *Poa pratensis* L., EQUAR: *Equisetum arvense* L., AGRRE: *Elymus repens* (L.) Gould., SETPU: *Setaria pumila* (L.) P. B., RUMAA: *Rumex acetosella* L.

Szignifikánsan igazolhatóan megnövekedett a szélsőséges nitrogénellátású (N_{150}) kezelésben a *D. sanguinalis* egyedszáma (14 db/m-ről 145-re) és borítása (0,4%-ról 4,7%-ra) a kontroll parcellákhoz képest. Ezzel ellentétes változást tapasztaltunk az *A. artemisiifolia* esetében, mivel a faj a nitrogén talajsavanyító hatását kevésbé tolerálja, amit alátámaszt, hogy gyengén baziklin faj, csak elvétve fordul elő erősen savanyú biotópban (Borhidi 1993). Matematikailag azonban igazolhatóan nőtt a borítása az NPK-kezelésben, ami összefügghet azal, hogy tápanyagban gazdag termőhelyek növénye (2. táblázat és 2. ábra).

2. táblázat. A gyomfajok gyakorisága és egyedsűrűsége a kísérleti területen 2013-ban (Nyírlugos, 2013)

Gyomfajok (1)	EPPO kód (2)	Egyedsűrűség (db/m ²) (3)		
		Ø	N ₅₀	N ₁₅₀
1. <i>Apera spica-venti</i> (L.) P. B.	APESV	93,3	100,0	147,3
2. <i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.*	DIGSA	14,0	8,0	144,7
3. <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	AMBEL	52,0	24,7	17,3
4. <i>Spergula arvensis</i> L.	SPRAR	1,3	38,0	65,3
5. <i>Anthemis arvensis</i> L.	ANTAR	8,0	12,0	0,0
6. <i>Viola arvensis</i> Murr.	VIOAR	0,0	1,3	0,0
7. <i>Equisetum ramosissimum</i> L.	EQURA	46,0	0,0	0,0
8. <i>Equisetum arvense</i> L.	EQUAR	2,0	0,0	0,0
9. <i>Setaria pumila</i> (L.) P. B.	SETPU	1,3	0,0	0,0
Összesen (5) (SzD _{5%} = 166,2)		218,0	184,0	374,7

Megjegyzés: * - szignifikáns különbségek a gyomfajok egyedsűrűségében a különböző kezelések között (SzD_{5%}DIGSA: 111,98).

Table 2. Frequency and density of weed species on the experimental plots in 2013 (Nyírlugos, 2013). (1) Weed species, (2) EPPO code, (3) Density (plant m⁻²), (4) Average, (5) Total, Note: * - significant differences in weed density among the treatments (LSD_{5%}DIGSA: 111.98).

2. ábra. A gyomfajok egyedsűrűsége a különböző kezelésekben

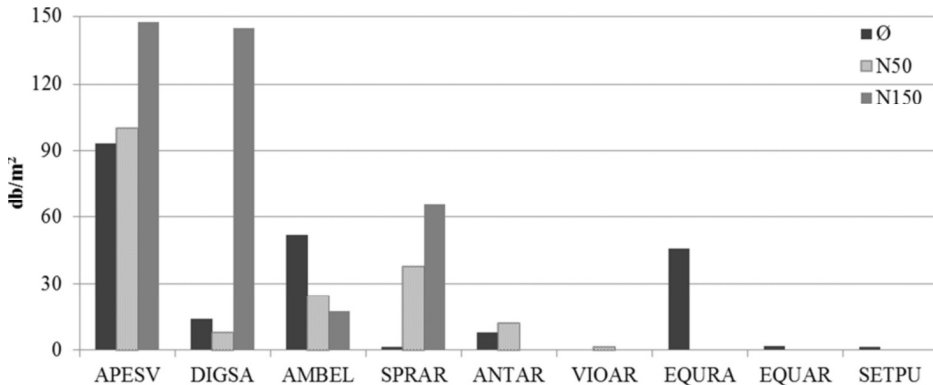


Figure 2. Density of weed species in the different treatments. APESV: *Apera spica-venti* (L.) P. B., DIGSA: *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., AMBEL: *Ambrosia artemisiifolia* L., SPRAR: *Spergula arvensis* L., AN TAR: *Anthemis arvensis* L., VIOAR: *Viola arvensis* Murr., EQURA: *Equisetum ramosissimum* L., EQUAR: *Equisetum arvense* L., SETPU: *Setaria pumila* (L.) P. B.

Következtetések

A tritikálé monokultúrás tartamkísérlet gyomborítás-vizsgálatainak eredményeiből látható, hogy a számára kedvező körülmények közt milyen nagy térhódításra képes a kultúrában akár egyetlen gyomfaj is, mint ebben az esetben az *A. spica-venti*. A növekvő dózisu tápanyagkezelések szignifikánsan is igazolható növekedést eredményeztek mind az összes gyomborítottság, mind az egyedszám tekintetében. Az NPK-kezelés gyomborítottsága a kontrolléhoz képest 27,6%-ról 2,7-szeresére, 74,1%-ra emelkedett. Vizsgálataink alapján mindkét zsúrlófaj (*E. ramosissimum*, *E. arvense*) csak a kezeletlen területeken volt jelentős, a *S. arvensis* és a *D. sanguinalis* a kizárólag nitrogénnel ellátott parcellákban, míg az *A. spica-venti*, az *A. arvensis* és az *A. artemisiifolia* az NPK-kezelésben tudott jobban felszaporodni.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki Kádár Imre professzor úrnak és dr. Gólya Gellértnek a kutatás során nyújtott segítségért, továbbá az OTKA által biztosított támogatásért (OTKA K105789).

Irodalom

- Borhídi A.*: 1993. A magyar flóra szociális magatartás típusai, természetességi és relatív ökológiai értékszámai. Pécs.
- Kádár I.–Szemes I.–Loch J.–Láng I.*: 2011. A nyírlugosi műtrágyázási tartamkísérlet 50 éve. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet. Budapest.
- Kádár I.*: 2015. Összefüggések a talaj termékenysége és tápanyag-ellátottsága között. Budapest.
- Kismányoky, A.–Lehoczky, É.*: 2007. Effect of the nutrient supply on the biomass production of winter wheat and weeds. *Cereal Res. Commun.* 35. 2: 617–620.
- Lehoczky, É.–Kismányoky, A.*: 2010. Soil cultivation, nitrogen fertilisation and weeds. *Növénytermelés.* 59. 1: 145–150.
- Lehoczky, É.–Kismányoky, A.–Lencse, T.–Németh, T.*: 2012. Effect of different fertilisation methods and nitrogen doses on the weediness of winter wheat. *Communications in Soil Science and Plant Analysis.* 43. 1–2: 341–345.

- Lehoczky, É.-Kamuti, M.-Mazsu, N.-Radímszky, L.-Sándor, R.:* 2014a. Composition, density and dominance of weeds in maize at different nutrient supply levels. *Növénytermelés Supplements*. 63: 287-290.
- Lehoczky, É.-Kamuti, M.-Mazsu, N.-Tamás, J.-Sáringger-Kenyeres, D.-Gólya, G.:* 2014b. Influence of NPK fertilisation on weed flora in maize field. *Agrokémia és Talajtan*. 63. 1: 139-148.
- Lehoczky, É.-Nagy, P.-Lencse, T.-Tóth, V.-Kismányoky, A.:* 2009. Investigation of the damage caused by weeds competing with maize for nutrients. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 40. 1/6: 879-888.
- Tuesca, D.-Nisensohn, L.-Boccanelli, S.-Torres, P.-Lewis, J. P.:* 2004. Weed seedbank and vegetation dynamics in summer crops under two contrasting tillage regimes. *Community Ecology*. 5. 2: 247-255.

A szerzők levelezési címe - Address of the authors:

Dr. Lehoczky Éva - Radímszky László - Mazsu Nikolett
MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet
Budapest
Herman Ottó u. 15.
H-1022

*Vikár Dóra - Szalai Zita
SZIE Kertészettudományi Kar
Ökológiai és Fenntartható Gazdálkodási Rendszerek Tanszék
Budapest
Villányi út 29-43.
H-1118
*vikardo@gmail.com

KÖNYVISMERTETÉS

Book reviews

Berzsenyi Zoltán: „Növénytermesztési kísérletek tervezése és értékelése”
(Agroinform Kiadó és Nyomda Kft., Budapest, 587 p.)



A könyv szerzője nemzetközileg elismert növénytermesztő kutató. Az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetében Martonvásáron több mint 30 éven keresztül a növénytermesztési kísérletek tervezésével, beállításával és analízisével foglalkozott. Jelentősek eredményei a kutatómódszertan területén, a tartamkísérletek többváltozós módszerekkel történő analízisében, valamint a kísérletek biometriai értékelési módszereinek alkalmazásában. A szerzőt az a nemes célkitűzés vezérelte, hogy a kísérletezésben eltöltött több mint három évtized tapasztalatainak birtokában elősegítse a növénytermesztési kísérletek korrekt tervezését, beállítását és értékelését. Mint bevezető gondolataiban írja: „*A biometria fő célja, hogy előírjon standardokat a kísérleti megfigyelésekre, amelyek ki vannak téve örökletes biológiai, továbbá fizikai, időbeni és térbeli variációnak.*”

Évtizedek óta hiányzik a növénytermesztési kutatások számára egy olyan mű, amely komplexen átfogja a növénytermesztési kísérletezésben használatos klasszikus, és az arra épülő korszerű biometriai eljárásokat, értékelési módszereket. A könyv kiemelten a hiánypótló kategóriába sorolható, logikus felépítésű, jól rendszerezett, a szükséges alapismereteken keresztül rendszerbe foglalva mutatja be a növénytermesztési kísérletek tervezését és értékelését. Nyelvezete a precíz szakszerűség mellett nagyon jól érthető, az életszerű példákon keresztül jól értelmezhető. Tartalmi vonatkozásban a könyv bevezető fejezetei magukba foglalják a kísérletezés alapelveit és alapfogalmait, a szántóföldi kísérletek elrendezését és a kísérletek szerkezetét – bemutatva azok előnyeit, hátrányait és alkalmazhatóságát –, majd kitér a kísérletek számítógépes tervezésére.

A könyv az analízis és kísérletértékelés gyakorlatára összpontosít. Ez a szemlélet tükröződik a leíró statisztika fejezetben is, ahol példákon keresztül mutatja be az összegző statisztikák kiszámítását. A kísérletértékelési módszerek gerincét a variancia-analízis képezi. Az egytényezős, kéttényezős és háromtényezős kísérletek különböző típusainak variancia-analízise mellett ismerteti a kísérletsorozatok, tartamkísérletek és üzemi kísérletek variancia-analízisét is. Nagyon gyakorlatias és értékes módszertani része e könyvnek, hogy a kísérletek variancia-analízisét kétféle módon mutatja be. Először a hagyományos „kézi számolással” lépésenként mutatja be a számítás menetét, amely mintegy elősegíti a speciális módszerek megértését. A másik, korszerű számítógépes értékelést a GenStat program alkalmazásával, valós kísérletek adatainak felhasználásával ismerteti. A könyv a nem-paraméteres próbák áttekintése után foglalkozik a korreláció-számítással, a kétváltozós lineáris és nem-lineáris regresszió-analízissel és a többváltozós regresszió-analízissel.

A könyv a megbízhatóságot, érthetőséget és alkalmazhatóságot szolgáló nagyszámú adatbázissal, táblázattal, ábrákkal és fotókkal illusztrált alapvető szakirodalom, mely nélkülözhetetlen a mezőgazdasági kísérletezéssel foglalkozók számára. Széleskörű érdeklődésre tarthat számot a kutatók, oktatók, szaktanácsadók, gyakorlati szakemberek, egyetemi és PhD hallgató körében egyaránt.



NAGY JÁNOS főszerkesztő
a Magyar Tudományos Akadémia doktora,
Debreceni Egyetem prorektora,
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
