

Crop
Production

 HERMAN OTTÓ INTÉZET
NONPROFIT KFT.

NÖVÉNYTERMELÉS

67. kötet | 1. szám | 2018. március

Alapítás éve: 1952

Főszerkesztő: Nagy János



A klimatikus tényezők és a műtrágyázás hatása eltérő genotípusú kukorica hibridek termésére és jövedelmére

Talajművelési módok kockázatelemzése öntözéses gazdálkodásban

Tenyészterület vizsgálatok batáta (*Ipomoea batatas* L.) fajtáknál

www.agrarlapok.hu

Növénytermelés

CROP PRODUCTION

A Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft. kiadásában,
a Földművelésügyi Minisztérium támogatásával megjelenő folyóirat
a növénytermesztés, növénynevelés, növénygenetika, növényélettan, agrobotanika
területén magyar és külföldi szerzők által írt, angol és orosz nyelvű összefoglalókkal
ellátott tudományos közleményeket, vitacikkeket, szemlét, könyvismertetést közöl.

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

Megjelenés egy kötet négy füzetben.

A Növénytermelést a SCOPUS és a Google Scholar indexeli.

Szerkesztőség:

DEBRECENI EGYETEM 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 Nonprofit Kft.
Kiadói 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 Bárányné Erdei Rita,
a Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft. ügyvezetője

ISSN 0546-8191
Növényterm 67 (2018) 1
Printed in Hungary

Növénytermelés

CROP PRODUCTION

67. kötet, 1. szám, 2018. március

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 Nonprofit Kft. ügyvezetője

A nyomást és kötést az ADU-PRESS Nyomda Kft. végezte

Felelős szerkesztő: Dr. Nagy János

Fedélterv: Dávid Ildikó

Fotót készítette: Dr. Csajbók József

ISSN 0546-8191

TARTALOM

<i>Nagy Fruzsina – Nagy Orsolya – Bodnár Karina Bianka:</i> Talajművelési módok kockázatelemzése öntözéses gazdálkodásban	5
<i>Pepó Péter:</i> Tenyésztéstudományi vizsgálatok batáta (<i>Ipomoea batatas</i> L.) fajtáknál	19
<i>Surányi Szilvia – Izsáki Zoltán:</i> A P-trágyázás hatása az őszi árpa (<i>Hordeum vulgare</i> L.) bokrosodáskori tápelem-koncentrációjára tartamkísérletben	31
<i>Széles Adrienn – Ferencsik Sándor:</i> A klimatikus tényezők és a műtrágyázás hatása eltérő genotípusú kukorica hibridek termésére és jövedelmére	49
<i>Tóth Csilla – Simon László:</i> Ammónium-nitrát műtrágya, települési biokomposzt és települési szennyvíziszap-komposzt hatása az olasz nád (<i>Arundo donax</i> L.) levelének mikroanatómiájára	69

SZEMLE

<i>Matuz János – Bóna Lajos:</i> 50 éve alapították a Fleischmann Rudolf díj elődjét, a Fleischmann Rudolf emléklakettet	85
--	----

CONTENTS

<i>F. Nagy – O. Nagy – K. B. Bodnár:</i> Risk analysis of tillage methods in irrigation farming	5
<i>P. Pepó:</i> Growing area examinations in the case of sweet potato (<i>Ipomoea batatas</i> L.) cultivars	19
<i>Sz. Surányi – Z. Izsáki:</i> The impact of P fertilisation on the nutrient concentration of winter barley (<i>Hordeum vulgare</i> L.) at tillering	31
<i>A. Széles – S. Ferencsik:</i> The impact of climatic factors and fertilisation on the yield of and profit related to maize hybrids of various genotypes	49
<i>Cs. Tóth – L. Simon:</i> Impact of ammonium-nitrate artificial fertiliser, municipal biocompost and municipal sewage sludge compost on the leaf micro-anatomy of giant reed (<i>Arundo donax</i> L.)	69

REVIEW

<i>J. Matuz – L. Bóna:</i> The Rudolf Fleischmann commemorative plaque, the predecessor of the Rudolf Fleischmann prize was founded 50 years ago	85
--	----

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Ф. Надь – О. Надь – К. Б. Боднар</i> : Анализ риска методов обработки почвы в оросительном хозяйстве	5
<i>П. Пено</i> : Изучение площади питания сортов батата (<i>Ipomoea batatas</i> L.)	19
<i>С. Шурани – З. Ижаки</i> : Влияние Р-удобрения на концентрацию питательных элементов озимого ячменя (<i>Hordeum vulgare</i> L.) во время кущения в продолжительном опыте	31
<i>А. Селеш – Ш. Ференчи</i> : Влияние климатических факторов и искусственного удобрения на урожай и доходность кукурузных гибридов различного генотипа	49
<i>Ч. Тот – Л. Шимон</i> : Влияние искусственного удобрения нитрата аммония, биокомпоста поселения и компоста ила сточных вод поселения на микроанатомию листьев тростникового арундо (<i>Arundo donax</i> L.)	69
ОБЗОР	
<i>Я. Матуз – Л. Бона</i> : 50 лет назад основали предшественника награды Флейшманна Рудольфа - памятную медаль Флейшманна Рудольфа	85

Talajművelési módok kockázatelemzése öntözéses gazdálkodásban

¹NAGY FRUZZSINA – ²NAGY ORSOLYA – ³BODNÁR KARINA BIANKA

¹Debreceni Egyetem MÉK

Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet, Debrecen

²Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal, Budapest

³Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Doktori Iskola, Debrecen

Összefoglalás

A Debreceni Egyetem Kutató Központjában véletlen elrendezésben, négy ismétlésben végzett polifaktoriális kísérlet adatai alapján a kukoricatermést befolyásoló tényezők közül a talajművelési módok (tavaszi sekélyművelés, őszi szántás, tavaszi szántás művelési mód) hatásait vizsgáltuk. A 30 éves tartamkísérlet három (2012, 2013, 2014) egymást követő száraz, meleg évjáratban kapott eredményei alapján öntözött kezelésben vizsgáltuk, mely talajművelési módok adnak nagyobb termést a teljes terméstartományon. Kiemelten fontos annak vizsgálata, hogy a különböző talajművelési módok mikor biztosítják az adott termésszintet a legkisebb kockázattal. A vizsgálathoz a sztochasztikus dominancia és a várható értékvariancia kockázatprogramozási kritérium módszert alkalmaztunk.

A több évtizedes szántóföldi tartamkísérletekben kapott kutatási eredményeink alapján bizonyítottuk, hogy a talajművelési módok között teljes terméstartományon – a másodrendű sztochasztikus dominancia szerint – lehetséges sorrendet felállítani, amely hatékonyan segíti a döntéshozókat.

A várható értékvariancia kritérium alkalmazásának eredménye alapján a termésérték parametrikus változtatásával – a különböző talajművelési módok esetén várható termések tartományában – a nagyobb termésértékek felé haladva az adott termés akkor

állítható elő kisebb kockázattal, ha a tavaszi sekélyművelési mód alkalmazásának aránya a legnagyobb (8,7 t/ha felett).

Kulcsszavak: kockázatelemzés, talajművelési módok, öntözés

Risk analysis of tillage methods in irrigation farming

¹F. NAGY – ²O. NAGY – ³K. B. BODNÁR

¹University of Debrecen Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute for Land Utilisation, Regional Development and Technology, Debrecen

²National Research, Development and Innovation Office, Budapest

³University of Debrecen, Kerpely Kálmán Doctoral School, Debrecen

Summary

A polyfactoral experiment was established in the Research Centre of the University of Debrecen with randomised design and four replications to examine the effects of different tillage methods (shallow spring tillage, autumn ploughing and spring ploughing) of the various factors affecting maize production. Based on the results obtained during three consecutive dry and warm crop years (2012, 2013, 2014) of the 30-year-long long-term experiment, it was examined in irrigation treatments which tillage methods provide higher yield in the whole yield range. It is especially important to examine when the different tillage methods can provide the given yield level at the lowest risk. In order to carry out this examination, stochastic dominance and expected value variance risk programming criterion methods were used.

Based on the research findings obtained in the multiple-decade-long long-term field experiment, it was concluded that it is possible to set up an order of tillage methods over the whole yield range in accordance with the secondary stochastic dominance to effectively help decision-makers.

Based on the use of the expected value variance criterion, a given yield can be produced with the lowest risk – in the range of expected yields resulting from various tillage methods – by parametrically altering yield if the proportion of shallow spring tillage is the highest (above 8.7 t ha⁻¹).

Key words: risk assessment, tillage methods, irrigation

Анализ риска методов обработки почвы в оросительном хозяйстве

¹Ф. НАДЬ – ²О. НАДЬ – ³К. Б. БОДНАР

¹Дебреценский Университет, Факультет Сельского Хозяйства, Науки о Пище и Экологического Менеджмента (МЭК), Институт Землепользования, Технический и Развития Территорий, Дебрецен

²Национальное Управление Исследований, Инноваций и Развития, Будапешт

³Докторская школа им.Керпеи Калмана Дебреценского Университета, Дебрецен

Резюме

На основании данных полифакторного опыта, проведённого в исследовательском Центре Дебреценского Университета в случайном расположении, в четырёх повторениях, среди влияющих на урожай кукурузы факторов исследовали влияния способов обработки почвы (весенняя мелкая обработка, осенняя вспашка, способ весенней вспашки). На основании результатов, полученных в трёх, следующих один за другим годах 30-и летнего продолжительного опыта (2012, 2013, 2014) в сухие, тёплые годы выращивания в орошаемой обработке исследовали, какие способы обработки почвы дают больше урожай из всех количеств урожая. Особенно важно исследование того, когда различные способы обработки почвы обеспечивают данный уровень урожая с меньшим риском. Для исследования использовали методы стохастического господства и критерии ожидаемой дисперсии величин программирования риска.

На основании результатов исследования, полученных за годы продолжительного пахотного опыта доказали, что среди способов обработки почвы в полном спектре уровней урожаев – согласно стохастическому доминированию второго порядка – возможно установить такую очерёдность, которая эффективно поможет принятию решений.

На основании результата применения ожидаемого критерия дисперсии величин с параметрическим изменением величин урожаев – в случае различных способов обработки почвы в ожидаемых рамках урожая – продвигаясь к большим величинам урожая, данный урожай тогда можно произвести с меньшим риском, если доля использования способа весенней мелкой обработки самая большая (выше 8,7 t/ha).

Ключевые слова: анализ риска, способ обработки почвы, орошение

Bevezetés

A gazdálkodók egyik legfontosabb döntése a talajművelési rendszer helyes megválasztása az egész gazdaságra, vagy egy meghatározott táblára, növényre vonatkozóan. A csökkentett menetszámú és a művelés nélküli talajvédő művelés segítségével tarthatóak a környezeti célok, akár még alacsonyabb gazdasági költségek mellett is. A nyilvánvaló előnyök ellenére a gazdálkodók egy része továbbra is vonakodik a csökkentett menetszámú, vagy művelés nélküli rendszerek bevezetését illetően, mivel nincs elég információjuk a lehetséges következményekről, beleértve a lehetséges gazdasági (pl. új eszközök vásárlása) és környezeti hatásokat. A gazdálkodók egy része nem ismeri a talajvédő gazdálkodás bevezetésének rövidtávon felmerülő költsége és a jövőben realizálódó, hosszú távú gazdasági előnyök közötti kapcsolatot (*Fathelrahman et al.* 2011).

Számos kutató a kockázat elemzés átlag-variancia/átlag-szórás vizsgálatokat, illetve sztochasztikus dominancia megközelítéseket alkalmazott; többek között például a kockázat elkerülését célzó magatartást illetően, a gazdálkodók hasznossági függvényeinek és a megtérülés kumulatív eloszlásfüggvényeinek kapcsán (*Hadar és Russell* 1969, *Hanoch és Levy* 1969).

A talajok kultúrállapotában bekövetkező romlás kiváltó okaként a szakszerűtlen talajhasználatot, a gyakori talajbolygatást és a művelési hibákat jelölhetjük meg. A helyesen megválasztott talajművelési eljárások alkalmazásával, a száraz körülmények ellenére, csökkenteni lehet a művelés költségeit és a művelésre fordított időt, miközben nem kell lemondani a termést biztonságosan alapozó kedvező talajállapot eléréséről (*Kismányoky* 1992, *Birkás* 1994, *Hoffmann és Kismányoky* 1996).

Györfly (1976) martonvásári, *Nagy* (2007) debreceni vályog mechanikai összetételű talajon végzett polifaktoriális kukoricakísérletek eredményei szerint a talajművelés termésre gyakorolt hatása lényegesen kisebb, mint a műtrágyázásé. A talajművelések mélységét és a trágyázás kölcsönhatását vizsgálva a kukoricánál a két tényező pozitív kölcsönhatását állapította meg *Sipos* (1979), amely közül a trágyázás hatása volt a meghatározó. *Kemenesy* (1972) pedig rámutatott arra, hogy a radikális mélyítő szántás után, az azonos mennyiségű műtrágyának a hatása kisebb, mint ugyanaz a mennyiség közép mélyen leszántva.

A talajkímélő művelési módok és eszközök alkalmazásának igénye (*Barta és Jóri* 1979, *Birkás* 1993, *Sörös és Soós* 1994) Magyarországon is növekszik.

A növények számára felvehető víz- és tápanyag meghatározza a termés mennyiségét és minőségét (Ványiné Széles és Nagy 2012)

E tanulmány része annak a sorozatnak, amely a Debreceni Egyetem Kutató Központjában végzett többéves polifaktoriális szántóföldi tartamkísérlet adatait felhasználva vizsgálja a megjelölt tényezők hatását és kölcsönhatását.

Anyag és módszer

A kutatások megbízhatóságát az 1983-ban a Debreceni Egyetemen alapított Debreceni Polifaktoriális (fajta \times műtrágyázás \times növényszám \times talajművelés \times öntözés) Szántóföldi Tartamkísérletek garantálják. Európában egyedülálló a teljes, négyismétléses polifaktoriális szántóföldi tartamkísérlet öntözött változata, ahol így lehetőség van a vízpótlás hatékonyságának idősoros elemzésére. Az öntözött fő változatban a növények számított vízigényét megközelítő öntözővíz 2012-ben 100 mm, 2013-ban 80 mm, 2014-ben 70 mm mennyiségben lett kijuttatva. A kísérletben a tesztnövény három kukorica hibrid volt azonos területekkel.

Az alföldi mészlepedékes csernozjom talaj N- és P-ellátottsága közepes, K-tartalma nagy (humusztartalom 2,8–3,0%; össz. N 0,14–0,28%; AL- P_2O_5 130–200 mg/kg, AL- K_2O 240–280 mg/kg). A humuszos réteg vastagsága 70–90 cm. A pH_{KCl} érték 6,2, az Arany-féle kötöttségi szám 43 (Nagy 2011). Mikroelemhiány nem mutatható ki. A talajvízszint 6–8 m közötti. A talaj VK_{min} értéke 27–29 tf%. A 0–100 cm-es talaj szelvény 275 mm, a 100–200 cm-es 265 mm nedvesség tárolására képes. A hasznos VK a 0–100 cm-en 157 mm, a 100–200 cm-en 150 mm.

A vizsgált időszakban Debrecenben az évjáratokat szárazság és meleg jellemezte, a csapadékkellátottság különösen kedvezőtlen volt. 2012-ben 90 mm-rel, 2013-ban 70 mm-rel, 2014-ben 60 mm-rel kevesebb csapadék hullott a harmincéves átlaghoz képest.

Drimba és Nagy (1997) és Nagy (2012) alapján a legkedvezőbbnek bizonyult ($tr^2=120$ kg N + 90 kg P_2O_5 + 106 kg K_2O/ha) trágyakezelés mellett vizsgáltuk a talajművelési módok hatását a termésre, illetve a terméskockázatra. A különböző kísérleti kezelésekből kapott adatokat ismétlésnek véve 648 darab eredeti adat állt rendelkezésünkre talajművelési módonként, öntözött kezelésben.

A sztochasztikus dominancia (SD) és a várható értékvariancia (E-V) kockázatprogramozási modellek (*Drimba et al.* 2000ab).

Az SD kockázatprogramozási modellel azt vizsgáltuk, hogy kiválasztható-e olyan talajművelési mód – a tavaszi sekély talajművelési mód, őszi szántás talajművelési mód, illetve tavaszi szántás talajművelési mód közül –, ami minden termésszinten jobb eredményt ad a többinél, valamint, hogy sorba rendezhető-e a talajművelési módok a kockázatprogramozási modell feltételeinek megfelelő tulajdonságokkal rendelkező döntéshozói preferenciák szerint (*Drimba és Nagy 1998*).

Fishburn (1964) alapján a sztochasztikus dominancia (SD) kockázatprogramozási modellben a H és G döntési alternatívák esetén a H-nak G feletti i-edrendű sztochasztikus dominanciája áll fenn, ha:

$$H_i(R) \leq G_i(R) \quad (i=1,2,3) \quad (1)$$

ahol: minden $R \in [a,b]$, $R \neq a,b$ értékre és a $<$ reláció érvényes legalább egy R-nél.

A $H_i(R)$ és $G_i(R)$ ($i=1,2,3$) – eredetileg folytonos változókra, integrálos formában definiált – függvények empirikus becslését *Anderson et al. (1977)* formulái szerint végeztük. Az elsőrendű SD-hez definiált függvények meghatározását a vizsgált valószínűségi változóra nyert – nagyság szerint rendezett mérési eredmények – gyakorisági adatainak kumulálásával végeztük. Például a H alternatívára:

$$H_1(R) = P(x_i < R) = \sum_{x_i < R} f(x_i) \quad (2)$$

ahol: x_i a vizsgált változó (termés) megfigyelt értékei, $f(x_i)$ a tapasztalati sűrűségfüggvény (relatív gyakorisági diagram), R a vizsgált (termés-)érték valamely lehetséges szintje (a kísérlet során tapasztalt termésértékek intervallumán veszi fel értékeit), P az utána lévő zárójelben álló esemény valószínűségét jelöli.

Az így kapott tapasztalati eloszlásfüggvény azt adja meg, hogy mi a valószínűsége annak, hogy a valószínűségi változó (termés) kisebb értéket vesz fel egy adott R értéknél. Fontosabb viszont számunkra az ezzel ellentétes esemény valószínűsége, hogy milyen valószínűséggel vesz fel a változó a vizsgált R értéknél nem kisebb, azaz azzal egyenlő vagy annál nagyobb értéket. Azt vizsgáltuk, hogy mi a valószínűsége, hogy a változó (termés) legalább a vizsgált mennyiséget eléri. Mivel egy adott esemény és ennek ellentétes eseménye valószínűségeinek összege 1, két esemény közül adott R-nél azon ellentétes eseménynek

lesz nagyobb a valószínűsége, melynek grafikonja kisebb értéket vesz fel a vizsgált helyen. Ha ez a teljes (a,b) értelmezési tartományon igaz – az egyik, például a H-alternatívára), akkor geometriailag ez azt jelenti, hogy a H görbéje jobbra van a másik alternatíva görbéjétől.

A másodrendű SD-hez alkalmazott függvények empirikus közelítése az elsőrendű tapasztalati eloszlásfüggvények felhasználásával az alábbiak szerint történt, H-ra:

$$H_2(x_1)=0$$

$$H_2(x_r)=\sum_{i=2}^r H_1(x_{i-1})\Delta x_i \quad (r=2,\dots,n) \quad (3)$$

A két alternatíva vizsgálata tulajdonképpen az elsőrendű SD görbék alatti területek összehasonlítását jelenti. Ez hatékonyabb, mint az elsőrendű SD kritérium, mert olyan alternatívákat is rangsorolhat, melyekre az elsőrendű SD hatástalan volt (mert például az elsőrendű SD görbék metszették egymást). Az E kritérium tulajdonképpen azt fejezi ki, hogy a domináns változat görbéje 'általában' alatta volt a másik változat görbéjének, azaz a domináns változat bekövetkezési valószínűségeinek a teljes értelmezési tartományon vett 'összege' jobb, mint a dominált változaté. Ehhez szükséges feltétel, hogy a domináns változat átlaga ne legyen kisebb a másik alternatíva átlagánál, és a legkisebb x_i értéke ne legyen kisebb a másik alternatíva legkisebb előfordulási értékénél. Az i -edrendű ($i=1, 2, 3$) SD (1) definíciója és az ezekből következő geometriai interpretáció szerint akkor preferálja a döntéshozó valamelyik döntési változatot (talajművelési módot) egy másikkal szemben, ha ennek (i -edrendű) grafikonja sehol sincs balra, illetve legalább egy termésszintnél jobbra van a másik görbéjénél.

Az elsőrendű SD görbe – az empirikus valószínűségi eloszlásfüggvény – azt jelenti, hogy a preferált talajművelési mód esetén bármely termésszinten (pl. R_0) biztosan nem kisebb (azaz egyenlő vagy nagyobb) annak a valószínűsége, hogy legalább az adott termésszintet (R_0) elérjük, mint más talajművelés esetén. A másodrendű SD kritérium – az előzőek mellett –, hogy a döntéshozók egy része kockázattellenességgel, kockázatot nem szívesen vállalással jellemezhetőek (*Hanoch és Levy 1969*). A szakirodalom szerint a döntéshozók általában rendelkeznek az SD kritériumoknál felsorolt tulajdonságokkal (*Binswanger és Sillers 1983*).

A várható értékvariancia (E-V) kockázatprogramozási kritériummal azt kívánjuk meghatározni, hogy a különböző lehetséges termésszinteket a vizsgált döntési változatok (talajművelési módok) milyen mértékű alkalmazásával lehet úgy elérni, hogy a termés kockázata minimális legyen. A kritérium alapján (Hazell és Norton 1986) a termés várható értékek (E) parametrikus változtatásával olyan E-V pontokat kapunk, melyekhez a jelenleg alkalmazott talajművelési módok olyan mértékű alkalmazása lesz megadva, hogy mindegyik adott E-hez a legkisebb variancia (V) tartozzon. A kritérium a következő kvadrátikus modellel biztosítja a fentieket:

$$\begin{aligned}
 X_j &\geq 0 \\
 \sum_j a_{ij} X_j &\leq b_i \\
 \sum_j E(c_j) X_j &= \lambda \\
 \sum_j \sum_k X_j X_k \sigma_{jk} &= \min
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

ahol: X_j a modell változói (j : talajművelési mód), $\sum_j a_{ij} X_j \leq b_i$ a kapacitáskorlátokat fejezi ki (pl. a földterületre vonatkozóan), $E(c_j)$: a j . változó fajlagos eredményének várható értéke (becsült termésátlaga), λ : paraméter a különböző várható értékek (termések) beállítására, σ_{jk} : a j . és a k . változó közötti kovariancia

A kritérium által szolgáltatott E-V pontokból álló úgynevezett efficiens határgörbe pontjai közül választhatja ki a döntéshozó azt, amely számára a megfelelő nagyságú termést a még elfogadható kockázat (variancia) mellett biztosítja (nagyobb E-hez rendszerint nagyobb V tartozik).

Eredmények

A kutatás során öntözött körülmények között elemeztük a különböző talajművelési módoknál bekövetkezett termésértékek gyakorisági értékeit (1. ábra). Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a tavaszi sekélyművelési és a tavaszi szántás talajművelési módokban 10–11 t/ha termésintervallumokban a gyakoriság 10, illetve 12, míg az őszi szántás talajművelési módokban 7 t/ha körüli termésértékek előfordulása a legnagyobb (10).

1. ábra. A talajművelési módok gyakorisági diagramja a termés függvényében (t/ha)

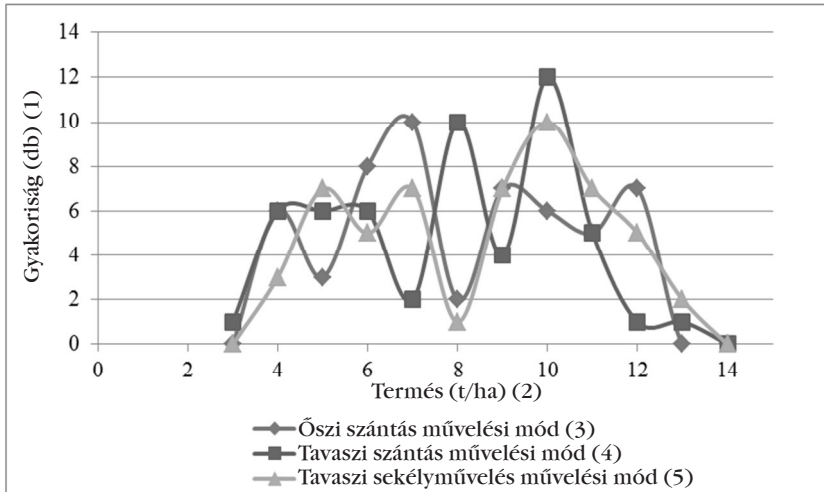


Figure 1. Frequency diagram of tillage methods against yield (t ha⁻¹). (1) Frequency (no.), (2) Yield (t ha⁻¹), (3) Autumn ploughing, (4) Spring ploughing, (5) Shallow spring tillage

Az elsőrendű SD görbéket vizsgálva (2. ábra) megállapítható, hogy tavaszi sekélyművelés dominálja mindkét talajművelési módot. Ez alól kivétel, egyrészt a közelítőleg 4,5–5,5 t/ha termések közötti intervallumnál látható, ahol a talajművelési mód őszi szántás, másrészt a közelítőleg 6,5–7,0 t/ha hozamok közötti intervallumnál van, ahol a tavaszi szántás veszi fel nagyobb valószínűséggel az értékeket.

A másodrendű SD kritérium alapján (3. ábra) Öntözött körülmények között a tavaszi sekélyművelés – 5 t/ha termés felett – dominálja az őszi szántás és a tavaszi szántás talajművelési módokat, illetve az őszi szántás dominálja a tavaszi szántás talajművelési módot, ha az átlagtermés 9 t/ha feletti.

A kockázatprogramozási modell alapján megállapítottuk, hogy az adott termésszint öntözött körülmények között a kisebb termésértékeknél a tavaszi szántás, a magasabb termésszinteken a tavaszi sekélyművelés nagyobb arányú alkalmazásával érhető el legkisebb kockázattal, míg a közepes termésnél mindhárom talajművelési módot közel azonos arányban lehet alkalmazni (1. táblázat).

2. ábra. A talajművelési módok elsőrendű sztochasztikus dominancia görbéi

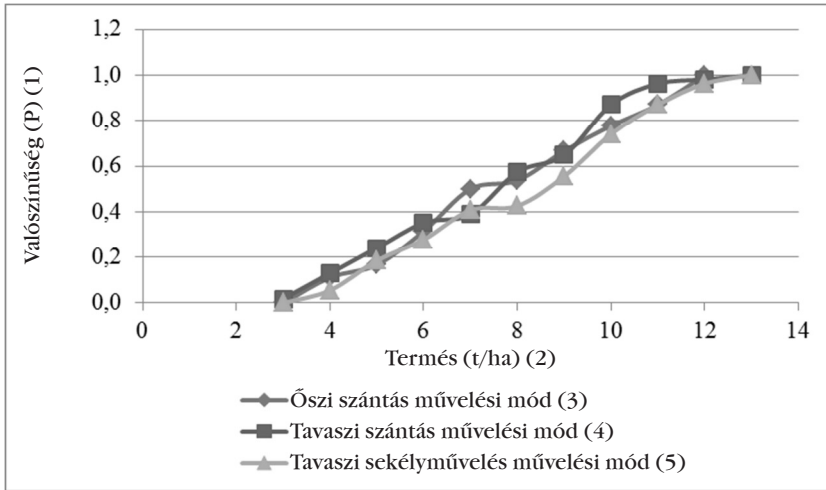


Figure 2. Primary stochastic dominance curves of the various tillage methods. (1) Probability (P), (2) Yield (t ha⁻¹), (3) Autumn ploughing, (4) Spring ploughing, (5) Shallow spring tillage

3. ábra. A talajművelési módok másodrendű sztochasztikus dominancia görbéi

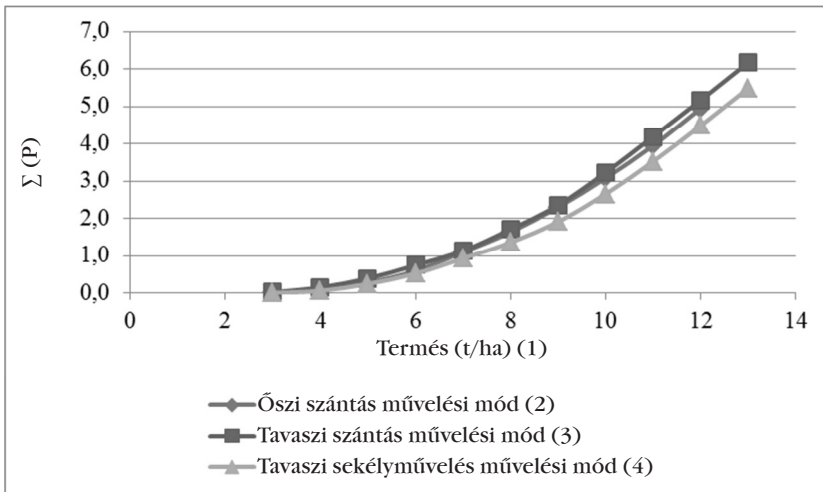


Figure 3. Secondary stochastic dominance curves of the various tillage methods. (1) Yield (t ha⁻¹), (2) Autumn ploughing, (3) Spring ploughing, (4) Shallow spring tillage

1. táblázat. A minimális kockázatú (V_{min}) termésértékek (E) eléréséhez szükséges talajművelési arányok

E (t/ha) (1)	Őszi szántás (%) (2)	Tavaszi szántás (%) (3)	Tavaszi sekélyművelés (%) (4)	V_{min} (t ² /ha ²) (5)
8,3		nem értékelhető (6)		
8,4	1,6	90,3	8,0	5,354
8,5	9,2	71,9	18,8	4,546
8,6	16,8	53,5	29,7	4,042
8,7	24,4	35,1	40,5	3,841
8,8	32,0	16,6	51,3	3,944
8,9	36,8	0,0	63,2	4,354
9,0	15,5	0,0	84,5	5,386
9,1		nem értékelhető (6)		

Table 1. Proportions of various tillage methods needed for reaching yields (E) of minimum risk (V_{min}). (1) E (t ha⁻¹), (2) Autumn ploughing (%), (3) Spring ploughing (%), (4) Shallow spring tillage (%), (5) V_{min} (t² ha⁻²), (6) cannot be evaluated

A legkisebb kockázattal a 8,7 t/ha termésszint tervezhető, ehhez az őszi szántás művelési mód 24%, a tavaszi szántás művelési mód 35%, a tavaszi sekélyművelés talajművelési mód pedig 41% arányban alkalmazható.

Kutatási eredményeink alapján megállapítottuk, hogy amennyiben kockázatkerülő döntéshozó hajlandó egy magas termésszint helyett egy alacsonyabb hozam mellett dönteni, akkor ez a döntés a kockázat jelentős csökkenését eredményezi. Például, ha a döntéshozó 9 t/ha helyett alacsonyabb (8,7 t/ha) terméshozamot választ, akkor 3,3%-os hozam (E érték) lemondással, a kockázatot kifejező variancia 28,7%-os csökkenését érheti el (4. ábra).

4. ábra. Várható érték a variancia függvényében öntözött kezelés esetén

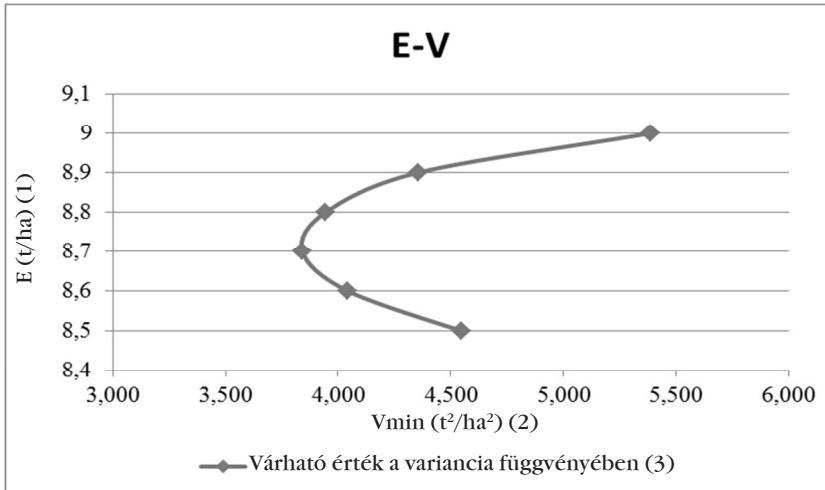



Figure 4. Expected value against variance in irrigated treatments. (1) E (t ha⁻¹), (2) V_{min} (t² ha⁻²), (3) Expected value against variance

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítése az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt, „ az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-3-II-DE-175 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával”, a GINOP-2.2.1-15-2016-00001 azonosító számú „Üzemmérettől független komplex precíziós szaknácadási rendszer kialakítása” című projekt és a KITE Zrt. támogatásával valósult meg.

Irodalom

- Andreson, J. R.–Dillon, J. L.–Hardaker, B.: 1977. Agricultural Decision Analysis, AMES, Iowa.
- Barta L.–Jóri J. I.: 1979. Nehéz kultivátorok összehasonlító vizsgálata. Mg. Gépesítési Tanulmányok. MÉM MIM. Gödöllő.
- Binswanger, H. P.–Sillers, D.: 1983. Risk-Aversion and Credit Constraints in Farmers. Decisionmaking: A Reinterpretation. Journal of Development Studies. 20: 5–21.
- Birkás M.: 1994. Manninger talajművelési rendszerének tanulságai szárazságban. Manninger G. Adolf Tudományos Emlékkülés. DATE. Debrecen. 113–116.

- Birkás M.*: 1993. Az elmaradt őszi szántások ürügyén. Magyar Mezőgazdaság. 48. 15: 4–5.
- Drimba P.–Nagy J.*: 1997. Kukoricahibridekkel végzett kockázatvizsgálat eredményei. Növénytermelés 46. 5: 487–498.
- Drimba P.–Nagy J.*: 1998. A talajművelés hatásának eredményei a kukoricatermesztésben a kockázat figyelembevételével 47. 1: 59–70.
- Drimba, P.–Nagy, J.–Sum, O.*: 2000a. Selection of maize hybrids with risk-examination method. Cereal Res. Commun. 28. 1–2: 109–115.
- Drimba, P.–Nagy, J.–Sum, O.*: 2000b. Evaluation of plant density and yield interaction in maize production considering risk. Cereal Res. Commun. 28. 3: 315–321.
- Fathelrahman, E. M.–Ascough, J. C.–Hoag, D. L.–Malone, R. W.–Heilman, P.–Lori, J.–Kamwar, R. S.*: 2011. Economic and stochastic efficiency comparison of experimental tillage systems in corn and soyabean under risk. Cambridge University Press. 47. 1: 111–136.
- Fishburn, P. C.*: 1964. Decision and Value Theory. Wiley. New York. USA
- Györfy B.*: 1976. A kukorica termésére ható növénytermesztési tényezők értékelése. Agrártudományi közlemények. 239–266.
- Hadar, J.–Russel, W. R.*: 1969. Rules for ordering uncertain prospects. The American Economic Review. 59. 1: 25–34.
- Hanoch, G.–Levy, H.*: 1969. The Efficiency Analysis of Choices Involving Risk. Review of Economic Studies. 36. 3: 335–346.
- Hazell, P. B. R.–Norton, R. D.*: 1986. Mathematical programming for economic analysis in agriculture. Macmillan Publishing Company. New York.
- Hoffmann, S.–Kismányoky, T.*: 1996. Effect of soil tillage and N-fertilization on the distribution of nitrate in the soil profile in a long-term wheat-maize biculture. [In: Rodriguez-Barrueco, C. (ed.) Fertilizers and Environment: Proceedings of the International Symposium "Fertilizers and Environment".] Salamanca. Spain. 227–231.
- Kemenes E.*: 1972. Földművelés–talajerő gazdálkodás. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Kismányoky T.*: 1992. Talajtermékenység, műtrágyázás, talajhasználat. Agrofórum. 3. Különszám. 29–30.
- Nagy, J.*: 2007. Maize production. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Nagy, J.*: 2011. The effect of soil pH and precipitation variability during the growing season on maize hybrid grain yield in a 17 year long-term experiment. Journal of Hydrology and Hydromechanics. 59. 1: 60–67.
- Nagy, J.*: 2012. The effect of fertilization and precipitation on the yield of maize (*Zea mays* L.) in a long-term experiment. Időjárás. 116. 1: 39–52.
- Sípos S.*: 1979. Talajművelési kísérletek eredményei réti talajon. [In: Bajai J. (ed.) Kukoricatermesztési kísérletek.] Akadémiai Kiadó. Budapest. 213–221.
- Sörös I.–Soós S.*: 1994. Szántás nélküli kukoricatermesztés. Mezőgazdasági Technika. 35. 3: 3–6.
- Ványiné Széles, A.–Nagy, J.*: 2012. Effects of nutrition and water supply on the yield and grain protein content of maize hybrids. Australian Journal of Crop Science. 6. 3: 381–390.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Nagy Fruzsina
Debreceni Egyetem MÉK
Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032
nagy.fruzsina@agr.unideb.hu

Dr. Nagy Orsolya
Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal
Budapest
Kéthly Anna tér 1.
H-1077
nagyorsolya.d@gmail.com

Bodnár Karina Bianka
Debreceni Egyetem
Kerpely Kálmán Doktori Iskola
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032
bodnar.karina@agr.unideb.hu

Tenyészterület vizsgálatok batáta (*Ipomoea batatas* L.) fajtáknál

PEPÓ PÉTER

Debreceni Egyetem MÉK Növénytudományi Intézet, Debrecen

Összefoglalás

A leegyszerűsödött, néhány növényen alapuló vetésszerkezet bővítése alapvető agronómiai feladat a hazai növénytermesztésben. Ebben olyan különleges növények termesztésbe vonása is segíthet, mint a batáta. A trópusi eredetű batáta hazai termesztése számos technológiai kérdést vet fel, melynek vizsgálatára végeztünk kispárcellás, szántóföldi kísérletet a Debreceni Egyetem MÉK Növénytudományi Intézet Bemutató kertjében csernozjom talajon 2017. évben. A kísérleti eredményeink szerint – termőhelyhez és fajtához adaptált technológiával – a batáta hazánkban is eredményesen termeszthető. Fontos ebből a szempontból a fajta megválasztása. Az Ásotthalmi 12 fajta lényegesen nagyobb termést adott (23,2–50,7 t/ha), mint a Norangel fajta (22,6–36,2 t/ha). A szakirodalommal ellentétben a síkművelésben nagyobb termést kaptunk, mint a bakhátas művelésben. Síkművelésben az Ásotthalmi 12 fajta termése 32,2–50,7 t/ha, a Norangelé 24,1–36,2 t/ha, míg bakhátas művelésnél 23,2–39,4 t/ha, illetve 22,6–34,7 t/ha között változott. A kísérleteink szerint a batáta fajták termése a 0,75 m sortávolságnál nagyobb volt, mint az 1,0 m sortávnál. A sortáv változtatása fajtaspecifikus volt. A két sortáv termése között az Ásotthalmi 12 fajtánál 8967–11333 kg/ha, a Norangel fajtánál pedig csak 1501–1514 kg/ha volt a különbség. A nem piacképes termés arányát (9,97–18,03%) elsősorban a művelési mód (jobb a síkművelés) és a fajta (jobb az Ásotthalmi 12) befolyásolta, míg a sortáv hatása nem volt szignifikáns.

Kulcsszavak: édesburgonya, fajta, művelési mód, sortáv

Growing area examinations in the case of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) cultivars

P. PEPÓ

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

Summary

The extension of the simplified Hungarian sowing structure which is based on only a few crops is a fundamental agronomic task in the Hungarian crop production. The inclusion of specialty crops such as sweet potato into the production may be a contributing factor. Sweet potato has a tropical origin and its production in Hungary raises several technological questions. In order to examine these issues, a small-plot field experiment was established on chernozem soil in the demonstration garden of the University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Crop Science in 2017. Based on our experiment results, using production site- and cultivar-specific technology, sweet potato can be successfully produced in Hungary. In this respect, the proper selection of the given cultivar is of great importance. The cultivar Ásotthalmi 12 provided significantly higher yield (23.2–50.7 t ha⁻¹) than Norangel (22.6–36.2 t ha⁻¹). As opposed to the available technical literature sources, yield obtained in flat planting was higher than that of ridge planting. In ridge planting, the yield of Ásotthalmi 12 was between 32.2–50.7 t ha⁻¹ and that of Norangel was between 24.1–36.2 t ha⁻¹, while in the case of ridge planting, the respective yield ranged between 23.2–39.4 t ha⁻¹ and 22.6–34.7 t ha⁻¹. Based on the performed experiments, the yield of the different sweet potato cultivars was higher in the case of 0.75 m row spacing, compared to 1.0 m. The change of row spacing was cultivar-specific. The difference between the yields obtained in the case of both row spacings was 8967–11333 kg ha⁻¹ in the case of the Ásotthalmi 12 cultivar and only 1501–1514 kg ha⁻¹ in the case of Norangel. The proportion of non-marketable yield (9.97–18.03%) was mainly affected by the planting method (flat planting is better) and the cultivar (Ásotthalmi 12 performed better), while the impact of row spacing was not significant.

Key words: sweet potato, cultivar, planting method, row spacing

Изучение площади питания сортов батата (*Ipomoea batatas* L.)

П. ПЕПО

Институт Ботаники Факультета Сельского Хозяйства, Науки о Пище и Экологического Менеджмента (МЭК) Дебреценского Университета, г.Дебрецен

Резюме

Разширение упрощённой, основанной на нескольких растениях, структуры посевов является основной агрономической задачей венгерского растениеводства. В этом может помочь вовлечение в посев таких особенных растений, как батат. Выращивание в Венгрии тропического происхождения батата вызывает много технологических вопросов, для исследования которой провели малопарцельный, пахотный опыт в демонстрационном саду Института Ботаники Факультета Сельского Хозяйства, Науки о Пище и Экологического Менеджмента (МЭК) Дебреценского Университета на чернозёмной почве в 2017 году. Согласно нашим результатам опыта – с адаптированной к месту произрастания и сорту технологией – батат можно успешно выращивать и в Венгрии. С этой точки зрения важен выбор сорта. Сорт «Ásotthalmi 12» существенно больший урожай дал (23,2–50,7 t/ha), чем сорт «Norangel» (22,6–36,2 t/ha). В отличии от написанного в специальной литературе в плоской обработке получили больший урожай, чем в гребневой обработке. В плоской обработке урожай сорта «Ásotthalmi 12» были 32,2–50,7 t/ha, а у сорта «Norangel» 24,1–36,2 t/ha, а при гребневой обработке соответственно 23,2–39,4 t/ha, и 22,6–34,7 t/ha. Согласно нашим опытам урожай сортов батата был больше при междурядье 0,75 m, чем при междурядье 1,0 m. Изменение расстояния между рядами было специфично по сортам. Между урожаем этих двух междурядий у сорта «Ásotthalmi 12» разница была 8967–11333 kg/ha, а у сорта «Norangel» только 1501–1514 kg/ha. На непригодную к рынку долю урожая (9,97–18,03%) влиял в первую очередь метод обработки (лучше плоская обработка) и сорт (лучше «Ásotthalmi 12»), а влияние величины междурядья не было значительным.

Ключевые слова: батат (сладкий картофель), сорт, метод обработки, междурядье

Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben a hazai szántóföldi növénytermesztésben felhasznált és relatíve szélesebb körben termesztett növények köre fokozatosan csökkent. Bár hazánkban mintegy 50–70 szántóföldi növényfaj termesztése lehetséges, napjainkban a legnagyobb területen termesztett öt növényfaj (kukorica, búza, napraforgó, árpa, repce) a szántóterület mintegy 85%-át foglalja el. Ennek oka összetett. A vetésszerkezet leegyszerűsödéséhez a piaci értékesítési lehetőségek, a termelés jövedelmezősége, az állatállomány drasztikus csökkenése, a szaktudás változása és számos más, egyéb ok is hozzájárult. Ugyanakkor megjelentek olyan új növények, amelyek – ha korlátozott mértékben és területen – bővítik a termesztett növények körét. Az egyik ilyen növény a trópusi eredetű édesburgonya. A vetésterülete jelenleg néhány száz hektár, de az elmúlt években a területbővülés folyamatos. A batáta Dél- és Közép-Amerikából származó, eredetileg évelő növény, amelyet nálunk egyéves növényként termesztnek. A világon a batáta a 7. legfontosabb élelmiszert adó növény, a trópusi országokban pedig a 4. helyet foglalja el (*Julianti et al.* 2017). Jelentőségét kiváló beltartalmi összetétele adja. A gumója gazdag szénhidrátokban, vitaminokban (C, B1, B2, B6, E) és ásványi anyagokban (*Woolfe* 1992). A gumóját a trópusi országokban népelelmezési táplálékként használják, ennek megfelelően tekintélyes mennyiségű a fogyasztása (100–500 kg/fő/év), ezért egyre nagyobb területen termesztik (*Hartemink* 2003). Jelentős termesztő országok a Csendes Óceán térségében is találhatóak (*Parkinson* 1984). az édesburgonya átlagos termése azonban rendkívül alacsony (~5 t/ha) ezekben a fejlődő országokban (*de la Peña* 1996). Az egyik legnagyobb kihívást a vetésváltás biztosítása és a megfelelő vetésforgó alkalmazása jelenti (*Allen et al.* 1995, *O’Sullivan et al.* 1997).

Hazánkban a termesztése évtizedekkel ezelőtt elkezdődött, de valójában csak az elmúlt években nőtt meg az igény a termése iránt és jelent meg nagyobb mennyiségben, folyamatosan az áruházak kínálatában.

A batáta trópusi eredete (melegigényes, rövidnappalos megvilágítás) miatt hazánkban csak palántázva lehet a rövidebb vegetációs periódusú fajtákat termelni. A batáta a lazább fizikai szerkezetű, semleges-enyhén savanyú (6–7 pH) talajokat kedveli (*Lebot* 2009). A termesztéstechnológiájának specifikuma, hogy elsősorban a bakhátas termesztés az elterjedt, de a síkfelületű termesztés is lehetséges (*Clark* 2013). A batáta tenyészterületével, az ültetési módjával, a

fajtákkal kapcsolatos megbízható kísérleti eredmények korlátozottan állnak a rendelkezésünkre. *Szarvas et al.* (2017) vizsgálatai azt bizonyították, hogy középkötött talajon (K_A 46) a síkfelületű termesztésben az Ásotthalmi 12 batátafajta termése meghaladta a bakhátas technológiával elért eredményeket. Az ültetési mód fontosságát bizonyította *Kuepper* (2014) kísérleti eredményei alapján. *Szarvas et al.* (2017) vizsgálatai szerint a tápanyagokkal jól ellátott öntés talajon a műtrágyázás hatására nem növekedett a batáta gumótermése.

A kisparcellás kísérletek beállításával az volt a célunk, hogy vizsgáljuk az eltérő batáta fajták termésképződését a semleges kémhatású, középkötött csernozjom talajon. További célunk volt a tenyészterület és a termesztési mód (bakhátas, sík) hatásának meghatározása is.

Anyag és módszer

A szabatos, háromismétléses, szántóföldi, kisparcellás kísérletet a Debreceni Egyetem Növénytudományi Intézet Bemutató kertjében állítottuk be 2017. évben. A kísérlet előveteménye őszi búza volt. Az elővetemény lekerülése után a szokásos talajműveleteket (tarlóhántás+zárás, tarlóápolás+zárás, őszi szántás 30 cm) végeztük el, majd tavasszal szántóföldi kultivátorral tartottuk megfelelő lazultsági állapotban és gyommentesen a területet. Ősszel nem történt tápanyagellátás. Tavasszal (2017. május 22.) a területre komplex műtrágyát ($N:P_2O_5:K_2O = 13:19:19$) és pétisót ($N=27\%$) juttattunk ki. A kijuttatott hatóanyag mennyiségek a következők voltak: $N=52+54=106$ kg/ha, $P_2O_5=76$ kg/ha, $K_2O=76$ kg/ha. A kísérleti területen kémiai növényvédelmet nem végeztünk. A kísérletben két batátafajta vizsgálatát végeztük el. Az Ásotthalmi 12 (állami elismerés éve 2015) a hazai időjárási feltételekhez adaptálódott, bőtermő, a gumó héja (bőre) piros, a húsa narancssárga, ízletes és édes. Hosszú indákat fejleszt, jó a talajtakarása. A másik fajta a Norangel volt, amely bőtermő, gumója tetszetős, jól tárolható. A gumó héja (bőre) piros, a húsa pedig sötét narancssárga, édeskés ízű. A palántákat a Bivalyos Tanya Kft.-től szereztük be. A palántázást 2017. május 31-én végeztük el.

A kísérletben vizsgált mindkét fajtánál sík és bakhátas művelést alkalmaztunk. Mindkét művelési módnál 1,0 m és 0,75 m sortávolságot vizsgáltunk. A palánták tőtávolsága 0,3 m volt az eltérő sortávolságok esetében. A kísérletben a következő kezelések kerültek beállításra:

Művelési mód	Sortávolság (m)	Fajta	
		Ásotthalmi 12	Norangel
Bakhátas:	1,00	+	+
	0,75	+	+
Síkművelés:	1,00	+	+
	0,75	+	+

A parcellák területe 2 m² (1 m sortávolság) és 1,5 m² (0,75 m sortávolság) volt.

A kísérletben 2017. május 31. és 2017. július 10. között naponta 4–4 mm öntözővizet juttattunk ki a parcellák növényállományaira.

A kísérletben 2017. június hónapban 4 alkalommal kézi gyomirtást végeztünk.

A kísérlet betakarítására 2017. október 10-én került sor. A kézi betakarítás során mértük a parcellák teljes gumótermését, valamint a nem piacképes (200 g alatti, sérült, beteg gumók) és piacképes gumótermést.

A tenyészév előtti és alatti fontosabb meteorológiai adatokat az *1. táblázat* tartalmazza.

A kísérleti talaj vizsgálati eredményei (*2. táblázat*) azt bizonyították, hogy a mészlepedékes csernozjom talaj középkötött, vályog talajfizikai típusba tartozik. A humusztartalma (2,57%), valamint az AL-oldható P₂O₅ (100 mg/kg) és K₂O (165 mg/kg) tartalma átlagos értékeket mutat.

Eredmények

A batáta kifejezetten meleg- és vízigényes szántóföldi növény. A vízellátásánál a jó vízgazdálkodású csernozjom talajon nem csak a tenyészidőben lehullott csapadék mennyiségét, hanem az azt megelőző időszakokét is célszerű figyelembe venni (*1. táblázat*). A 2016. év őszi-téli hónapjainak kedvező csapadékát (210,2 mm, a sokévi átlag 186,7 mm) követően a 2017. évi tavaszi hónapok sokkal szárazabbak voltak (86,3 mm csapadék hullott a sokévi 134,7 mm-rel szemben március-április-május hónapokban). A vízhiányt csak növelte, hogy az ültetést követő időszakban kánikulai meleg volt a jellemző. A palánták megeredését csak naponta végzett kétszeri öntözéssel (reggel és este) tudtuk biztosítani, amely öntözést július elejéig naponta elvégeztünk.

1. táblázat. *A kísérleti terület fontosabb meteorológiai adatai*
(Debrecen)

	Őszi-téli csapadék (mm) (2016 szept.- 2017 febr.) (1)	Tavaszi csapadék (mm) (2017 márc.- máj.) (2)	Jún. (3)	Júl. (4)	Aug. (5)	Szept. (6)	Tenyészidő összege (mm) Tenyészidő átlaga (°C) (7)
Csapadék (8)							
Tenyészév (9)	210,2	86,3	61,0	66,5	55,1	74,0	256,6
30 éves átlag (10)	186,7	134,7	79,5	65,7	60,7	38,0	242,9
Hőmérséklet (11)							
Tenyészév (9)	-	-	20,9	21,0	22,1	15,5	19,9
30 éves átlag (10)	-	-	18,7	20,3	19,6	15,8	18,6

Table 1. The main meteorological data of the experiment site (Debrecen). (1) Autumn - winter precipitation (mm) (September 2016 - February 2017), (2) Spring precipitation (mm) (March-May 2017), (3) June, (4) July, (5) August, (6) September, (7) Sum precipitation during the growing season (mm), Mean of the growing season (°C), (8) Precipitation, (9) Growing year, (10) 30-year average, (11) Temperature

2. táblázat. *A kísérleti terület fontosabb talaj tulajdonságai*
(Debrecen)

Humusz (%) (1)	Arany-féle kötöttség (K_A) (2)	pH		CaCO ₃ (%) nyomokban (4)	AL-oldható (3)	
		H ₂ O	KCl		P ₂ O ₅ (mg/kg)	K ₂ O (mg/kg)
2,57	42,0	7,0	6,5	nyomokban (4)	100,0	165,0

Table 2. Main soil characteristics of the experiment site (Debrecen). (1) Humus (%), (2) Arany's plasticity index (K_A), (3) (AL-soluble), (4) traces

A folyamatos öntözés és a júniusi meleg időjárás (20,9 °C havi átlaghőmérséklet a 18,7 °C sokévi átlaggal szemben) hatására a palánták gyökerezése megfelelő volt. A lassú kezdeti fejlődés miatt kézi gyomirtásra volt szükség több al-

kalommal június hónapban. A júliusi-augusztusi hőmérsékleti értékek is meghaladták a sokévi átlagot, amely hozzájárult az állományok kedvező fejlődéséhez. A szeptemberi csapadékos és átlagos hőmérsékletű időjárás segítette a gumók növekedését, valamint új gumók képződését. Ezek a kedvező időjárási hatások együttesen járultak hozzá az átlagosnál nagyobb termések kialakulásához.

A csernozjom talajon végzett 2017. évi kisparcellás kísérletünkben a batáta fajták termése 22,6–50,7 t/ha között változott, amely az átlagosnál kedvezőbb értékeket jelentett. Annak ellenére, hogy a szakirodalmak döntő többsége a bakhátas termesztést tartja a kedvezőbbnek, a 2017. évi kísérletünkben mindkét fajtánál mindkét sortávolságnál a síkművelésben kaptuk a nagyobb termést. A két fajta eltérően reagált a művelési módra. Az Ásotthalmi 12 fajta esetében az 1,0 m sortávolságnál a síkművelésben 32,2 t/ha-t, a 0,75 m sortávsnál pedig 50,7 t/ha termést értünk el szemben a bakhátas művelésnél kapott 23,2 t/ha és 39,4 t/ha értékekkel. A kétféle művelési mód közötti termés-különbség 8967 kg/ha, illetve 11 333 kg/ha volt. Ezzel szemben a Norangel fajtánál lényegesen kisebb termés-különbségeket kaptunk (3–4. táblázat) a kétféle művelési mód alkalmazása esetén. A különbség 1,0 m sortávsnál 1501 kg/ha, a 0,75 m-nél pedig 1514 kg/ha volt, de alacsonyabb termésszint esetén (1,0 m sortávsnál 22–24 t/ha, 0,75 m sortávsnál 34–36 t/ha).

3. táblázat. Az ültetési mód és sortávolság (1,0 m) hatása a batáta fajták piacképes gumótermésére (kg/ha) (csernozjom talaj, Debrecen, 2017)

Fajta (1)	Termés (kg/ha) (2)		Terméskülönbség (sík–bakhát) (kg/ha) (3)
	Ültetési mód (4)		
	Sík (5)	Bakhát (6)	
Ásotthalmi 12	32 200	23 233	8 967
Norangel	24 067	22 566	1 501
SzD _{5%} (7)	9 701		

Table 3. The effect of planting method and row spacing (1.0 m) on the marketable tuber yield of sweet potato cultivars (kg ha⁻¹) (chernozem soil, Debrecen, 2017). (1) Cultivar, (2) Yield (kg ha⁻¹), (3) Yield difference (flat – ridge) (kg ha⁻¹), (4) Planting method, (5) Flat, (6) Ridge, (7) LSD_{5%}

4. táblázat. Az ültetési mód és sortávolság (0,75 m) hatása a batáta fajták piacképes gumótermésére (kg/ha) (csernozjom talaj, Debrecen, 2017)

Fajta (1)	Termés (kg/ha) (2)		Terméskülönbség (sík-bakhát) (kg/ha) (3)
	Ültetési mód (4)		
	Sík (5)	Bakhát (6)	(3)
Ásotthalmi 12	50 689	39 356	11 333
Norangel	36 222	34 708	1 514
SzD _{5%} (7)	10 105		

Table 4. The effect of planting method and row spacing (0.75 m) on the marketable tuber yield of sweet potato cultivars (kg ha⁻¹) (chernozem soil, Debrecen, 2017). (1) Cultivar, (2) Yield (kg ha⁻¹), (3) Yield difference (flat - ridge) (kg ha⁻¹), (4) Planting method, (5) Flat, (6) Ridge, (7) LSD_{5%}

Különbségeket kaptunk a batáta fajták termésében nem csak a művelési mód (sík vagy bakhát), hanem a sortávolság esetében is. A 2017. évi kísérletünkben a szűkebb, 0,75 m sortáv bizonyult kedvezőbbnek mindkét batáta fajtánál mindkét művelési módnál (3–4. táblázat). A síkművelésnél a 0,75 m sortávnál az Ásotthalmi 12 és a Norangel fajták termése 50,7 t/ha, illetve 36,2 t/ha volt, az 1,0 m sortávnál pedig 32,2 t/ha, illetve 24,1 t/ha termést kaptunk. Hasonló megállapításokat tehetünk a bakhátas művelésnél is.

A fajták is eltérő módon reagáltak a termőhelyi és agrotechnikai feltételekre. A 2017. évi kísérletünkben mindkét művelési mód és mindkét sortávolság esetén (3–4. táblázat) egyértelműen az Ásotthalmi 12 fajta bizonyult kedvezőbbnek. Az Ásotthalmi 12 fajta termése 23,2–50,7 t/ha közötti intervallumban mozgott, míg a Norangel fajta termése jóval szerényebb szintet képviselt (22,6–36,2 t/ha).

A piacképes termésmennyiség (3–4. táblázat) mellett a betakarításkor a teljes termést, illetve a nem piacképes gumók mennyiségét és arányát is meghatároztuk (5. táblázat). A teljes termésen belül a nem piacképes termés arányát mind a fajta, mind a művelési mód, mind a sortávolság egyaránt befolyásolta. Relatív a legnagyobb hatással az édesburgonya termésére a művelési mód volt. A bakhátas művelési módban nőtt a nem piacképes gumók aránya a síkműveléshez képest. Az 1,0 m sortávolságnál a síkművelésben a nem piacképes gumók aránya 9,97–13,43% között változott, a bakhátas művelésben

ugyanakkor 15,57–18,03%-os arányt lehetett megállapítani, míg 0,75 m sortávolságnál ezek az értékek 10,90–12,73% és 13,03–15,50% között változtak fajtától függően.

5. táblázat. *A piacképes* és nem piacképes gumótermés aránya (%) a teljes termésen belül a különböző batáta fajtáknál (csernozjom talaj, Debrecen, 2017)*

Fajta (1)	Ültetési mód (2)			
	Sík (3)		Bakhát (4)	
	Piacképes (5)	Nem piacképes (6)	Piacképes (5)	Nem piacképes (6)
	1 m sortáv (7)			
Ásotthalmi 12	90,03	9,97	84,43	15,57
Norangel	86,57	13,43	81,97	18,03
	0,75 m sortáv (8)			
Ásotthalmi 12	89,10	10,90	86,97	13,03
Norangel	87,27	12,73	84,54	15,50
SzD _{5%} (9)	2,79			

Megjegyzés: *piacképes termés = 200 g-nál nagyobb és sérülésmentes gumók tömege.

Table 5. The proportion of marketable* and non-marketable tuber yield (%) within the whole yield in the case of various sweet potato cultivars (chernozem soil, Debrecen, 2017). (1) Cultivar, (2) Planting method, (3) Flat, (4) Ridge, (5) Marketable, (6) Non-marketable, (7) 1 m row spacing, (8) 0.75 m row spacing, (9) LSD_{5%}. Note: *marketable yield = non-damaged tubers weighing more than 200 g

Következtetések

A batáta az elmúlt 30 évben jelent meg hazánk szántóföldi növénytermesztésében és csak az elmúlt években kezdődött meg több helyen a relatíve nagyobb arányú (összesen néhány száz hektár) termesztése. Ennek a trópusi származású, meleg- és vízigényes növénynek a termesztéstechnológiájával kapcsolatosan számos kérdés merül fel, melynek a tisztázására állítottunk be szabatos, ismétléses, kisparcellás kísérletet a Debreceni Egyetem Növénytudományi Intézet Bemutató kertjében csernozjom talajon. A 2017. évi kísérleti eredményeink azt bizonyították, hogy a batáta piacképes gumótermését jelentősen

befolyásolta az alkalmazott fajta, a művelési mód és a sortávolság. A vizsgált két fajta közül a különböző kezelésekben (művelési mód, sortáv) elért termés-szintje (23,2–50,7 t/ha) az Ásotthalmi 12 fajtának lényegesen nagyobb volt, mint a Norangel fajtáé (22,6–36,2 t/ha).

A szakirodalomban (Lebot 2009, Clark, 2013) széleskörűen javasolt bakhátas művelésnél adott ökológiai feltételek mellett a síkművelést kedvezőbbnek találtuk. Síkművelésben az Ásotthalmi 12 fajta termése 32,2–50,7 t/ha, a Norangelé 24,1–36,2 t/ha, míg a bakhátas művelésnél 23,2–39,4 t/ha, illetve 22,6–34,7 t/ha között változott.

A sortávolságnál a 0,75 m esetében kaptunk nagyobb gumótermést mindkét fajtánál az 1,0 m sortávolsághoz képest, de a fajták reakciója eltérő volt. Míg az Ásotthalmi 12 fajtánál a két sortáv közötti terméskülönbség 8467–11333 kg/ha volt művelési módtól függően, addig a Norangel fajta esetében nem szignifikáns különbséget (1501 kg/ha, illetve 1514 kg/ha) kaptunk.

A teljes termésen belül a piacképes- és nem piacképes termés arányát a kezelések jellegzetes módon módosították. A 2017. évben a nem piacképes termés aránya kedvezően mérsékelt volt (9,97–18,03%). Méréseink szerint a nem piacképes termést pozitív módon befolyásolta, azaz csökkentette a megfelelő fajtamegválasztás (az Ásotthalmi 12 alacsonyabb értékeket mutatott), a síkművelés. A sortávolság a nem piacképes termés arányára nem volt szignifikáns hatással.

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését a EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- Allen, B. J.–Bourke, R. M.–Hide, R. L.:* 1995. The sustainability of Papua New Guinea agricultural systems: the conceptual background. *Global Environ. Change.* 5: 297–312.
- Clark, C.:* 2013. Cultivation and storage. [In: Clark et al. (eds.) *Compendium of sweet potato disease, pests, and disorders.* Second edition.] APS Press. St. Paul. Minnesota. 4–7.

- de la Peña, R. S.*: 1996. Root crops in the Pacific region: their dietary, cultural and economic significance. [In: Craswell et al. (eds.) Mineral Nutrient Disorders of Root Crops in the South Pacific.] Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra. 19–27.
- Hartemink, A. E.*: 2003. Sweet potato yields and nutrient dynamics after short-term fallows in the humid lowlands of Papua New Guinea. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*. 50. 3–4: 297–319.
- Julianti, E.–Rusmariliti, H.–Ridwansyah, B.–Yusraini, E.*: 2017. Functional and rheological properties of composite flour from sweet potato, maize, soybean and xanthan gum. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 16. 2: 171–177.
- Kuepper, G.*: 2014. Small-scale technology and practices for sweet potato growing in Southeast Oklahoma. Kerr Center for Sustainable Agriculture. Poteau. Oklahoma. 12.
- Lebot, V.*: 2009. Tropical root and tuber crops: cassava, sweet potato, yams and aroids. Crop production science in horticulture (17). CAB books. CABI. Wallingford. United Kingdom.
- O’Sullivan, J. N.–Asher, C. J.–Blamey, F. P. C.*: 1997. Nutrient disorders of sweet potato. ACIAR Monograph. No. 48. Canberra.
- Parkinson, S.*: 1984. The contribution of aroids in the nutrition of people in the South Pacific. [In: Chandra, S. (ed.) Edible Aroids.] Clarendon Press. Oxford. 215–224.
- Szarvas, A.–Váraljai, T.–Monostori, T.*: 2017. Sweet potato production on alluvial soil with high clay content. *Annals of the Academy of Romanian Scientists Series on Agriculture, Silviculture and Veterinary Medicine Sciences*. 6. 1: 68–75.
- Woolfe, J.*: 1992. Sweetpotato: An Untapped Food Resource. Cambridge University Press. 1–13., 366–372.

A szerző levelezési címe - Address of the author :

Dr. Pepó Péter
Debreceni Egyetem MÉK
Növénytudományi Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032
pepopeter@agr.unideb.hu

A P-trágyázás hatása az őszi árpa (*Hordeum vulgare* L.) bokrosodáskori tápelem-koncentrációjára tartamkísérletben

¹SURÁNYI SZILVIA – ²IZSÁKI ZOLTÁN

¹Csongrád Megyei Kormányhivatal Hódmezővásárhelyi Járási Hivatal,
Agrárügyi Főosztály Növény- és Talajvédelmi Osztálya, Hódmezővásárhely

²Szent István Egyetem Agrár- és Gazdaságtudományi Kar,
Tessedik Campus, Szarvas

Összefoglalás

Az őszi árpa trágyázási szaktanácsadásának fejlesztéséhez kísérleti munkánk célja volt, hogy jól elkülönülő talaj tápelem-ellátottsági szinteken, műtrágyázási tartamkísérletben vizsgáljuk a különböző P-ellátottság hatását az őszi árpa bokrosodáskori makro- és mikroelem koncentrációjára és a termés mennyiségére csernozjom réti talajon.

A műtrágyázási tartamkísérlet 1989-ben lett beállítva mélyben karbonátos csernozjom réti talajon, 4–4 N-, P- és K- ellátottsági szinten, teljes kezelés-kombinációban, 64 kezeléssel, három ismétlésben. Dolgozatunkban 2011–2012 években végzett kísérletek P-trágyázási eredményeit mutatjuk be.

1. A talaj 118–251 mg/kg AL-P₂O₅-ellátottsági tartományában a növekvő P-ellátottság hatására az őszi árpa bokrosodáskori tápelem-tartalmában a 2011-es tenyészévben csak a P-koncentráció növekedett szignifikáns mértékben, míg 2012-ben a következő tápelemek – N, P, K, Ca, Mg, Cu, B – esetében tapasztaltunk megbízható koncentrációemelkedést.
2. A talaj 133–251 mg/kg AL-P₂O₅ ellátottsági szintje mellett az évjárat is jelentősen módosította az őszi árpa bokrosodáskori tápelem-koncentrációját.
3. A maximális terméshozamhoz (3,87 és 4,83 t/ha) tartozó kielégítő tápláltsági állapot a következő tápelem-koncentrációkkal jellemezhető az őszi árpa bokrosodáskori fejlettségében: N 3,49–3,71%, P 0,37–0,38%, K 2,85–4,14%, Ca 0,44–0,57%, Mg

0,17–0,23%, Na 0,17–0,29%, Mn 50,4–64,75 mg/kg, Zn 20,7–26,15 mg/kg, Cu 4,9–7,8 mg/kg, B 4,3–4,5 mg/kg és a Mo esetében pedig 0,17–0,20 mg/kg.

4. A legmagasabb őszi árpa hozamot a talaj 194 és 224 mg/kg AL-P₂O₅ ellátottsága esetén kaptuk.

Kulcsszavak: P- ellátottság, tartamkísérlet, őszi árpa, makro-, mikroelem

The impact of P fertilisation on the nutrient concentration of winter barley (*Hordeum vulgare* L.) at tillering

¹SZ. SURÁNYI – ²Z. IZSÁKI

¹Government Office of Csongrád County District Office of Hódmezővásárhely
Agricultural Department Plant Protection and Soil Conservation Division,
Hódmezővásárhely

²Szent István University Faculty of Agricultural and Economics Science,
Tessedic Campus, Szarvas

Summary

The purpose of the experimental development of winter barley fertilisation consultancy was to examine the impact of different P supply levels on the macro- and microelement concentration of winter barley at tillering as well as its yield on chernozem meadow soil at well separated soil nutrient supply levels in a long-term fertilisation experiment.

The long-term fertilisation experiment was established in 1989 on deeply calcareous chernozem meadow soil using 4–4 N, P and K supply levels and whole treatment combination 64 treatments and three replications. This study presents the P fertilisation results of experiments performed in 2011 and 2012.

1. The AL-P₂O₅ supply range of the soil was 118–251 mg kg⁻¹, the increasing dose of P supply significantly increased the P concentration of winter barley at tillering in 2011, while in 2012, significant increase in concentration was observed in the following nutrients: N, P, K, Ca, Mg, Cu and B.
2. In addition to the 133–251 mg kg⁻¹ P-supply level of the soil, the crop year also significantly affected the nutrition concentration of winter barley at tillering.

3. The satisfactory nutrition status related to the maximum yield (3.87 and 4.83 t ha⁻¹) can be characterised with the following nutrient concentrations in the development level of winter barley at tillering: N 3.49–3.71%, P 0.37–0.38%, K 2.85–4.14%, Ca 0.44–0.57%, Mg 0.17–0.23%, Na 0.17–0.29%, Mn 50.4–64.75 mg kg⁻¹, Zn 20.7–26.15 mg kg⁻¹, Cu 4.9–7.78 mg kg⁻¹, B 4.3–4.5 mg kg⁻¹ and in case of Mo 0.17–0.20 mg kg⁻¹.
4. The highest yield was observed when AL-P₂O₅ was applied at 194 and 224 mg kg⁻¹.

Key words: P supply, long-term experiment, winter barley, macro- and microelement

Влияние Р-удобрения на концентрацию питательных элементов озимого ячменя (*Hordeum vulgare* L.) во время кушения в продолжительном опыте

¹С. ШУРАНИ – ²З. ИЖАКИ

¹Правительственное учреждение области Чонград, Уездное Управление Аграрными Делами, Отдел Растениеводства и Защиты Почвы, г. Ходмезёвашархей

²Университет им. Св.Иштвана, Аграрный и Экономический Факультет, Кампус Тешшедик, г.Сарваш

Резюме

Для дальнейшего развития профессионального консультирования по вопросам удобрения озимого ячменя целью нашей опытной работы было исследовать на хорошо различаемых уровнях обеспеченности питательными элементами почвы, в продолжительном опыте искусственного удобрения влияние различной обеспеченности Р-ом на концентрацию макро-и микро-элементов озимого ячменя во время кушения и на количество урожая на чернозёмной луговой почве.

Продолжительный опыт искусственных удобрений был заложен в 1989 году на чернозёмной, в глубине карбонатной, луговой почве, на 4-х уровнях обеспеченности N-ем, Р-ом и К-ем, в полной комбинации доз, с 64 дозами, в трёх повторениях. В нашей работе показываем результаты проведённых в 2011–2012 годах опытов с Р-удобрением.

1. Под влиянием растущей обеспеченности Р-ом почва в границах обеспеченности 118–251 mg/kg AL-P₂O₅-ом в содержании питательных элементов озимого

- ячменя во время кушения в 2011-ом году выращивания только P-концентрация выросла в значительном размере, а в 2012 году в случае следующих питательных элементов – N, P, K, Ca, Mg, Cu, B – установили доказуемый рост концентрации.
2. Вместе с уровнем обеспеченности почвы 133–251 mg/kg AL-P₂O₅ год выращивания также значительно изменил концентрацию питательных элементов озимого ячменя во время кушения.
 3. Относящееся для максимального урожая (3,87 и 4,83 t/ha) удовлетворительное состояние обеспеченности можно характеризовать следующими концентрациями питательного вещества в развитии озимого ячменя во время кушения: N 3,49–3,71%, P 0,37–0,38%, K 2,85–4,14%, Ca 0,44–0,57%, Mg 0,17–0,23%, Na 0,17–0,29%, Mn 50,4–64,75 mg/kg, Zn 20,7–26,15 mg/kg, Cu 4,9–7,8 mg/kg, B 4,3–4,5 mg/kg и в случае Mo 0,17–0,20 mg/kg.
 4. Самый высокий урожай озимого ячменя получили в случае обеспеченности почвы AL-P₂O₅ 194 и 224 mg/kg.

Ключевые слова: P-обеспеченность, продолжительный опыт, озимый ячмень, макро- микро-элемент

Bevezetés

A nitrogént (N) évszázadok óta a talajkémia, a talajtermékenység, a talaj-mikrobiológia és a növénytáplálás legtöbbször tanulmányozott eleme (*Bahn et al.* 1985). A foszfor (P) hatásával kapcsolatban lényegesen kevesebb információval rendelkezünk, annak ellenére, hogy a növények produkciójára meghatározó hatással bír.

A N után *Kádár* (2014) a P-t említi, mint a hazai tápanyag-gazdálkodás második legfontosabb makroelemét. Hasonlóképp vélekedik a P fontosságáról *Schachtman et al.* (1998) és *Zelinka et al.* (2005) is, akik úgy vélik, hogy a P a második leggyakrabban limitáló makroelem a növények fejlődésében. A szóban forgó elem nélkülözhetetlen funkciót tölt be a növények fiziológiai és biokémiai folyamataiban (*Johnston és Steén* 2000, *Syers et al.* 2008). *Gowariker et al.* (2009) szerint egy ásványi elem akkor nélkülözhetetlen a növény növekedésében és fejlődésében, ha a növény életciklusában, metabolikus működésében részt vesz. *O'Neill* (1998) kiemeli a P szerepét az energia- (ATP, ADP, AMP) és a genetikai információszállításban (DNS, RNS), míg *Smit et al.* (2009) a fotoszintézis folyamatában betöltött szerepére hívja fel a figyelmet. A P tehát

az élő sejtek számára nélkülözhetetlen elem (Johnston és Steén 2000, Syers et al. 2008, Roberts és Johnston 2015). McDowell et al. (2008) hangsúlyozzák, hogy az optimális növénytáplálás fontos kritériuma a talaj megfelelő ellátottsága P-ral, mert a növények a P-t nagy mennyiségben a talajoldatból veszik fel, elsősorban foszfátion formájában (Buzas 1983, Roberts és Johnston 2015). A talajoldat alacsony P koncentrációja, illetve gyenge oldhatóságával együtt korlátozó tényező a növényi növekedésre az egész világon (Smit et al. 2009). Römer (2009) úgy véli, hogy az európai országok talajai 70–80%-ban átlagos vagy magas P-ellátottsággal rendelkeznek, azonban nagy része a növények számára felvehető (Zeļonka et al. 2005, Devaiah et al. 2007). Loch (2012) kiemeli, hogy a P-trágyázás szempontjából döntő a talajok P-készlete. Ma a termesztett növényeink a P-szükségletét a talaj természetes P-szolgáltatásán túl a korábbi intenzív P-műtrágyázás utóhatása biztosítja. Azonban a talajok P-kínálata egyre csökken, a növényi P-felvétel valamint a P megkötődés végett (Csathó és Kádár 2013). Cserni (2009) is hasonlóképp vélekedik, aki a P-t terméslimitáló tényezőnek tartja a jövőben. Zeļonka et al. (2005) pedig felhívja a figyelmet, hogy a hozamok növelése érdekében a talajok tápelem tartalmát, beleértve a foszfortartalmát is pótolni szükséges ásványi táplálással, ami különösen fontos a foszforigényes kalászosok esetében (Kádár 2012). Mengel et al. (2001) szerint a gabonák bokrosodására negatív hatással van a P-hiány. Szabó (1986) pedig arra hívja fel a figyelmet, hogy a talajok foszfortrágyázása inkább a terméseredmények növelését segíti, mintsem a növények foszfortartalmát.

Amennyiben a kiegyensúlyozatlan növénytáplálás viszonylag hosszabb ideig nem vált ki látható tüneteket, akkor támpontot adhat a növények kémiai vizsgálata, amellyel a harmonikus tápanyag-ellátottság helyreállítható (Buzas 1983). A növények tápanyagtartalma dinamikusan változik, amelyre elsősorban a fejlődési stádium, illetve a talaj- és az időjárási viszonyok nagy hatással vannak. Egyes vizsgálatok szerint az időjárási viszonyok évenkénti ingadozásai nagyobb mértékben befolyásolják a növény tápanyagtartalmát, mint a növekvő műtrágyaadagok (Debrecezeni 1979). A növényvizsgálati eredmények értelmezésének elvi alapját az adja, hogy valamely tápelem felvehető mennyiségének változása a talajban tükröződik a növények tápelem-koncentrációjában (Füleky et al. 1999). A növény tápláltsági állapotáról a talaj tápelem-ellátottságából közvetett módon, növényvizsgálatokkal viszont közvetlen módon informálódhatunk (Buzás 1983). A termést befolyásoló mechanizmusok megismerése, a fiziológiailag aktív zöld növényi részek elemzésével érhető el (Kádár

1992). Növényanalízisen az esszenciális elemek kémiai becslését értjük a növény szövetéből (Campbell és Plank 2000). A növényvizsgálat céljára az aktív szövetek felelnek meg (Kádár 1992), tehát a vizsgálat elvégezhető az egész növényvel, vagy csak növényi résszel, úgymint levél, szár (Füleky et al. 1999). A fiatal növények főleg levelekből állnak, illetve az egész földfeletti növényi rész zöld és fotoszintetizál. A kalászosok esetében mintavétel szempontjából a bokrosodás vége és virágzás kezdete a legkedvezőbb időszak, mikor nyugalmi állapotban van a növény. Ezen fenológiai fázisban Sanchez (2007) elégtelennek tartja az árpa P-tápláltságát, ha a P koncentráció az árpanövény föld feletti részében 0,3%-nál kevesebb. Lásztity (2006) 130 mg/kg AL-P₂O₅ és 148 mg/kg AL-K₂O ellátottságú csernozjom talajon vizsgálta a NPK trágyázás hatását a P felhalmozódására az őszi árpa tenyészideje folyamán. Eredményei azt mutatták, hogy a P felhalmozódása a virágzás végéig tartott, ahol elérte a maximumát. Németh et al. (2010) növényanalízis céljára ugyancsak a fiatal növényt, növényi részeket ajánlanak, mert ebben a fenofázisban még nincs intenzív növekedés, és a tápelemek koncentrációja viszonylag stabil. Smith és Loneragan (1997) szintén a fiatal növények alkalmazását szorgalmazza növényvizsgálat céljára, mert az idősebb, lágyszárú növények a tövüknél gyakran szenvednek rovar vagy patogén kórokozóktól. Bergmann (1979) vizsgálatai szerint a beteg levelek P-tartalma az egészségesekének a kétszerese. Egy adott elem növényben lévő mennyisége függ az egyéb tápelemekkel való ellátottságától is. A tápelemek ionjai mind a talajban, mind a növényben kölcsönösen hatnak egymásra (antagonizmus, szinergizmus). A növény tápanyag-ellátottságának megítéléséhez nem elegendő egy-egy elem koncentrációjának meghatározása, mert előfordulhat, hogy az optimálisnak vélt koncentráció valamely másik elem túlzott mennyiségének vagy épp hiányának következménye (Füleky et al. 1999). Dennis (1971) figyelmeztet, hogy a növényrészekben kimutatott abszolút tápanyagtartalom mellett, azok egymás közti aránya is igen jelentős. Németh és Grimm (1974) eredményei szerint egy tápanyag nagyobb adagjának hozzáadásával más tápelem-ionok koncentrációja is jelentősen feldúsul a talajoldatban. Az ásványi anyagok egyensúlyának kisebb mérvű eltolódása a növény anyagcseréjében nem vezet minden esetben kóros tünetek megjelenéséhez vagy a termés mennyiségi, illetve minőségi csökkenéséhez (Bergmann 1979).

A dolgozat célja, hogy csernozjom réti talajon végzett kísérleteink alapján ismertessük a P-ellátottság hatását az őszi árpa bokrosodáskori tápelem-koncentrációjára, illetve terméshozamára.

Anyag és módszer

A műtrágyázási tartamkísérletet 1989-ben állították be a Szent István Egyetem Agrár- és Gazdaságtudományi Kar Növénytermesztési Kísérleti Telepén Szarvason.

A kísérleti terület mélyben karbonátos csernozjom réti talajának fontosabb jellemzői a következők: a humuszos réteg vastagsága 85–100 cm, a művelt réteg pH_{KCl} -ja 5,0–5,2, humusztartalma 2,8–3,2%, CaCO_3 -ot nem tartalmaz, kötöttsége (K_A) 50, anyagtartalma 32%. A talajvíz átlagos mélysége 300–350 cm. A kísérlet beállítása előtt 1989 őszén az $\text{AL-P}_2\text{O}_5$ 156 mg/kg, az $\text{AL-K}_2\text{O}$ 322 mg/kg volt a kísérleti terület átlagában, ami a *MÉM NAK* (1979) által elfogadott módszerek és határértékek szerint mindkét tápelem esetében jó ellátottságnak minősül. A műtrágyázási tartamkísérletet három tényezővel (N-, P- és K-trágyázás), tényezőnként négy-négy N-, P- és K-szinten lett kialakítva, teljes kombinációban (4^3), azaz 64 kezeléssel, kétszeresen osztott parcellás elrendezésben, három ismétlésben. A három valódi ismétlésen belül a N-trágyázási kezelések 48, a P-trágyázási kezelések 16 belső ismétléssel szerepeltek. A kísérlet tényezői és kezelése:

„A” tényezőként a K-trágyázás szerepelt az alábbi kezelésekkkel:

K_0 = K-trágyázás nélkül,

K_1 = 300 kg/ha/év $K_2\text{O}$ 1989–1992 között, 100 kg/ha/év 1993-tól,

K_2 = 600 kg/ha $K_2\text{O}$ 1989-ben, 1000 kg/ha 1993-ban és 600 kg/ha 2001-ben,

K_3 = 1200 kg/ha $K_2\text{O}$ 1989-ben, 1500 kg/ha 1993-ban és 1200 kg/ha 2001-ben;

„B” tényezőként a P-trágyázás szerepelt az alábbi kezelésekkkel:

P_0 = P-trágyázás nélkül,

P_1 = 100 kg/ha/év $P_2\text{O}_5$,

P_2 = 500 kg/ha $P_2\text{O}_5$ 1989-ben, 1993-ban és 2001-ben,

P_3 = 1000 kg/ha $P_2\text{O}_5$ 1989-ben, 1993-ban és 2001-ben;

„C” tényezőként a N-trágyázás szerepelt az alábbi kezelésekkkel:

N_0 = N-trágyázás nélkül,

N_1 = 80 kg N/ha/év,

N_2 = 160 kg N/ha/év,

N_3 = 240 kg N/ha/év.

Az időszakosan végzett, nagyadagú P és K feltöltő trágyázás célja az volt, hogy jól elkülönülő ellátottsági szinteket alakítsunk ki a talajban a tápláltsági szituációk tanulmányozására és a talaj tápelem-ellátottsági határértékeinek megállapítása céljából. A nitrogént ammóniumnitrát (34%) formában megosztva (50% őszzel, 50% fejtrágyaként), míg a foszfort szuperfoszfát (18%), a káliumot pedig kálisó (40 vagy 60%) formájában őszzel juttattuk ki. A kísérletben évente négy növény szerepelt kiterített vetésforgóban, 4×192 db parcellán, ahol a főparcellák területe 320 m^2 , az elsőrendű alparcellák területe 80 m^2 , a másodrendű alparcellák mérete pedig $4 \times 5 = 20 \text{ m}^2$ volt. Az őszi árpa előveteménye fénymag (*Phalaris canariensis* L.) volt. A kísérletben GK Stramm nevű, kétsoros őszi árpa fajtát használtunk. A dolgozatban a tartamkísérlet 22. (2010/2011) és 23. évi (2011/2012) eredményei kerülnek közlésre. A vizsgált két kísérleti évben az őszi árpa vetését 2010-ben október 14-én, 2011-ben november 3-án végeztük 12 cm -es sortávolságra, 5 millió csíra/ha vetőmagnormával. A kísérletben nem volt szükség vegyszeres gyomirtásra, a többi növényvédelmi kezelést szükség szerint végeztük el. Az őszi árpa betakarítása teljesérésben történt parcellakombájjal, június végén.

Az egyes kísérleti évek vízellátottságát a tenyészidő alatt lehullott csapadék mennyiségével jellemezzük. 2011. tenyészévben az őszi árpa tenyészideje során 435 mm csapadék hullott, ami meghaladta a sokévi átlagot (396 mm), azonban az eloszlása eltért a sokéves átlagtól (1. ábra). Ugyanezen időszak alatt a hőmérséklet is hasonlóképpen alakult. A tenyészidőszak alatti középhőmérséklet $8,2 \text{ }^\circ\text{C}$ volt, ami meghaladta a sokéves átlagot ($7,5 \text{ }^\circ\text{C}$). 2010-ben, az egyöntetű csírázáshoz szükséges csapadék mennyisége (31 mm) kissé a sokévi átlag (43 mm) alatt maradt, ahogyan a hőmérséklet is ($8,4 \text{ }^\circ\text{C}$), azonban nem volt negatív hatással az állomány egyenletes kelésére. A vízellátottság szempontjából egyik kritikus időszakban, a szárba szökéskor a lehullott csapadék mennyisége (8 mm) jóval a sokévi átlag (44 mm) alatt maradt. A vízellátottság szempontjából másik kritikus időszakban, a virágzáskor pedig a csapadék mennyisége (72 mm) meghaladta a sokévi átlagot (59 mm), továbbá az is magasabb ($17,1 \text{ }^\circ\text{C}$) volt az ekkor megszokottnál ($16,5 \text{ }^\circ\text{C}$). 2011-ben a csírázáshoz szükséges csapadék hiányában kissé vontatott volt a kelés, azonban vízellátottság szempontjából kritikus időszakban, úgymint a szárba szökéskor a csapadék mennyisége a sokéves átlagnak megfelelően alakult (46 mm). A további fenofázisokban (kalászhányás, virágzás, érés) kevesebb csapadék hullott, mint a 75

éves átlag. A 2012. tenyészévben szárazabb (227 mm) időjárás volt, mint 2011-ben. A hőmérséklet a sokéves átlaghoz hasonlóan alakult (2. ábra).

1. ábra. A kísérleti helyszínen csapadékviszonyai
(Szarvas, 2011–2012)

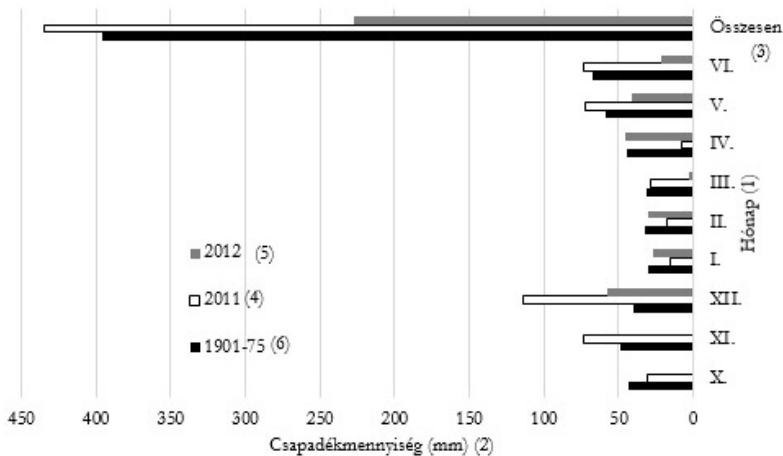


Figure 1. Precipitation during the field experiment (Szarvas, 2011–2012) (1) Month, (2) Amount of precipitation (mm), (3) All, (4) Agricultural of year of 2011, (5) Agricultural year of 2012, (6) Many annual average of 1901–75

A talaj P- és K-ellátottságának jellemzésére vizsgáltuk a művelt talajréteg K_2O - és P_2O_5 -tartalmát. Ezen paramétereket AL-módszerrel (ammónium-laktát-acetát) határoztuk meg. Az eredmények értékelésekor a talaj P- és K-ellátottságának megítéléséhez a szántott réteg (0–30 cm) értékeit használtuk (1. táblázat).

Az őszi árpa tápelem-tartalmának meghatározásához a N-fejtrágyázás előtt, bokrosodáskor (Feekes skála 4–5), a K_1 kezelés parcelláiból 2×1 folyóméterről növénymintát gyűjtöttünk. A teljes földfeletti növényi részek szárított és ledarált mintáiból két kísérleti évben (2011–2012) vizsgáltuk a következő tápelemeket: N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Cu és Mo. A tápelem-tartalom meghatározását a minták salétromsavas, majd hidrogén-peroxidos roncsolása után ICP-OES módszerrel határoztuk meg. A kísérletek matematikai-statisztikai értékelését varianciaanalízissel végeztük Sváb (1981) módszere szerint. Az eredmények ismertetése a P főhatásokra terjed ki.

2. ábra. A kísérleti helyszín hőmérsékleti viszonyai
(Szarvas, 2011–2012)

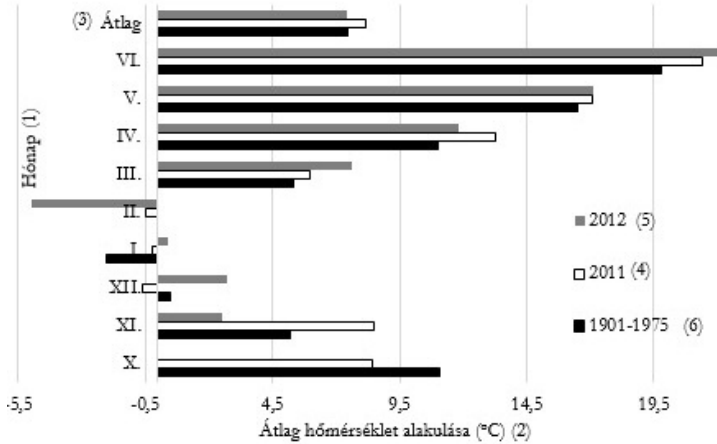


Figure 2. Temperature of field experiment (Szarvas, 2011–2012) (1) Month (2) Average temperature (°C), (3) Average (4) Agricultural year of 2011, (5) Agricultural year of 2012, (6) Many annual average of 1901–75

1. táblázat. A talaj K- és P-ellátottsága trágyázási kezelésként
(Szarvas, 2010–2011)

Kezelés jele (1)	Kísérleti évek (2)	
	2010	2011
	AL-K ₂ O mg/kg a művelt rétegben (3)	
K ₀	218	210
K ₁	324	320
K ₂	294	286
K ₃	346	335
	AL-P ₂ O ₅ mg/kg a művelt rétegben (4)	
P ₀	133	118
P ₁	206	224
P ₂	194	186
P ₃	251	233

Table 1. P- and K-supply of soil in each fertiliser treatment (Szarvas, 2010–2011). (1) Treatment, (2) Years of experiment, (3) AL-K₂O in cultivated layer (mg kg⁻¹), (4) AL-P₂O₅ in cultivated layer (mg kg⁻¹)

Eredmények

P-trágyázás hatása a makro- és mikroelemek koncentrációjára

Az őszi árpa földfeletti hajtása makro- és mikroelem tartalmának változását a bokrosodás időszakában a 2. táblázatban szereplő adatok alapján értékelhetjük.

2. táblázat. A P-ellátottság hatása az őszi árpa földfeletti hajtásának tápelem-koncentrációjára bokrosodáskor (Szarvas, 2011. március)

P-kezelés jele (1)	Tápelem-koncentráció (2)					
	Makroelemek (%) (3)					
	N	P	K	Ca	Mg	Na
P ₀	3,22	0,37	2,96	0,45	0,18	0,17
P ₁	3,33	0,43	3,07	0,48	0,17	0,15
P ₂	3,49	0,38	2,85	0,44	0,17	0,17
P ₃	3,38	0,42	3,07	0,46	0,18	0,19
SzD _{5%} (4)	NS	0,03	NS	NS	NS	NS
Átlag (5)	3,36	0,40	2,99	0,46	0,17	0,18
P-kezelés jele (1)	Mikroelemek (mg/kg) (6)					
	Mn	Zn	Cu	B	Mo	
P ₀	52,8	21,7	5,0	4,6	0,2	
P ₁	60,4	24,7	5,5	4,7	0,3	
P ₂	50,4	20,7	4,9	4,5	0,2	
P ₃	55,3	21,3	5,4	4,7	0,2	
SzD _{5%} (4)	NS	NS	NS	NS	NS	
Átlag (5)	54,7	22,1	5,2	4,6	0,2	

Table 2. Effect of N- supply on nutrient concentration of aboveground shoot of winter barley at tillering (Szarvas, 2011 March). (1) P-dose (kg ha⁻¹), (2) Nutrient- concentration, (3) Macronutrients (%), (4) LSD_{5%}, (5) Average, (6) Micronutrients (mg kg⁻¹)

A P- trágyázás nélküli kezeléshez (AL-P₂O₅ 133 mg/kg) képest 2011-ben a P-ellátottság magasabb szintje (AL-P₂O₅ 194–251 mg/kg) szignifikánsan csak a P-koncentrációt emelte. Hasonló eredményekről számol be Kádár (2012) is,

aki ugyancsak a jobb P-ellátás szignifikáns P-koncentráció növelő hatását tapasztalta az őszi árpa bokrosodáskori fenofázisában. Tendenciális koncentráció emelkedést a jobb P-ellátottság hatására N, K és Na esetében tapasztaltunk. *Kostadinova* (2014) vizsgálata során azt tapasztalta, hogy a P-ellátás nincs statisztikailag igazolható hatással az árpa bokrosodáskori N, P és K koncentrációjára. A mikroelemek vonatkozásában egyértelműen az évenként végzett P-trágyázás (P_1) esetén mértük a legmagasabb – de statisztikailag nem igazolható – koncentrációkat, a talaj 206 mg/kg AL- P_2O_5 ellátottsága mellett.

A következő vizsgálati évben (2012) szignifikáns tápelem-koncentráció növekedést a jobb P-ellátottság (AL- P_2O_5 186–233 mg/kg) eredményeként a következő tápelemek esetében tapasztaltunk: N, P, K, Ca, Mg, Cu és B (3. táblázat). Az őszi árpa bokrosodáskori P-koncentrációjára vonatkozóan *Kostadinova* (2014) N400 P0 K200 mg/kg ellátás esetén 0,32%, míg a P-ellátás emelése esetén (P200, P400) 0,72 és 0,86% koncentrációról számolt be. Esetünkben a P-koncentrációja 0,23 és 0,37% értéktartományban alakult. A bokrosodáskori irodalmi optimum a P esetében 0,3–0,5%, míg a N esetében 4–5% (*Kádár* 2012). Vizsgálatunk során tendenciális koncentráció emelkedés a Mn elem esetében jelentkezett, ellenben *Kádár* (2012) szignifikáns Mn-koncentráció csökkenésről számolt be a növekvő P-trágyázás következményeként. A P-trágyázás nélküli kezeléshez (AL- P_2O_5 118 mg/kg) képest a P-trágyázás ellátottsági szintjei (AL- P_2O_5 186–233 mg/kg) csak csekély mértékben okoztak Zn koncentráció csökkenést, azonban *Kádár* (2012) a növekvő P-ellátás eredményeként szignifikáns Zn-tartalom csökkenést tapasztalt. A P-ellátottság és a Mo-koncentráció között egyértelmű kapcsolatot nem tapasztaltunk.

A P-trágyázás hatása a szemtermésre

A talaj 324 mg/kg AL- K_2O és 133–251 mg/kg AL- P_2O_5 -ellátottsága mellett az árpa szemtermése P-kezelések hatására emelkedett a kontrollhoz képest mindkét vizsgálati évben (4. táblázat). A hozam a 3,87 t/ha-os szinten maximalizálódott, amit a talaj 194 mg/kg AL- P_2O_5 ellátottsága (P_2) esetén kaptunk 2011-ben. *Kostadinova* (2014) tenyészedényben végzett vizsgálata során hasonló eredményekről számolt be, a hozam 200 mg/kg-os P-ellátottság esetén maximalizálódott. *Mullen* és *Gammie* (2003) a P pozitív hatását a hozamra, annak tulajdonítja, hogy a P-ellátás növeli a kalászonkénti szemszámot.

3. táblázat. A P-ellátottság hatása az őszi árpa földfeletti hajtásának tápelem-koncentrációjára bokrosodáskor (Szarvas, 2012. március)

P-kezelés jele (1)	Tápelem-koncentráció (2)					
	Makroelemek (%) (3)					
	N	P	K	Ca	Mg	Na
P ₀	3,50	0,23	3,68	0,37	0,17	0,16
P ₁	3,71	0,37	4,14	0,57	0,23	0,29
P ₂	3,60	0,33	4,34	0,66	0,25	0,21
P ₃	3,75	0,31	4,24	0,59	0,24	0,19
SzD _{5%} (4)	0,18	0,07	0,44	0,17	0,03	NS
Átlag (5)	3,64	0,31	4,10	0,55	0,22	0,21
P-kezelés jele (1)	Mikroelemek (mg/kg) (6)					
	Mn	Zn	Cu	B	Mo	
P ₀	65,99	29,66	5,82	3,36	0,19	
P ₁	64,75	26,15	7,78	4,38	0,17	
P ₂	82,36	28,88	8,38	4,61	0,25	
P ₃	76,11	27,49	7,14	4,44	0,18	
SzD _{5%} (4)	NS	NS	1,56	1,03	NS	
Átlag (5)	72,30	28,04	7,28	4,20	0,20	

Table 3. Effect of N- supply on nutrient concentration of aboveground shoot of winter barley at tillering (Szarvas, 2012 March). (1) P-dose (kg ha⁻¹), (2) Nutrient- concentration, (3) Macronutrients (%), (4) LSD_{5%}, (5) Average, (6) Micronutrients (mg kg⁻¹)

Matematikailag igazolható különbséget nem tapasztaltunk a P-kezelések között, csak tendenciális hozamgyarapodást P₂-ellátásig. A talaj magasabb, 251 mg/kg AL-P₂O₅ (P₃) ellátottsága a szemtermés mérsékelt csökkenését váltotta ki. *Mehrvarz et al.* (2008) szárazabb és melegebb éghajlati viszonyok mellett vizsgálta a P-trágyázás hatását a hibrid árpa terméskomponenseire és a hozamára a talaj 109 mg/kg P- ellátottsága mellett. P- trágyázás nélkül 3,96 t/ha-os szemtermést regisztrált, amit a növekvő adagú P-trágyázás (30, 60 kg/ha) érdemben nem módosított (3,88 és 3,97 t/ha). Vizsgálatunk során P-trágyázás nélkül értük el a legalacsonyabb hozamot, mely 3,44 t/ha volt a talaj 133 mg/kg AL-P₂O₅ ellátottsága mellett.

4. táblázat. A P-ellátottság hatása az őszi árpa szemtermésére
(Szarvas, 2011–2012)

P-kezelés jele (1)	Termés (t/ha) (2)	
	2011 (3)	2012 (3)
P ₀	3,44	4,53
P ₁	3,67	4,83
P ₂	3,87	4,54
P ₃	3,55	4,77
SzD _{5%} (4)	NS	NS
Átlag (5)	3,63	4,67

Table 4. Effect of P-supply on yield (Szarvas, 2011–2012.) (1) P-dose (kg ha⁻¹), (2) Yield (t ha⁻¹), (3) Year, (4) LSD_{5%}, (5) Average

A 2012. vizsgálati évben a talaj 320 mg/kg AL-K₂O és 118–233 mg/kg AL-P₂O₅-ellátottsági szintjén a növekvő P-ellátottság emelte az őszi árpa hozamát (4,54–4,83 t/ha) a kontrollhoz képest (4,53 t/ha), azonban megbízható különbséget ebben a vizsgálati évben sem tudtunk kimutatni. A termésmaximumot az évenkénti P- trágyázás (100 kg/ha) esetén kaptuk, a talaj AL-P₂O₅ 224 mg/kg ellátottsága mellett. Arid viszonyok között *Al-Ajlouni et al.* (2010) azt tapasztalták, hogy a P-trágyázás megbízhatóan növelte az árpatermést 80 kg/ha ellátásig, az ennél nagyobb adagú P-ellátás (120 kg/ha) már csak tendenciális hozamnövekedést eredményezett. A feltöltő P-ellátások (P₂, P₃) kismértékben csökkentették az őszi árpa termésmennyiségét. Hasonló eredményekről számoltak be *Karamanos et al.* (2007), akik vizsgálataik során azt tapasztalták, hogy a feltöltő P- trágyázást követő 20. évtől az árpa terméshozama szignifikánsan csökkent.

Következtetések

A talaj 324 mg/kg AL-K₂O és 133–251 mg/kg AL-P₂O₅-ellátottsága mellett 2011-ben a növekvő P-ellátás magasabb szintjei szignifikánsan csak a P- koncentrációt emelték, míg tendenciális koncentráció növekedést a N, a K és a Na elemek esetében tapasztaltunk. A legmagasabb koncentrációt mind a makro-, mind a mikroelemek vonatkozásában túlnyomó részt az évenként végzett P-trágyázás (100 kg/ha) eredményezett.

A 2012. vizsgálati évben, amikor a talaj AL-K₂O-ellátottsága 320 mg/kg, az AL-P₂O₅-ellátottság pedig 118–233 mg/kg volt, a jobb P-ellátás megbízható koncentráció emelkedést a N, a P, a K, a Ca, a Mg, a Cu és a B tápelemek esetében váltott ki. Tendenciális koncentráció emelkedés csak a Mn, míg minimális koncentráció csökkenés a Zn esetében alakult ki. A maximális tápelem koncentrációkat (makroelem, mikroelem) ebben a vizsgálati évben döntően a P₂-ellátás mellett érték el.

A maximális terméshozamhoz (3,87 és 4,83 t/ha) tartozó kielégítő tápláltsági állapotot jellemző tápelem-koncentráció határértékek az őszi árpa bokrosodáskori fejlettségi állapotában a következők: N 3,49–3,71%, P 0,37–0,38%, K 2,85–4,14%, Ca 0,44–0,57%, Mg 0,17–0,23%, Na 0,17–0,29%, Mn 50,4–64,75 mg/kg, Zn 20,7–26,15 mg/kg, Cu 4,9–7,78 mg/kg, B 4,3–4,5 mg/kg és a Mo 0,17–0,20 mg/kg.

A talaj 133–251 mg/kg AL-P₂O₅ ellátottsági tartományában az őszi árpa terméshozama szignifikánsan nem változott a P-ellátottságtól függően.

Irodalom

- Al-Ajlouni, M. M.–Al-Ghzawi, A. L. A.–Al-Tawaha, A. R.*: 2010. Crop rotation and fertilization effect on barley yield grown in arid conditions. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 8. 3–4: 869–872.
- Bahn, H. L.–McNeal, B. L.–O'Connor, G. A.*: 1985. Talajkémia. Mezőgazdasági Kiadó-Gondolat Kiadó. Budapest. 344.
- Bergmann, W.*: 1979. Termesztett növényeink táplálkozási zavarainak előfordulása és felismerése. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Buzas I.*: 1983. A növénytáplálás zsebkönyve. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 36.
- Campbell, C. R.–Plank, C. O.*: 2000. Foundation for practical application of plant analysis. [In: Campbell, C. R. (eds.) Reference sufficiency ranges for plant analysis in the southern region of the United States.] Southern Cooperative Series Bulletin. 394: 1–6.
- Csathó P.–Kádár I.*: 2013. A foszfortrágyázás 22 éves utóhatása mészlepedékes csernozjom talajon. *Agrokémia és Talajtan*. 62. 1: 99–114.
- Cserni I.*: 2009. Értéktörző földhasználat lehetőségei a Duna-Tisza közti homokhátságon korábban és a XXI. század elején. II. Georgikon Napok. Keszthely. 2009. október 1–2: 154–161.
- Debreczeni B.*: 1979. Kis agrokémiai útmutató. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 22.
- Dennis, E. J.*: 1971. Micronutrients – a new dimension in agriculture. Published by National Fertilizer Solutions Association. Peoria. Illinois. USA

- Devaiah, B. N.–Karthikeyan, A. S.–Raghothama, K. G.*: 2007. WRKY75 transcription factor is a modulator of phosphate acquisition and root development in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*. 43: 1789–1801.
- Gowariker, V.–Krishnamurthy, V. N.–Gowariker, S.–Dhanorkar, S.–Paranjape, K.*: 2009. *The Fertilizer Encyclopedia*. John Wiley & Sons Inc. New York. USA
- Fülekgy Gy.–Rajkainé Végh K.–Tolner L.*: 1999. Tápanyagellátási elvek és módszerek [In: Fülekgy Gy. (szerk) Tápanyag-gazdálkodás.] Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 160.
- Johnston, A. E.–Steén, I.*: 2000. *Understanding phosphorus and its use in agriculture*. European Fertilizer Manufacturers Association.
- Kádár I.*: 1992. A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet. Budapest
- Kádár I.*: 2012. Műtrágyázás hatása az őszi árpára (*Hordeum vulgare* L.) 1979. [In: Kádár I. (szerk.) A mezőföldi műtrágyázási tartamkísérlet első évtizedének tanulságai.] Magyar Tudományos Akadémia ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet. Budapest. 65–73.
- Kádár, I.*: 2014. Long-term effect of fertilization on soil fertility. *Agrokémia és Talajtan*. 63. 1: 109–118.
- Karamanos, R. E.–Harapiak, J. T.–Kruger, G. A.*: 2007. Impact of discontinuing phosphorus fertilization after 20 years on barley yields and soil phosphorus status. *Proceedings Manitoba. Soil Science Society. Annual Meetings. February 8–9, 2007, Winnipeg. MB.*
- Kostadinova, S.*: 2014. Grain yield and protein of barley independence of phosphorus and potassium nutrition. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. LVII.
- Loch J.*: 2012. *Agrokémia. Agrokémia és Talajtan. Supplementum*. 61: 121–146.
- Lásztity B.*: 2006. Az ásványi tápelemek felhalmozása gabonafélékben. Műegyetemi Kiadó. Budapest.
- O'Neill, P.*: 1998. *Environmental chemistry*. 3rd Edition. Blackie Academic & Professional. London–Weinheim–New York–Tokyo–Melbourne–Madras. 123.
- McDowell, R. W.–Condron, L. M.–Stewart, I.*: 2008. An examination of potential extraction methods to assess plant-available organic phosphorus in soil. *Biology and Fertility of Soils*. 44. 5: 707–715.
- Mehrvaz, S.–Chaichi, M. R.–Alikhani, H. A.*: 2008. Effects of phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus chemical fertilizer on yield and yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.). *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 3. 6: 822–828.
- Mengel, K.–Kirkby, A.–Kosegarten, H.*: 2001. *Principles of plant nutrition* 5th Edition. Kluwer Academic Publishers. Boston–London. 469.
- Mullen, C. L.–Gammie, R. L.*: 2003. *Phosphorus Nutrition for Winter Crops* Agfact P1.4.5, 2nd edition. NSW Agriculture.
- Németh, K.–Grimm, H.*: 1974. Einfluss einer Düngung auf die Aufnahme nicht gedüngter Nährstoffe im Gefässversuch. *Pflanzennahrung und Bodenkunde*. 137: 203–213.

- Németh T.–Horváth J.–Pálmai O.*: 2010. Tápanyag-gazdálkodás. [In: Radics L. (szerk.) Fenntartó szemléletű szántóföldi növénytermesztés 1.] Agroinform Kiadó. Budapest. 227–228.
- Roberts, T. L.–Johnston, A. E.*: 2015. Phosphorus use efficiency and management in agriculture. *Resources, Conservation and Recycling*. 105. 275–281.
- Römer, W.*: 2009. Concepts for a more efficient use of phosphorus based on experimental observations. *Ber Landwirtschaft*. 87. 1: 5–30.
- Sanchez, Ch. A.*: 2007. Phosphorus. [In: Barker, A. V.–Pilbeam, D. J. (eds.) *Handbook of Plant Nutrition*. Taylor & Francis CRC. Boca Raton–London–New York. 57.
- Schachtman, D. P.–Reid, R. J.–Ayling, S. M.*: 1998. Phosphorus Uptake by Plants: From Soil to Cell. *Plant Physiology*. 116: 447–453.
- Smit, A. L.–Bindraban, P. S.–Schröder, J. J.–Conijn, J. G.–van der Meer, H. G.*: 2009. Phosphorus in agriculture: global resources, trends and developments. *Plant Research International*. Wageningen.
- Smith, F. W.–Loneragan, J. F.*: 1997. Interpretation of plant analysis: Concepts and principles. [In: Reuter, D. J.–Robinson, J. B. (eds.) *Plant analysis an interpretation manual*.] 2nd edition.
- Sváb J.*: 1981. Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Syers, J. K.–Johnston, A. E.–Curtin, D.*: 2008. Efficiency of soil and fertilizer phosphorus use. *FAO fertilizer and plant nutrition bulletin*. Food and agriculture organization of the united nations, Rome. 13.
- Szabó I. M.*: 1986. Az általános talajtan biológiai alapja. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 156.
- Zeljonka, L.–Stramkale, V.–Vikmane, M.*: 2005. Effect and after-effect of barley seed coating with phosphorus on germination, photosynthetic pigments and grain yield. *Acta Universitatis Latviensis*. 691: 111–119.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Surányi Szilvia
Hódmezővásárhelyi Járási Hivatal
Agrárügyi Főosztály
Növény- és Talajvédelmi Osztálya
Hódmezővásárhely
Rárósi u. 110.
H-6800
suranyi.szilvia@csongrad.gov.hu

Dr. Izsáki Zoltán
Szent István Egyetem
GAEK
Agrártudományi és Vidékfejlesztési Intézet
Szarvas
Szabadság út 1–3.
H-5540
izsaki.zoltan@gk.szie.hu

A klimatikus tényezők és a műtrágyázás hatása eltérő genotípusú kukorica hibridek termésére és jövedelmére

¹SZÉLES ADRIENN – ²FERENCSIK SÁNDOR

¹Debreceni Egyetem MÉK

Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet, Debrecen

²Agrárgazdaság Kft., Debrecen

Összefoglalás

A két eltérő klimatikus viszonyokkal rendelkező évben (2013 és 2016) végzett kutatás során arra kerestük a választ, hogy a tenyészidőszak időjárása, valamint a tápanyagellátás hogyan befolyásolja a kukorica produktivitását és a jövedelmet.

Vizsgálatainkat a Debreceni Egyetem Kísérleti Telepén, löszön képződött, mély humuszrétegű alföldi mészlepedékes csernozjom talajon beállított többtényezős, négyismétléses, sávos elrendezésű kispárcellás szántóföldi tartamkísérletben végeztük 2013. és 2016. években, természetes csapadékellátottság mellett, ugyanazon FAO 360-as és FAO 490-es érésidejű hibridek alkalmazásával.

A szántóföldi tartamkísérletben a műtrágyázás nélküli (kontroll) kezelés mellett további 10 kezelést alkalmaztunk. Az NPK arányok az alábbiak voltak: 30:23:27, 60:46:54; 90:69:81; 120:92:108; 150:115:135, 60:184:216; 120:184:216; 180:184:216; 240:184:216; 300:184:216 kg NPK/ha.

A műtrágyázás átlagos terméstöbblete kedvezőtlen klimatikus feltételek mellett (2013) szignifikánsan nagyobb volt (1,154 t/ha, $P < 0,05$) az alacsonyabb FAO számmal rendelkező hibridnél. Kedvező klimatikus viszonyokkal párosulva (2016) ezen a kiváló csernozjom talajon a két eltérő FAO számú hibrid közötti 716 kg/ha műtrágyázás átlagos többlet különbsége nem volt szignifikáns.

Az alacsony, 30:23:27 kg NPK/ha műtrágyakezelésre aszályos évben (2013) a rövidebb FAO 360-as érésidejű kukorica hibrid reagált szignifikáns terméstöbblettel

(1,245 t/ha, $P<0,05$), míg a kedvező klimatikus viszonyoknak köszönhetően 2016. évben mindkét hibridnél jelentős volt a többletermés. A 360-as FAO számú hibridnél 2,564 ($P<0,001$), a FAO 490-es érésidejű hibridnél 2,302 t/ha ($P<0,001$) volt a termés-többlet, vagyis a növekedés 29,7 és 27,6% volt.

A magasabb NPK adaggal rendelkező kezeléskombinációk (180:184:216 és 240:184:216 kg NPK/ha) biztosították a csapadékban szegény évjáratban (2013) mindkét hibridnél a szignifikánsan ($P<0,05$) igazolt legjobb terméseredményt. A kedvezőbb időjárási feltételnek köszönhetően 2016. évben mind a FAO 360-as, mind a FAO 490-es érésidejű hibridnél a 60:46:54 kg NPK/ha kezeléskombináció bizonyult statisztikailag ($P<0,05$) eredményesnek.

Csapadékhiányos évben (2013) az alacsonyabb NPK kg/ha kezeléskombinációk eredményeztek nagy különbséget a két eltérő tenyészidejű hibrid között, míg a magasabb NPK kg/ha kezeléskombinációk esetében jóval kisebb volt a különbség. A kedvező klimatikus viszonyok között (2016) ez az összefüggés ellentétesen alakult.

A FAO 360-as érésidejű kukorica hibrid termését – az NPK kezeléskombinációk átlagában – a klimatikus viszonyok kisebb mértékben befolyásolták. Kedvezőbb időjárási körülménynek köszönhetően 2016. évben 1,930 t/ha ($P<0,05$) volt a terméstöbblete, míg a 490-es FAO számú hibridnél az évjárat módosító hatása nagymértékű, 4,345 t/ha ($P<0,001$).

A stresszkörülményeket jobban bíró rövidebb tenyészidejű FAO 360-as érésidejű kukorica hibrid termése – a kezelések átlagában – 2013. évben 2,094 t/ha-ral meghaladta ($P<0,001$) a 490-es FAO számú kukorica hibridét, míg kedvező időjárási körülmények között a két hibrid között nem volt szignifikánsan kimutatható különbség.

Kedvező klimatikus viszonyok mellett, helyes NPK kg/ha kezeléskombináció megválasztásával a FAO 360-as érésidejű kukorica hibrid 3,873 t/ha, míg a 490-es FAO számú hibridnél 7,308 t/ha többletermés volt elérhető. Az eredmények szignifikánsan igazoltak ($P<0,001$).

A kukoricatermesztés jövedelemhelyzetének egyik sarkalatos pontja a ráfordítások és a hozamok alakulása, illetve ezek egymáshoz való viszonya, valamint jelentős befolyásoló tényező az adott év időjárása. A 2016. évben az alacsonyabb műtrágyaköltség ráfordítás és a felvásárlási ár 12,1%-os csökkenése mellett a FAO 490-es érésidejű kukorica hibrid többletjövedelme a maximális többletjövedelmet biztosító műtrágyaszinten jelentős, 25 035 Ft/ha volt, míg a rövidebb tenyészidejű 360-as FAO számú hibridé 3 239 Ft/ha volt a 2013. év maximális jövedelem értékéhez képest.

A vizsgálatok alapján elmondható, hogy mindössze egy esetben biztosította a maximális tápanyagszint a maximális többletjövedelmet, a másik három scenárió estében alacsonyabb ráfordítás-szinten volt maximalizálható a műtrágyázás pénzügyi eredménye.

Kulcsszavak: kukorica, klímaváltozás, műtrágyázás hatékonysága, termés, többletjövedelem

The impact of climatic factors and fertilisation on the yield of and profit related to maize hybrids of various genotypes

¹A. SZÉLES – ²S. FERENCSIK

¹University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute for Land Utilisation, Regional Development and Technology, Debrecen

²Agrárgazdaság Kft., Debrecen

Summary

During the two years with different climatic circumstances (2013 and 2016), we examined how the weather of the growing season, as well as nutrient supply affected the productivity of maize and the related income.

Our examinations were performed in 2013 and 2016, in a polyfactoral small plot long-term field experiment with four replications and a strip-plot design on calcareous chernozem soil with deep humus layer formed on loess under natural precipitation circumstances, using the same hybrids of ripening time FAO 360 and FAO 490.

In addition to the non-fertilised (control) treatment, the following ten treatments were used in the long-term field experiment. The following NPK proportions were used: 30:23:27, 60:46:54; 90:69:81; 120:92:108; 150:115:135, 60:184:216; 120:184:216; 180:184:216; 240:184:216; 300:184:216 kg NPK ha⁻¹.

Under unfavourable climatic circumstances (2013), the average yield surplus of fertilisation was significantly higher (1.154 t ha⁻¹, P<0.05) in the case of the lowest FAO hybrid. Under favourable climatic circumstances (2016), the average surplus difference of the 716 kg ha⁻¹ fertilisation between the two hybrids of different FAO numbers was not significant on this outstanding chernozem soil.

In the drought year of 2013, the maize hybrid of shorter ripening time (FAO 360) responded to the low, 30:23:27 kg NPK ha⁻¹ fertilisation treatment with a significant yield surplus (1.245 t ha⁻¹, P<0.05). On the contrary, in 2016, when the climatic circumstances were favourable, there was significant yield surplus in the case of both hybrids. The yield surplus was 2.564 (P<0.001) (FAO 360) and 2.302 t ha⁻¹ (P<0.001) (FAO 490), i.e., the observed yield increase was 29.7 and 27.6%, respectively.

In the dry crop year (2013), the treatments combinations with higher NPK dose (180:184:216 and 240:184:216 kg NPK ha⁻¹) resulted in the significantly highest (P<0.05) yield in the case of both hybrids. Because of the more favourable weather circumstances in 2016, the treatment combination of 60:46:54 kg NPK ha⁻¹ was shown to be significantly (P<0.05) successful in the case of both the FAO 360 and the FAO 490 hybrids.

In the dry year of 2013, the lower NPK kg ha⁻¹ treatment combinations resulted in a big difference between the two hybrids of different ripening time, while there was a much smaller difference in the case of higher NPK kg ha⁻¹ treatment combinations. However, this correlation was the opposite in the case of favourable climatic circumstances (2016).

Averaged over the different NPK treatment combinations, the yield of the FAO 360 maize hybrid was affected by the climatic circumstances to a lesser extent. As a result of more favourable weather conditions, this hybrid showed a yield surplus of 1.930 t ha⁻¹ (P<0.05) in 2016, while the influence of crop year was great in the case of the FAO 490 hybrid (4.345 t ha⁻¹) (P<0.001).

Of the examined hybrids, the shorter ripening time (FAO 360) hybrid tolerated stress conditions better and its yield – averaged over the different treatments – exceeded that of the FAO 490 hybrid by 2.094 t ha⁻¹ (P<0.001) in 2013, while there was no significant difference between the two hybrids under favourable weather circumstances.

Under favourable climatic conditions and with the selection of the proper NPK kg ha⁻¹ treatment combination, the yield surplus of the FAO 360 maize hybrid was 3.873 t ha⁻¹, while that of the FAO 490 hybrid was 7.308 t ha⁻¹. These results are significant (P<0.001).

Earnings and expenditures and their relationship to each other are significant aspects of the income conditions of maize production, while the weather of the given year is also a significant influential factor. In 2016, the extra income related to the production of the FAO 490 maize hybrid was significant at the fertiliser level providing the highest extra income at the lower fertiliser cost level and with the 12.1% decrease of buying-in price. This extra income was 25 035 HUF ha⁻¹, while that of the shorter ripening time FAO 360 hybrid was 3 239 HUF ha⁻¹, compared to the maximum income value of 2013.

Based on the performed examinations, it can be concluded that the highest nutrient level provided the highest extra income in only one case. In the other three scenarios, the financial result of fertilisation could be maximised at a lower level of expenditure.

Key words: maize, climate change, efficiency of fertilisation, yield, extra income

Влияние климатических факторов и искусственного удобрения на урожай и доходность кукурузных гибридов различного генотипа

¹А. СЕЛЕШ – ²Ш. ФЕРЕНЧИ

¹Дебреценский Университет, Факультет Сельского Хозяйства,
Науки о Пище и Экологического Менеджмента, Институт Землепользования,
Технический и Развития Территорий, Дебрецен

²«Аграргаздашаг»ООО, Дебрецен

Резюме

В ходе исследования, проведённого в два различных по климатическим условиям года (2013 и 2016), мы искали ответ на вопрос, как влияет погода вегетационного периода и обеспечение питательным веществом на продуктивность кукурузы и её прибыльность.

Наши исследования проводили в многофакторном, в четырёх повторениях, полосного расположения, малопарцелльном пахотном продолжительном опыте, установленном на Опытной базе Дебреценского Университета, на образованной на лёссе с глубоким гумусным слоем, алфелдской чернозёмной с известковым налётом почве в 2013 и в 2016 годах, при естественных осадках, используя такие же гибриды со временем созревания FAO 360 и FAO 490.

В пахотном продолжительном опыте кроме контроля (без внесения удобрения) применяли следующие десять доз. Соотношения удобрений NPK были следующими: 30:23:27, 60:46:54; 90:69:81; 120:92:108; 150:115:135, 60:184:216; 120:184:216; 180:184:216; 240:184:216; 300:184:216 kg NPK/ha.

Прибавка урожая, благодаря искусственному удобрению, в неблагоприятных климатических условиях (2013) была значительно больше (1,154 t/ha, P<0,05) у гиб-

ридов, обладающих более низким числом FAO. Вместе с благоприятными климатическими условиями (2016) на этой отличной чернозёмной почве среди двух гибридов с различным числом FAO разница в уровне прибавки урожая при дозе искусственного удобрения 716 kg/ha не была значительной.

На низкую дозу 30:23:27 kg NPK/ha внесения искусственного удобрения в сухом году (2013) кукурузный гибрид с более коротким временем созревания FAO 360 реагировал значительной прибавкой урожая (1,245 t/ha, $P<0,05$), а благодаря более благоприятным климатическим условиям в 2016 году у обоих гибридов была значительная прибавка урожая. У гибрида с числом FAO 360 2,564 ($P<0,001$), а у гибрида FAO 490 2,302 t/ha ($P<0,001$) была прибавка урожая, т.е. рост был 29,7 и 27,6%.

Комбинации более высоких доз NPK (180:184:216 и 240:184:216 kg NPK/ha) обеспечили в бедный осадками год выращивания (2013) у обоих гибридов доказуемую значительную ($P<0,05$) лучшую прибавку урожая. Благодаря более благоприятным погодным условиям в 2016 году как и у гибрида времени созревания FAO 360, так и у гибридов времени созревания FAO 490, комбинация доз 60:46:54 kg NPK/ha оказалась статистически результативной ($P<0,05$).

В дефицитный осадками год (2013) и комбинации обработок более низкими дозами NPK kg/ha дали большую разницу между двумя различного времени созревания гибридами, в то же время, в случае комбинаций с более высокими дозами NPK kg/ha разница была значительно меньше. В благоприятных климатических условиях (2016) эта взаимосвязь была противоположной.

На урожай кукурузного гибрида со временем созревания FAO 360 – в среднем в комбинации доз NPK – климатические условия повлияли в меньшей мере. Благодаря более благоприятным погодным условиям в 2016 году прибавка урожая была 1,930 t/ha ($P<0,05$), а у гибрида с FAO 490 влияние года выращивания было большое, 4,345 t/ha ($P<0,001$).

Среди вовлечённых в исследование гибридов кукурузный гибрид с более коротким временем созревания FAO 360 лучше выдержал стрессовые обстоятельства, его урожай – в средних дозах – в 2013 году на 2,094 t/ha превысил ($P<0,001$) урожай кукурузного гибрида FAO 490, а в благоприятных погодных условиях среди двух гибридов не было значительной разницы.

В благоприятных климатических условиях, правильно выбранной комбинацией доз NPK kg/ha у гибрида кукурузы со временем созревания FAO 360 была достигнута прибавка урожая 3,873 t/ha, а у гибрида с FAO 490 прибавка урожая была 7,308 t/ha. Результаты значительно подтвердили ($P<0,001$).

Один из краеугольных моментов прибыльности выращивания кукурузы – формирование расходов и доходов, и также отношение между ними, и фактор, оказывающий значительное влияние – погода года выращивания. В 2016 году наряду с более низкими расходами на минеральные удобрения и уменьшением на 12,1% закупочной цены прибавка дохода гибрида кукурузы время созревания FAO 490 на уровне минеральных удобрений, максимально гарантирующем прибавку урожая, было значительной, 25 035 Ft/ha, а у гибрида более короткого времени созревания FAO 360 было 3 239 Ft/ha по сравнению с 2013-ым годом, давшим максимальный доход.

На основании исследований можем сказать, что максимальный уровень питательного вещества всего в одном случае обеспечил максимальную прибавку дохода, а в случае трёх других сценариев на уровне меньшего уровня расходов-также можно было максимизировать денежный результат внесения искусственного удобрения.

Ключевые слова: кукуруза, изменение климата, эффективность искусственных удобрений, урожай, прибавка дохода

Bevezetés

A klímaváltozás kihívásokat állít a világ agrártermelésével szemben (IAASTD 2008, Godfray et al. 2010). A növekvő hőmérséklet, a szélsőséges csapadékmennyiségek előfordulásának gyakorisága nagymértékben befolyásolja a talaj állapotát, a vízellátottságot (Rosenzweig et al. 2001, Láng et al. 2007), a növények fenológiai folyamatait (Visser és Both 2005, Huda et al. 2010) és növeli a termelési kockázatot (IPCC 2001). A helyzetet fokozza, hogy 2050-re az előrejelzések szerint 9,1 milliárdra emelkedik a Föld népessége (FAO 2009), mely nagy nyomást gyakorol az élelmiszertermelésre és a környezetre. Ennek érdekében kritérium a biológiai alapok helyes megválasztása (Nagy 1996, 2007; Kíssné 2013, Sárvári és Pepó 2014, Pepó és Karancsi 2017), valamint elkerülhetetlen az input anyagok hatékonyabb felhasználása (Robertson és Swinton 2005) és a termelékenység javítása (Edgerton 2009). Az inputok túlzott felhasználása anélkül terheli a környezetet, hogy növelné a hozamot és a gazdálkodói profitot (Samuelson és Nordhaus 1992, Vitousek et al. 2009, Ványiné Széles et al. 2012a).

A kukorica termésmennyiségét a természetstechnológiai elemek közül leg-erőteljesebben a tápanyagellátás (Bocz 1976, Csajbók 2005, Árendás 2006, Debreczeniné 2009, Ványiné Széles 2010, Ványiné Széles et al. 2012b, Nagy 2017) befolyásolja, a termésnövekedéshez 31%-ban (Győrffy és Berzsenyi 1994), illetve 48%-ban (Nagy 2005) járul hozzá. A műtrágyázás hatását, illetve hatékonyságát a termőhely éghajlata, az adott év időjárása jelentős mértékben meghatározza (Várallyay és Németh 1996, Németh 2001, Kádár 2000, Pepó 2005, 2017).

Az egyes évek időjárása – még a korszerű természetstechnológiák mellett is – nagy különbségeket hoznak létre az átlagtermések között (Marton et al. 2012, Mikó 2012, Jolánkai et al. 2016). A klíma hatása az agroökológiai tényezőkön belül hazánkban mintegy 63%-ra tehető (Ángyán 1987). Jó vízgazdálkodású talajon azonban az időjárás okozta kockázat lényegesen csökkenthető (Debreczeni 1969, Várallyay et al. 1980, Győrffy 1988, Rátonyi et al. 2007, Birkás et al. 2010).

A két eltérő klimatikus viszonyokkal rendelkező években (2013 és 2016) végzett kutatás során arra kerestük a választ, hogy a tenyészidőszak időjárása, valamint a tápanyag-utánpótlás hogyan befolyásolja a kukorica produktivitását és a jövedelmet.

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat a Debreceni Egyetem Kísérleti Telepén (47° 33' É, 21° 26' K, tengerszint feletti magasság 111 m), löszön képződött, mély humuszrétegű alföldi mészlepedékes csernozjom talajon (Mollisol-Calciustoll vagy Vermustoll, agyagos vályog; USDA) beállított többtényezős, négyismétléses, sávos elrendezésű kispárcellás szántófeldi tartamkísérletben végeztük két teljesen eltérő évjáratban (2013. és 2016.), természetes csapadékelátottság mellett, ugyanazon FAO 360-as és FAO 490-es érésidejű hibridek alkalmazásával.

Talajjellemzők

A 2012. évi talajvizsgálati eredmények alapján a talaj átlagos pH_{KCl} értéke 6,6 (gyengén savanyú kémhatású), ami a növények tápanyagfelvétele szempontjából optimális. A talaj felső (20 cm) rétegében az Arany-féle kötöttségi szám 39, a vízben oldható sók (anionok és kationok) összes mennyisége 0,04%, amely kis sótartalmat jelent. A szénsavas mésztartalom a talaj felső 80 cm-ében 0%

körül van (mészhiányos), de 100 cm-től 12% (közepesen meszes). A szervesanyag-tartalom a talaj felső 20 cm-es rétegében 2,3%, a 120 cm-es mélységében nem haladja meg az 1,0%-ot. A talaj kálium ellátottsága jó, P-ellátottsága közepes.

A kísérleti tér jellemzői

A szántóföldi tartamkísérletben a műtrágyázás nélküli (kontroll) kezelés mellett további tíz kezelést alkalmaztunk. Az NPK arányok az alábbiak voltak: 30:23:27, 60:46:54; 90:69:81; 120:92:108; 150:115:135, 60:184:216; 120:184:216; 180:184:216; 240:184:216; 300:184:216 kg NPK/ha. A növényszám 73 ezer növény/ha, az elővetemény kukorica volt. A kukorica vetése 2013. 04. 20-án és 2016. 04. 19-én, a betakarítása 2013. 10. 01-én és 2016. 10. 14-én volt. A betakarított szemtermést 14%-os nedvességtartalomra korrigálva adtuk meg.

Az időjárást a kísérleti területen elhelyezett automata időjárás állomás által mért és rögzített adatok alapján értékeltük. Az értékeket az 1985–2015 időszak átlagaihoz (30 éves átlag) viszonyítottuk.

A potenciális evapotranszpiráció (PET) megállapítására Szász (1977) módszerét alkalmaztuk, amely nagy pontosságú becslést biztosít:

$$PET = \beta [0,0095(T-21)^2(1-R)^{2/3} f(v)] \quad (1)$$

ahol: PET=potenciális evapotranszpiráció (mm/nap), T=a napi középhőmérséklet (°C), R=a relatív páratartalom, $f(v)$: a szélsébség hatásfüggvénye, β : az oázishatás kifejezésére szolgáló tényező. Az oázis-hatás a környezet és a párolgó víz hányadosa.

Az évjáratok klimatikus jellemzése

2013. év aszályal és magas hőmérséklettel jellemezhető. A tenyészidőszak csapadékösszege 253 mm, amely 34,4%-kal alacsonyabb volt a sokévi átlagnál. A csapadékos napok száma 43 volt, ebből 10 mm alatt 35 nap, 10 mm felett 5 nap és 20 mm felett 3 nap hullott csapadék. A tenyészidőszak minden hónapjában magasabb volt a középhőmérséklet mint a sokévi átlag, a legmelegebb hónap augusztus (28,3 °C) volt, amely 8 °C-kal volt melegebb, mint az átlag. Összességében a vegetációs időszak középhőmérséklete 5,5 °C-kal mutatott magasabb értéket a sokévi átlagnál. A tenyészidőszak potenciális vízhiánya 448 mm volt (1. ábra).

1. ábra. A lehullott csapadékmennyiség (mm) és a maximum és minimum léghőmérséklet (°C) alakulása a tenyészidőszakban (Debrecen, 2013 és 2016)

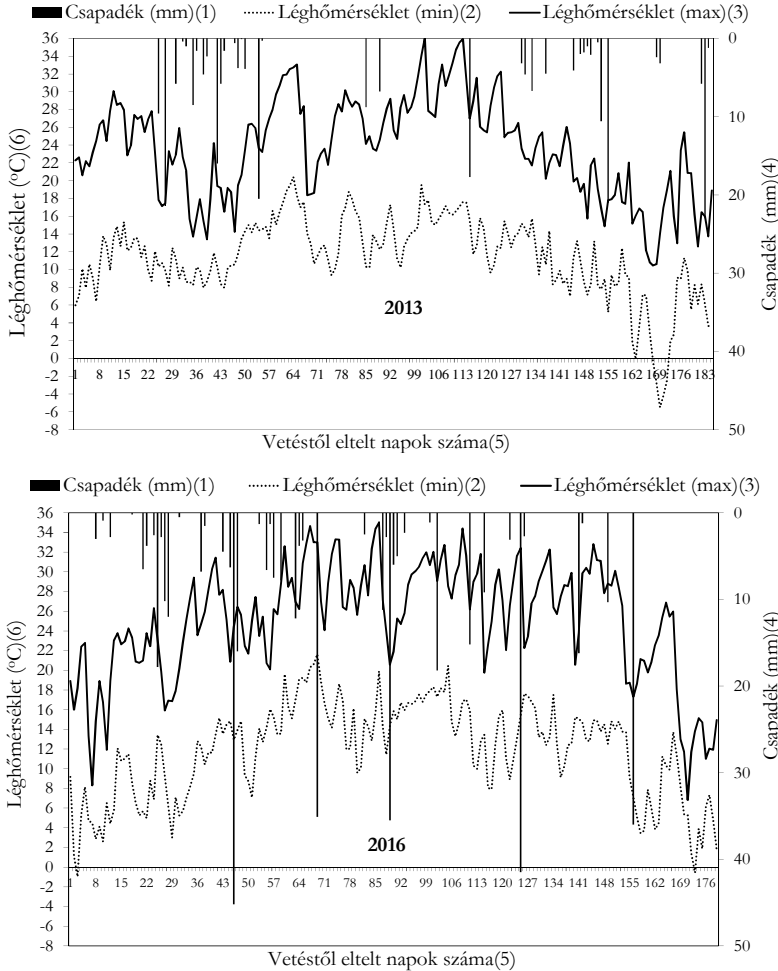


Figure 1. Precipitation (mm) and maximum and minimum air temperature (°C) in the growing season (Debrecen, 2013 and 2016). (1) Precipitation (mm), (2) Air temperature (min), (3) Air temperature (max), (4) Precipitation (mm), (5) Number of days after sowing, (6) Air temperature (°C)

2016. év tenyészidőszaka csapadékban gazdag volt (1. ábra). A csapadék-összeg (450 mm) 110 mm-rel haladta meg a 30 éves átlagösszeget (340 mm).

Ebben a tenyészidőszakban 48 csapadékos nap volt, ebből a 10 mm feletti napok száma 40 volt. Öt napon a csapadék mennyisége meghaladta a 20 mm-t, és mindössze 3 nap volt, amikor 10 mm alatti volt a lehullott csapadék mennyisége. A PET érték 140 mm-rel volt nagyobb, mint a lehullott csapadék mennyisége. A tenyészidőszak középhőmérséklete 16,5 °C volt, amely csupán néhány tizedfokkal (+0,3 °C) tért el az átlagtól.

Ökonómiai elemzés

Elemző munka során meghatározásra kerültek a pótlólagos műtrágya ráfordításból eredő költség-jövedelem viszonyok. A kijuttatott műtrágya mennyisége az egyes kezelésekben állandó volt, a vizsgált években a változók a hozamok és az árbevételek voltak. Az input és output árak a vizsgált évek KSH első negyedévi átlagárai alapján lettek meghatározva.

A műtrágyaköltségek az alábbiak szerint alakultak: 2013-ban az ammónium-nitrát 89 549 Ft/t, a szuper-foszfát 78 669 Ft/t, kálisó 119 042 Ft/t; 2016-ban ammónium-nitrát 84 710 Ft/t, szuper-foszfát 71 359 Ft/t, kálisó 101 985 Ft/t. A kukorica felvásárlási ára 2013-ban 45 300 Ft/t, valamint 2016-ban 40 400 Ft/t volt (KSH 2013, 2016).

Statisztikai értékelés

A függő változó (termés) és a termesztési tényező (műtrágya) közötti kapcsolatot általános lineáris modellel (GLM) értékeltük. A termés és a középértékeinek összehasonlítását Duncan-teszttel végeztük. A függő változók közötti kapcsolatot lineáris függvénnyel értékeltük. A függvényeket regresszió-analízissel, az eltérés-négyzetösszeg minimalizálásával illesztettük. A függvények illeszkedésének jóságát az R-értékkel és a Hiba MS nagyságával adtuk meg. A kiértékelést az SPSS for Windows 21.0 statisztikai programcsomaggal végeztük.

Eredmények

Műtrágyázás és a klimatikus tényezők hatása a termésre

Aszályos évjáratban (2013. év) a FAO 360-as érésidejű kukorica hibrid termését a nem műtrágyázott kezeléshez viszonyítva a 30:23:27 kg NPK/ha kezelés szignifikánsan 1,245 t/ha-ral növelte ($P < 0,05$). A 30:23:27 és a 60:46:54 kg NPK/ha kezelés közötti eltérés igen jelentős (2,016 t/ha, $P < 0,05$) volt. A 90:69:81 kg NPK/ha kezelés hatására a műtrágyázás nélkül elért terméshez viszonyítva

81,5%-os, a 60:46:54 kg NPK/ha kezeléshez képest 18,2%-os volt a növekedés ($P < 0,05$). A 120:92:108, a 150:115:135 és a 120:184:216 kg NPK/ha kezelések azonos csoportot képeztek. A többlet P és K szignifikáns differenciát nem okozott a 60:46:54 és a 60:184:216 kg NPK/ha, valamint a 120:92:108 és a 120:184:216 kg NPK/ha kezeléskombinációk között. A legnagyobb termést a 300:184:216 kg NPK/ha kezeléskombináció eredményezte (13,841 t/ha), terméstöbblete a nem műtrágyázott kezeléshez viszonyítva 7,752 t/ha volt, statisztikailag eredményesnek a 180:184:216 kg NPK/ha kezeléskombináció bizonyult (12,947 t/ha). A két kezelés közötti eltérés 894 kg/ha nem mutatkozott szignifikánsnak (2. ábra).

2. ábra. A műtrágyázás hatása a FAO 360-as és a FAO 490-es tenyészidejű kukorica hibrid termésére (Debrecen, 2013)

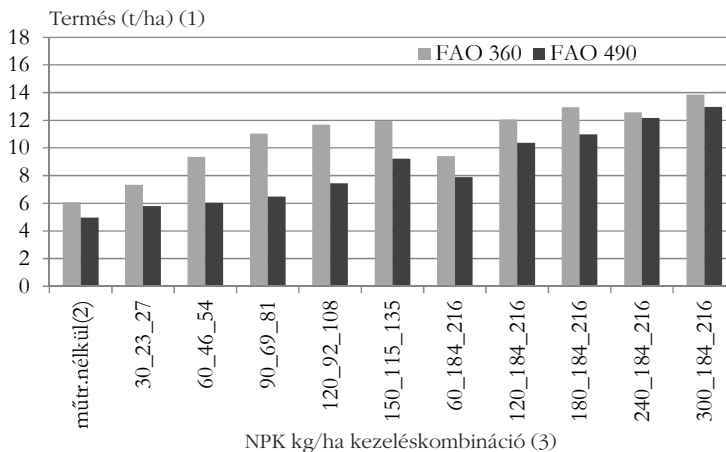


Figure 2. The effect of fertilisation on the yield of FAO 360 and FAO 490 maize hybrids (Debrecen, 2013). (1) Yield (t ha⁻¹), (2) Non-fertilised, (3) NPK kg ha⁻¹ treatment combination

A hosszabb tenyészidejű FAO 490 kukorica hibrid a kisebb adagú 30:23:27 és 60:46:54 kg NPK/ha kezelésre nem reagált szignifikáns termésmnövekedéssel. A 90:69:81 kg NPK/ha kezelés hatására megbízható ($P < 0,05$) volt a különbség, az eltérés 1,530 t/ha. A 150:115:135 kg NPK/ha kezeléskombináció 1,782 t/ha szignifikáns ($P < 0,05$) növekedést ért el a 120:92:108 kg NPK/ha műtrágyakezelés terméséhez viszonyítva. Nem volt szignifikáns differencia a 90:69:81, a 120:92:108 és a 60:184:216 kg NPK/ha kezelések között. Az azonos N-t tartalmazó kezelé-

sek között, a 60:46:54 és a 60:184:216 kg NPK/ha (1,841 t/ha, $P < 0,05$), valamint a 120:92:108 és a 120:184:216 kg NPK/ha (2,925 t/ha, $P < 0,05$) jelentős szignifikáns különbség volt. Jelentős volt a 180:184:216 és a 240:184:216 kg NPK/ha eredménye közötti 1,194 t/ha termésmnövekedés, ezt az eltérést azonban a Duncan-teszt nem igazolta. A legnagyobb termést a 300:184:216 kg NPK/ha kezeléssel lehetett elérni (12,959 t/ha), statisztikailag a 240:184:216 kg NPK/ha kezelést volt a legeredményesebb (12,173 t/ha), a két kezelés között mindössze 6,5% eltérés volt (2. ábra).

A kedvező időjárású 2016. évben FAO 360 számmal rendelkező kukorica hibrid műtrágyázás nélküli termése és a 30:23:27 kg NPK/ha kezelés között számotvető volt a különbség (2,564 t/ha, $P < 0,05$). A 90:69:81 kg NPK/ha kezelés hatására a 60:46:54 kg NPK/ha kezelés terméséhez viszonyítva további 2,031 t/ha-os növekedés ($P < 0,05$) volt. Nem mutatott igazolt eltérést a 60:46:54, a 90:69:81, 150:115:135 és a 180:184:216 kg NPK/ha kezelés. A kísérletben alkalmazott további kezelések a 30:23:27, a 60:184:216, a 120:184:216 és a 300:184:216 kg NPK/ha hasonló eredményt mutattak, szignifikáns differencia nem volt kimutatható. Negatív (-1,249 t/ha, $P < 0,05$) hatása volt a 60:184:216 kg NPK/ha kezelésnek a 60:46:54 kg NPK/ha kezeléshez képest, illetve a 120:184:216 kg NPK/ha kezelésnek (-1,898 t/ha, $P < 0,05$) a 120:92:108 kg NPK/ha kezeléshez viszonyítva. A legnagyobb (120:92:108 kg NPK/ha) és a statisztikailag legeredményesebb (60:46:54 kg NPK/ha) kezelés között 10,6%-os volt az eltérés (3. ábra).

FAO 490-es érésidejű kukorica hibrid a legkisebb adagú 30:23:27 kg NPK/ha kezelésre már 27,6%-os termésmnövekedéssel ($P < 0,05$) reagált. A következő műtrágyalépcső (60:46:54 kg NPK/ha) további 25,3%-os emelkedést ($P < 0,05$) eredményezett. A 30:23:27 kg NPK/ha műtrágyakezelés nem különbözött a 60:184:216 kg NPK/ha kezelés eredményétől. A 60:184:216 és a 120:184:216 kg NPK/ha eredménye közötti 17,5% termésmnövekedés sem volt jelentős. A 60:184:216 kg NPK/ha kezeléskombináció alkalmazása 2,012 t/ha-ral csökkentette a termést a 60:46:54 kg NPK/ha kezeléshez képest, illetve csökkenést eredményezett a 120:184:216 kg NPK/ha kezelés a 120:92:108 kg NPK/ha kezeléshez viszonyítva. A többi kezelés egy csoportot képezett, vagyis nem volt szignifikáns differencia ezen NPK/ha kezelése között. A legnagyobb termés és a statisztikailag igazolt legnagyobb termés ebben az esetben sem esett egybe. A 150:115:135 kg NPK/ha kezeléskombináció (15,314 t/ha) biztosította a legnagyobb termést, azonban szignifikánsan nem különbözött a 60:46:54 kg NPK/ha kezelés hatására kialakult termés nagyságától (3. ábra).

3. ábra. A műtrágyázás hatása a FAO 360-as és a FAO 490-es tenyészidejű kukorica hibrid termésére (Debrecen, 2016)

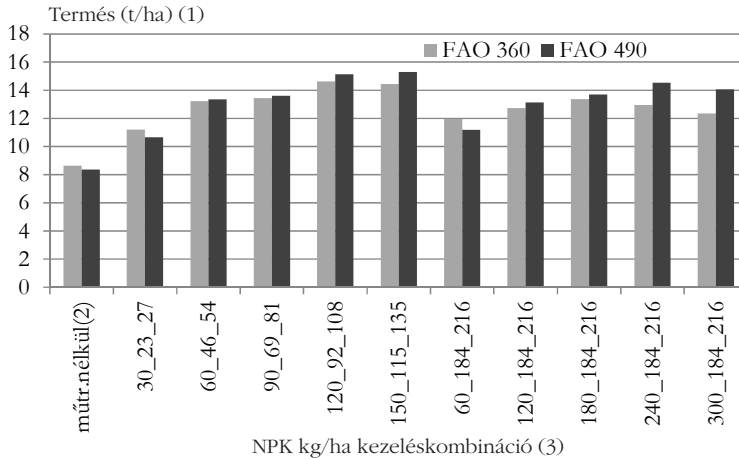


Figure 3. The effect of fertilisation on the yield of FAO 360 and FAO 490 maize hybrids (Debrecen, 2016). (1) Yield (t ha⁻¹), (2) Non-fertilised, (3) NPK kg ha⁻¹ treatment combination

A műtrágyázás átlagos terméstöbblete aszályos évjáratban (2013) a hibridek átlagában 4,556 t/ha volt. Ez a terméstöbbslet a FAO 360-as érésidejű hibridnél 5,133 t/ha, a 490-es FAO számú hibridnél 3,979 t/ha volt. Kedvező klimatikus viszonyok között (2016) 4,759 t/ha volt a műtrágyázás átlagos többlete, a FAO 360-as érésidejű hibridé 4,401 t/ha, míg a 490-es FAO számú hibridé 5,117 t/ha.

A klimatikus tényezők változásának hatására az alkalmazott kezeléskombinációkban kialakult termések jelentős eltéréseket mutattak. A rövidebb tenyészidejű FAO 360-as kukorica hibrid esetében – a 120:184:216, 180:184:216, 240:184:216 és a 300:184:216 kg NPK/ha kezelés kivételével – a kedvező klimatikus viszonyoknak köszönhetően 2016. évben szignifikánsan magasabb termésszint volt elérhető. A FAO 360-as tenyészidejű hibrid természetes tápanyaghasználó képessége is jelentősen javult (2,539 t/ha, P<0,001). A 30:23:27 (3,858 t/ha, P<0,01) és a 60:46:54 kg NPK/ha (3,878 t/ha, P<0,001) kezelésnél volt a legnagyobb mértékű az évjárat módosító hatása. A kedvező évjárat (2016) – műtrágyakezelések átlagában – 1,930 t/ha terméstöbbslet eredményezett.

A FAO 490-es tenyészidejű kukorica hibrid a kedvező klimatikus viszonyokkal rendelkező 2016. évben minden tápanyagszinten kiemelkedő terméstöbbsletet ért el. A növekedés a 300:184:216 kg NPK/ha kezelés kivételével

minden esetben szignifikáns. A legnagyobb növekedést a 120:92:108 kg NPK/ha kezelés biztosította (7,702 t/ha, $P < 0,001$).

Műtrágyázás hatékonysága

Jelentős különbségek voltak mind a nem műtrágyázott parcellához viszonyított többlettermésekben, mind az árbevétel-ráfordítás szinteken a két eltérő évjáratban. A 2016. évet alacsonyabb ráfordítási szint jellemezte, és a felvásárlási ár is alacsonyabb volt, mint a 2013. évben.

A jövedelemtöbblet kiszámítása a többlet árbevétel és a többlet ráfordítás különbözete alapján történt valamennyi műtrágyázási szinten. A maximális többletjövedelmet biztosító NPK kezeléskombináció 2013-ban különböző volt a vizsgált kukorica hibrideknél. Míg a rövidebb tenyészidejű FAO 360 kukorica esetén a 120:92:108 kg NPK/ha biztosította a legnagyobb többletjövedelmet, addig FAO 490-es érésidejű kukorica hibrid esetében a legnagyobb többletjövedelem a legmagasabb műtrágyázási szinten (300:184:216 kg NPK/ha) volt realizálható (4. ábra).

4. ábra. A műtrágyázás hatása a FAO 360-as és a FAO 490-es tenyészidejű kukorica hibrid többletjövedelemére (Debrecen, 2013)

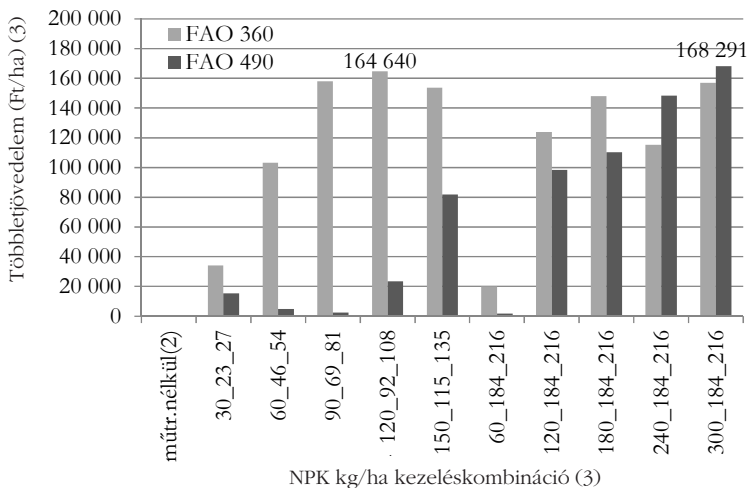


Figure 4. The effect of fertilisation on the extra income related to the FAO 360 and FAO 490 maize hybrids (Debrecen, 2013). (1) Extra income (HUF ha⁻¹), (2) Non-fertilised, (3) NPK kg ha⁻¹ treatment combination

2016. évben mindkét hibrid esetében a 120:92:108 kg NPK/ha biztosította a legnagyobb többletjövedelmet. Ebben az évben a két eltérő tenyésztésű hibridkukorica esetében is volt olyan műtrágyázási szint, ahol a ráfordítás nagyobb volt, mint a többlet árbevétele, azaz jövedelemcsökkentő tényezőként hatott a többlet ráfordítás (5. ábra).

5. ábra. A műtrágyázás hatása a FAO 360-as és a FAO 490-es tenyésztésű kukorica hibrid többletjövedelmére (Debrecen, 2016)

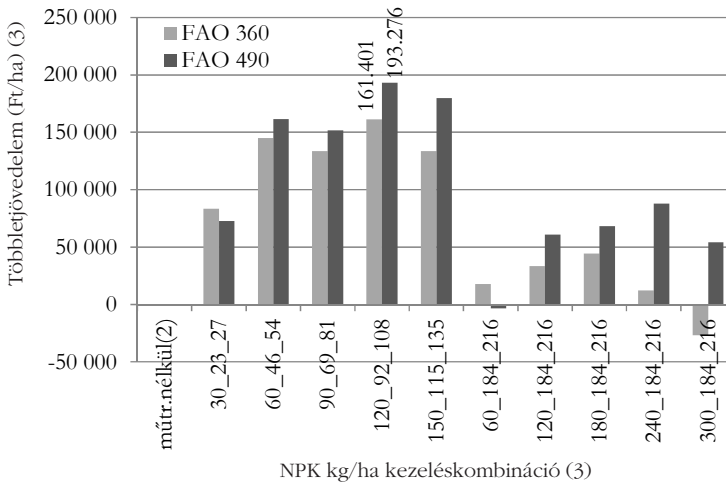


Figure 5. The effect of fertilisation on the extra income related to the FAO 360 and FAO 490 maize hybrids (Debrecen, 2016). (1) Extra income (HUF ha⁻¹), (2) Non-fertilised, (3) NPK kg ha⁻¹ treatment combination

Összegzés

Mindhárom vizsgált fő tényező (évjárat, műtrágyázás, genotípus) hatása a termésre – többtényezős variancia-analízis alapján – 0,1%-os szinten igazolt. Az MQ értéke alapján jelentősebb termést módosító hatása az évjáratnak (458,244) volt, majd a műtrágyázásnak (89,868), illetve a genotípusnak (37,597). A kölcsönhatások, az év×genotípus (P<0,001), az év×műtrágyázás (P<0,001), illetve a genotípus×műtrágyázás (P<0,05) is megbízhatóságot mutattak.

A FAO 360-as tenyésztésű kukorica hibrid – a műtrágyakezelések átlagában – kedvezőtlen klimatikus viszonyok között (2013) 2,094 t/ha-ral nagyobb termést ért el, mint a FAO 490-es érésű hibrid, a növekedés mértéke 25,3%.

Aszályos évben (2013) a 90:69:81 kg NPK/ha kezeléskombináció biztosította a legnagyobb terméskülönbséget a két hibrid között. Megállapítás nyert, hasonlóan *Marton et al.* (2005) kutatásaihoz, hogy a hosszabb tenyészidejű kukorica hibrid termése az aszályos évjáratnak köszönhetően jelentősen csökkent. A csökkenés mértéke a kijuttatott tápanyag mennyiségtől függ. A FAO 490-es érésidejű kukorica hibrid termése ebben a csapadékban szegény évben a 90:69:81 kg NPK/ha kezelésnél csökkent a legnagyobb mértékben (4,566 t/ha) a rövidebb tenyészidejű FAO 360 kukorica hibridhez viszonyítva. Kisebb különbségek a nagyobb NPK adagot tartalmazó kezeléskombinációknál alakultak ki. A 240:184:216 kg NPK/ha kezeléskombinációban mindössze 399 kg/ha eltérés volt a két hibrid között, amely szignifikáns differenciát nem jelent.

Kedvező klimatikus viszonyok között (2016) a FAO 490-es tenyészidejű kukorica hibrid termése minden tápanyagszinten magasabb volt, mint a 360-as FAO számú hibridé, azonban a különbség nem szignifikáns.

Érdemi különbség volt 2013 és 2016 évek között a műtrágyázás, mint ráfordításelem (11,3%) és a kukorica felvásárlási ár (12,1%) között. Ezen feltételek mellett a klimatikus tényezők nagymértékben befolyásolták a hibridek többletjövödelmét. Kedvező időjárási feltételek mellett (2016) a maximális többletjövödelmet biztosító NPK kezeléskombináció a FAO 490-es érésidejű kukorica hibridnél 25 035 Ft/ha, míg a FAO 360-as tenyészidejű hibridnél 3 239 Ft/ha jövödelemtöbbletet eredményezett a 2013. évi eredményekhez képest.

Köszönetnyilvánítás

A publikációt a GINOP-2.2.1-15-2016-00001 azonosító számú “*Üzemmérettől független komplex precíziós szaktanácsadási rendszer kialakítása*” c., valamint az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

Ángyán J. (szerk.): 1987. Agroökológiai hatások a kukoricatermesztésben – Az agroökológiai körzetek és a területi fejlesztés. [In: Menyhért Z. (szerk.) Növénytermesztés korszerűen, gazdaságosan.] GATE-KSZE. Gödöllő-Szekszárd.

- Árendás T.*: 2006. Növénytáplálás új szemlélettel. *Agrofórum*. 17. 12: 8–10.
- Birkás M.–Szemők A.–Milan M.*: 2010. A klímaváltozás talajművelési, talajállapot tanulmányai. *Klíma 21 Füzetek*. 61: 144–152.
- Bocz E.*: 1976. Trágyázási útmutató. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 257.
- Csajbók J.*: 2005. A tápanyagellátás és az asszimiláció közötti összefüggések kukoricánál. [In: Jávor A. (szerk.) Gyep, állat, vidék, kutatás, tudomány.] Debreceni Egyetem AGTC. Debrecen. 110–115.
- Debreczeni B.*: 1969. A műtrágyázás, az öntözés és a talajtípus néhány összefüggése a kukoricatermesztésben. [In: Isó I. (szerk.) Kukoricatermesztési kísérletek 1965–1968.] Akadémiai Kiadó. Budapest. 423–432.
- Debreczeni B.-né.*: 2009. Néhány kiemelkedő kutatási eredmény a legjelentősebb szántóföldi tartamkísérletből. [In: Debreczeni B.-né–Németh T. (szerk.) Az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek.] Akadémiai Kiadó. Budapest. 21–22.
- Edgerton, M. D.*: 2009. Increasing Crop Productivity to Meet Global Needs for Feed, Food, and Fuel. *Plant Physiol*. 149. 1: 7–13.
- FAO*: 2009. How to Feed the World in 2050. http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf
- Godfray, H. C. J.–Beddington, J. R.–Crute, I. R.–Haddad, L.–Lawrence, D.–Muir, J. F.–Pretty, J.–Robinson, S.–Thomas, S. M.–Toulmin, C.*: 2010. Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*. 327. 5967: 812–818.
- Győrffy B.*: 1988. Az 1983. évi aszály hatása és tanulságai. *Magyar Tudomány*. 4: 249–254.
- Győrffy B.–Berzsenyi Z.*: 1994. Növénytermesztési tényezők hatása a kukorica termésére tartamkísérletben. [In: Debreczeni B.–Debreczeni B.-né (szerk.) Trágyázási kutatások 1960–1990.] Akadémiai Kiadó. Budapest. 311–312.
- Huda, S.–Sadras, V.–Wani, S.–Mei, X.*: 2010. Food security and climate change in the Asia-Pacific region: Evaluating mismatch between crop development and water availability. 9th European IFSA Symposium. Vienna. Austria.
- IAASTD*: 2008. International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development Global Summary for Decision Makers. http://www.agassessment.org/index.cfm?Page=About_IAASTD&ItemID=2 (accessed 23.05.08).
- IPCC*: 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the. [In: Houghton, J. T. et al. (eds.) Intergovernmental Panel on Climate Change.] UK and New York
- Jolánkai, M.–Tarnawa, Á.–Horváth, Cs.–Nyárai, H. F.–Kassai, M K.*: 2016. Impact of climatic factors on yield quantity and quality of grain crops. *Időjárás*. 120. 1: 73–84.
- Kádár I.*: 2000. A kukorica tápelem-felvétele és trágyaigénye. *Agrofórum*. 11. 3: 41–43.
- Kiss I.-né.*: 2013. Klímakárok hatása a növények természetére. *Agrofórum*. 24. 1: 12–26.
- KSH*: 2013, 2016. A mezőgazdaság ráfordítás átlagárai. http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_evkozi/e_qsmb001a.html

- Láng I.–Csete L.–Jolánkai M. (szerk): 2007. A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest.
- Marton L. Cs.–Árendás T.–Bónis P.–Nagy J.–Berzsenyi Z.: 2005. A vízellátás hatása a különböző tenyészidejű kukorica hibridek agronómiai tulajdonságaira. „Agro-21” Füzetek. 41: 95–101.
- Marton L. Cs.–Árendás T.–Berzsenyi Z.: 2012. Martonvásári kukorica hibridek a szárazságban. Martonvásár. 24. 2: 4–7.
- Mikó P.: 2012. A 2011. évi Kukorica Termelésverseny és a Top20 Kisparcellás Összehasonlító Fajtakísérletek eredményei. Agrárágazat. 13. 2: 32–34.
- Nagy J.: 1996. The effect of fertilization and irrigation on the yield of maize (*Zea mays* L.) hybrids with various genotypes. [In: Ittersum, M. K. et al. (eds.) Fourth Congress of the European Society for Agronomy.] European Society for Agronomy. Wageningen. 421–440.
- Nagy J.: 2005. 30 év a kukoricakutatás és fejlesztés szolgálatában. [In: Nagy J. (szerk.) Kukorica hibridek adaptációs képessége és terméshozama: A kukoricakutatás és fejlesztés 30 éve.] DE ATC. Debrecen. 8–53.
- Nagy J.: 2007. Kukoricatermesztés. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Nagy J.: 2017. Klímaváltozás és a műtrágyázás hatása a kukorica termésére debreceni tartamkísérletben. Növénytermelés. 66. 3: 11–32.
- Németh T.: 2001. A tápanyag-gazdálkodás szerepe a szántóföldi növénytermesztésben. [In: Kovács F. et al. (szerk.) Lehetőségek az agrártermelés környezetbarát fejlesztésében]. MTA Agrártudományok Osztálya. Budapest. 106–132.
- Pepó P.: 2005. A globális klímaváltozás hatásai és válaszai a Tiszántúl szántóföldi növénytermelésében. „Agro-21” Füzetek. 41: 59–65.
- Pepó P.: 2017. Tartamkísérletek mint a klímaváltozás indikátorai. Növénytermelés. 66. 3: 33–46.
- Pepó, P.–Karancsi, L. G.: 2017. Effect of fertilization on the NPK uptake of different maize (*Zea mays* L.) genotypes. Cereal Res. Commun. 45. 4: 699–710.
- Rátonyi, T.–Megyes, A.–Sulyok, D.: 2007. Evaluation of the physical conditions of soil by using penetrometer in a long-term tillage experiment. Cereal Res. Commun. 35. 1: 989–992.
- Robertson, G. P.–Swinton, S. M.: 2005. Reconciling agricultural productivity and environmental integrity: a grand challenge for agriculture. Front. Ecol. Environ. 338–46.
- Rosenzweig, C.–Iglesias, A.–Yang, X. B.–Epstein, P. R.–Chivian, E.: 2001. Climate change and extreme weather events: Implications for food production, plant diseases, and pests. Glob. Change Human Health. 2: 90–104.
- Samuelson, P. A.–Nordhaus, W. D.: 1992. Közgazdaságtan. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó. Budapest.
- Sárvári, M.–Pepó, P.: 2014. Effect of production factors on maize yield and yield stability. Cereal Res. Commun. 42. 4: 710–720.

- Szász, G.*: 1977. Formulae of Calculating Evapotranspiration and their Application in the Practice of Hungary. I.C.I.D., Internat round Table conf. On „Evapotranspiration”. Question. 3: 1–13.
- Ványiné Széles, A.*: 2010. Evaluation of the level of N supply in maize hybrids at different nutritional levels. *Acta Agronomica Hungarica*. 58: 89–94.
- Ványiné Széles, A.–Bogdán, I.–Sulyok, D.–Nagy, J.*: 2012a. The effect of fertilisation and irrigation on the yield of different genotype maize hybrids and the economic aspects of production. [In: Halasi-Kun G. J. (ed.) *Impact of Anthropogenic Activity and Climate Changes on the Environment of Central Europe and USA.*] Pécs; Bratislava: Slovak Academy of Sciences Institute of Hydrology; Hungarian Academy of Sciences, Research Centre for Economic and Regional Studies Institute for Regional Studies; Columbia University. 341–360.
- Ványiné Széles, A.–Megyes, A.–Nagy, J.*: 2012b. Irrigation and nitrogen effects on the leaf chlorophyll content and grain yield of maize in different crop years. *Agricultural Water Management*. 107: 133–144.
- Várallyay Gy.–Németh T.*: 1996. A fenntartható mezőgazdaság talajtani-agrokémiai alapjai. MTA Agrártudományok Osztályának tájékoztatója. Akadémiai Kiadó. Budapest. 80–92.
- Várallyay Gy.–Szűcs L.–Rajkai K.–Zilahy P.–Murányi A.*: 1980. Magyarországi talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak kategóriarendszere és 1:100 000 méretarányú térképe. *Agrokémia és Talajtan*. 29: 77–112.
- Visser, M. E.–Both, C.*: 2005. Shifts in phenology due to global climate change: The need for a yardstick. *Proceedings of the Royal Society B*. 272: 2561–2569.
- Vitousek, P. M.–Naylor, R.–Crews, T.–David, M. B.–Drinkwater, L. E.–Holland, E.–Johnes, P. J.–Katzenberger, J.–Martinelli, L. A.–Matson, P. A.–Nziguheba, G.–Ojima, D.–Palm, C. A.–Robertson, G. P.–Sanchez, P. A.–Townsend, A. R.–Zhang, F. S.*: 2009. Nutrient imbalances in agricultural development. *Science*. 324: 1519–1520.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Dr. Széles Adrienn
Debreceni Egyetem MÉK
Földhasznosítási, Műszaki és
Területfejlesztési Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032
szelesa@agr.unideb.hu

Dr. Ferencsik Sándor
Agrárgazdaság Kft.
Debrecen
35-ös útfél 0212/6. hrsz.
H-4002

Ammónium-nitrát műtrágya, települési biokomposzt és települési szennyvíziszap-komposzt hatása az olasz nád (*Arundo donax* L.) levelének mikroanatómiájára

TÓTH CSILLA – SIMON LÁSZLÓ

Nyíregyházi Egyetem Műszaki és Agrártudományi Intézet, Nyíregyháza

Összefoglalás

Az olasz nád (*Arundo donax* L., *Poaceae*) C3-típusú fotoszintézist folytató, évelő, lágy szárú, robusztus fűféle. Világszerte ipari növényként, építési, mezőgazdasági valamint bioenergetikai célra termesztik, illetve környezetvédelmi célokra alkalmazzák. Mivel a mérsékelt égövben föld feletti szerveinek éves száraz hozama öntözés nélkül is elérheti a 10–20 tonnát hektáronként, a hazai energiaültetvények egyik potenciális, perspektivikus növénye. 2009–2010 között homokos vályog jellegű, kovárványos barna erdőtalajon állítottunk be szabadföldi mikroparcellás kísérlet olasznáddal Nyíregyházán. A talajba 2009 júniusában és 2010 júliusában fejtrágyaként ammónium-nitrát (AN) műtrágyát (150 és 300 kg/ha), illetve települési zöldhulladékból készült ún. biokomposztot (TBK – 25 t/ha), valamint települési szennyvíziszap-komposztot (TSZK – 25 t/ha) juttattunk ki. 2010 októberében megvizsgáltuk a levelek legfontosabb mikroanatómiai paramétereit. Megállapítottuk, hogy mind az AN, a TBK, valamint a TSZK kijuttatás is negatívan befolyásolta a levél epidermisz vastagságának alakulását. Minden talajkezelés esetén az egyes párhuzamos lefutású erek közötti érszigetek kiterjedésének, az azokat felépítő epidermiszsejtek sejt-sorszámának emelkedése volt megfigyelhető. A TBK és TSZK kijuttatás a sztómaszám jelentős növekedését idézte elő, ugyanakkor sztómaszélenség növekedést csak az AN (150 és 300 kg/ha) kijuttatás esetén tapasztaltunk.

Összességében megállapítható, hogy a nitrogén-fejtrágya, illetve biohulladékok talajba juttatásának hatására kedvezőbbé váló tápelem-ellátottság komplexen hat a levelek szöveti felépítésére, pozitív hatása különösen a sztómaszám emelkedésén mérhető

le. A sztómák számának növekedése fokozódó CO₂-akkumulációt tesz lehetővé, mely kedvez a biomassza-produkció növekedésének.

Kulcsszavak: *Arundo donax*, műtrágya, komposzt, levél, mikroanatómia

Impact of ammonium-nitrate artificial fertiliser, municipal biocompost and municipal sewage sludge compost on the leaf microanatomy of giant reed (*Arundo donax* L.)

CS. TÓTH - L. SIMON

University of Nyíregyháza Institute of Engineering and Agricultural Sciences,
Department of Agricultural Sciences and Environmental Management,
Nyíregyháza

Summary

Giant reed (*Arundo donax* L., *Poaceae*) is a robust, perennial, rhizomatous grass with C₃-type photosynthesis. This plant is utilised in different parts of the world for industrial, construction, agricultural, environmental and bioenergetical purposes. Because its above-ground organs can produce annually 10–20 dry tonnes per hectare without irrigation, this plant is a perspective energy crop in Hungary. An open-field microplot experiment was set up with *Arundo* between 2009–2010 in Nyíregyháza (Hungary). The sandy loam brown forest soil was treated in June 2009 and July 2010 with ammonium nitrate (AN - 150 and 300 kg ha⁻¹) fertiliser as top dressing, with municipal biocompost from green waste (MBC - 25 t ha⁻¹ wet weight), and with municipal sewage sludge compost (MSSC - 25 t ha⁻¹ wet weight). The most important microanatomical parameters of *Arundo* leaves were examined in October 2010. It was found that both AN, MBC and MSSC reduced the thickness of the epidermis. All treatments expanded the width of vein islands between the parallel veins, and the number of epidermis cell lines of the vein islands. The MBC and MSSC treatments caused a significant increase in stoma number, while AN treatments bring about increase of stoma width.

It can be concluded that the soil treatments - by the help of improving nutrient supply - take a complex effect on the leaf anatomy. The positive influence is mostly

expressed in the increase of stoma number. The higher stoma number makes a higher rate of CO₂-accumulation possible, which contributes to a higher biomass production of *Arundo*.

Key words: *Arundo donax*, artificial fertiliser, compost, leaf, microanatomy

Влияние искусственного удобрения нитрата аммония, биокomпоста поселения и компоста ила сточных вод поселения на микроанатомию листьев тростникового арундо (*Arundo donax* L.)

Ч. ТОТ – Л. ШИМОН

Технический и Аграрный Институт Ниредьхазского Университета, г.Ниредьхаз

Резюме

Тростниковый арундо (*Arundo donax* L., *Poaceae*) – крупное, многолетнее, травянистое растение, проводящее фотосинтез типа С3, с мягким стеблем. Во всём мире его выращивают как промышленное растение для строительных, сельскохозяйственных и биоэнергетических целей, а также используют в целях охраны окружающей среды. Поскольку в умеренном поясе годовой сухой урожай надповерхностных его частей и без орошения может достигать 10–20 тонн с гектара, оно является одним из потенциальных, перспективных растений венгерских энергетических насаждений. В 2009–2010 годы установили пахотный, микропарцелярный опыт с тростниковым арундо в Ниредьхазе на песчаной суглинистой, бурой лесной почве. В почву в июне 2009 и в июле 2010 года в качестве подкормки вносили искусственное удобрение нитрата аммония (AN) (150 и 300 kg/ha), и также т.н. биокomпост, изготовленный из зелёных отходов поселения (ТБК – 25 t/ha), и компост из ила сточных вод поселения также (TSZK – 25 t/ha). В октябре 2010 года исследовали самые важные микроанатомические параметры листьев. Установили, что внесение как и AN, ТБК, а также и TSZK негативно повлияло на формирование эпидермиса листа. Во всех случаях обработки почвы в расположении островков прожилок между отдельными параллельно расположенными прожилками, было замечено повы-

шение порядкового номера строящих это эпидермис-клеток. Внесение ТВК и TSZK вызвало значительное увеличение числа стом, в то же время рост ширины стом обнаружили только в случае внесения AN (150 и 300 kg/ha).

В целом можно установить, что ставшая более благоприятным под влиянием азотной подкормки и внесением биоотходов в почву обеспеченность питательными веществами комплексно влияет на строение ткани листьев, особенно позитивно влияние можно измерить на повышение числа стом. Рост числа стом делает возможным более высокую аккумуляцию CO₂, что благоприятно для увеличения продукции биомассы.

Ключевые слова: *Arundo donax*, искусственное удобрение, компост, лист, микроанатомия

Bevezetés

A pázsitfűfélék (*Poaceae*) családjába tartozó *Arundo* nemzetség 6 faja a Földközi-tenger mellékétől a Kaukázuson túlig, valamint Kelet-Ázsiában honos. Előfordul az Egyesült Államok déli államaiban, az elmúlt évszázadban Dél-Amerikába és Dél-Afrikába is betelepítették, Ausztráliában, Óceániában is megtalálható (*Danert et al.* 1981, *Nsanganwimana et al.* 2014).

Az olasz nád (*Arundo donax* L.) a vízpartok és mocsarak jellegzetes növénye, amely akár több mint 5 méter magasra is megnő. Szára sima, üreges, nagyon kemény, bambuszhoz hasonlóan sok nádusszal. Széles, kékeszöld levelei lehajlóak. A szárazságot jól tűri, köszönhetően a rhizómáknak, és a mélyen gyökerezésének (*Lewandowski et al.* 2003, *Ge et al.* 2016, *Corno et al.* 2014).

Fejlődéséhez az optimális hőmérséklet a meleg időszakban <10 °C, a hideg periódusban pedig <0 °C (*Ge et al.* 2016). Kedveli a laza, homokos, vízzel jól ellátott talajokat, de agyagos, szikes talajokon is megél; elviseli a talaj viszonylag nagy sótartalmát. A talaj optimális kémhatása pH 5,0–8,7 közötti. Mivel mélyen gyökerezik, a talajfelszíni szárazságot időszakosan elviseli (*Lewandowski et al.* 2003, *Williams et al.* 2013, *Corno et al.* 2014, *Ge et al.* 2016).

Az olasz nádat több országban ipari növényként termesztik, hazánkban korábban csak dísnövényként volt ismert. C3-típusú fotoszintézist folytató (*Webster et al.* 2016) évelő, lágyszárú fűféle. Föld feletti szárazanyag-hozama öntözés nélkül is elérheti a 10–20 tonnát hektáronként (*Lewandowski et al.*

2003, Bakosné et al. 2004, Nassi o Di Nasso et al. 2011, Corno et al. 2014, Ge et al. 2016), ezért a hazai energiaültetvények egyik potenciális növénye (Blaskó 2008).

Kovárványos barna erdőtalajon 2009-ben beállított szabadföldi mikroparcellás kísérletben (Simon 2017) azt tanulmányoztuk, hogy a fejtrágyaként két alkalommal a talajba kijuttatott ammónium-nitrát műtrágya, a települési biokomposzt, illetve a települési szennyvíziszap komposzt milyen hatást gyakorol a második kísérleti év őszén az olasz nád leveleinek legfontosabb mikroanatómiai paramétereire.

Anyag és módszer

Szabadföldi mikroparcellás kísérletet állítottunk be olasznáddal a Debreceni Egyetem Agrártudományi Központ Nyíregyházi Kutatóintézetének területén kovárványos barna erdőtalajon. A csatornakotrású iszappal eltemetett – ezért a legfelső rétegében a tipikusnál nagyobb mésztartalommal és pH-val rendelkező – homokos vályog jellegű kovárványos barna erdőtalaj legfontosabb tulajdonságai a következők voltak: pH_{KCl} 7,74; K_A 31, CaCO_3 13,5% (m/m), humusz 1,6% (m/m). A talaj tápanyag-összetételét korábbi publikációinkban (Simon et al. 2016) ismertettük. A korábban dísnövényként termesztett olasz nád egy nyíregyházi sorház pihenőkertjéből származott, példányait 2006–2007 között telepítettük el a későbbi kísérleti terület közvetlen közelében. 2009. június 3-án a kb. 1,5–1,8 m magas növényeket tőosztás után, 1×1 méteres kötésben ültettük szét a kísérleti parcellákon. Egy-egy 5 méter hosszú és 2 m széles (10 m²-es) parcellán belül két sorba összesen 10 növényt ültettünk el. 2009. június 3-án történtek meg első alkalommal a talajkezelések 2-2 független ismétléssel az alábbi módon:

- 1. kezelés: kontroll (nem történt talajkezelés),
- 2. kezelés: 150 kg/ha (0,015 kg/m², 0,15 kg/parcella) ammónium-nitrát műtrágya,
- 3. kezelés: 300 kg/ha (0,03 kg/m², 0,3 kg/parcella) ammónium-nitrát műtrágya,
- 4. kezelés: 25 t/ha (2,5 kg/m², 25 kg/parcella) települési biokomposzt,
- 5. kezelés: 25 t/ha (2,5 kg/m², 25 kg/parcella) települési szennyvíziszap komposzt.

A fenti kezeléseket 2010. július 1-én, ugyanilyen dózissal megismételtük. Mindkét alkalommal rotációs kapa segítségével dolgoztuk be a feltalajba a fenti termésművelő anyagokat.

Az ammónium-nitrátot (34% N) a Nitrogénművek Vegyipari Zrt. (Pétfürdő) készítette és forgalmazza. A települési biokomposztot (75–76% szárazanyag a kijuttatáskor) a Térségi Hulladék-Gazdálkodási Kft., a települési szennyvíziszap komposztot (48–56% szárazanyag a kijuttatáskor) pedig a Nyírségvíz Zrt. készítette Nyíregyházán.

A települési biokomposzt a nyíregyházi Térségi és Hulladék-Gazdálkodási Kft. hulladéklerakó-telepéről származott, egy 2008-as prizmából. Legfontosabb fizikai és kémiai paraméterei az alábbiak voltak: szervesanyag-tartalom 13,25 (m/m% szárazanyag); pH (H₂O) 8,47; pH_{KCl} 7,48; összes (Kjeldahl) N 0,64 (g/kg szárazanyag); összes P (P₂O₅) 1393 (mg/kg szárazanyag); összes K (K₂O) 4530 (mg/kg szárazanyag); összes Mg 2415 (mg/kg szárazanyag); Cu 19,6; Zn 60,7 mg/kg szárazanyag.

A szennyvíziszap-komposzt a Nyírségvíz Zrt. nyíregyházi komposztáló telepéről származott, egy 2007-ban kialakított prizmából. Legfontosabb fizikai és kémiai paraméterei az alábbiak voltak: szervesanyag-tartalom 42,5 (m/m% szárazanyag); pH (H₂O) 7,06; összes (Kjeldahl) N 24,8 (g/kg szárazanyag); összes P (P₂O₅) 56,0 (g/kg szárazanyag); összes K (K₂O) 4784 (mg/kg szárazanyag); Cu 299; Zn 865 mg/kg szárazanyag.

A tenyészidő alatt a növények további tápanyag-utánpótlásban és öntözésben nem részesültek. A kísérleti parcellák gyomtalanítása mindkét évben 2–2 alkalommal kézzel, illetve rotációs kapával történt. 2009-ben 681 mm, 2010-ben pedig 701 mm csapadék hullott a tenyészidőszakban (áprilistól októberig) a kísérleti területre (Simon 2017). A rendkívül csapadékos időjárásnak is köszönhető, hogy a 2009-ben még átlagosan csak alig 2 méter magas növények hossza 2010-re megközelítette a 4 métert (1. ábra).

A növénymorfológiai vizsgálatokhoz felhasznált levélminták begyűjtése 2010. október 14-én történt. A leveleket kb. 350 cm-es magasságból, a hajtáscsúctól számított második nódusról gyűjtöttük, majd Strasburger-Flemming féle konzerváló oldatban (96%-os etil-alkohol - glicerín - desztillált víz 1:1:1 arányú elegye) rögzítettük. A mintákból epidermisz lenyomatokat és keresztmetszetet készítettünk. Az epidermisz lenyomatokat Hilu és Randall (1984), illetve Gardner *et al.* (1995) módszerét követve készítettünk, és Elagöz *et al.* (2006) nyomán vizsgáltuk.

1. ábra. Olasz nád kultúrák

(DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézet, Nyíregyháza, 2010. október 7.)



Forrás: Dr. Simon László felvétele

Figure 1. Arundo donax L. cultures (University of Debrecen Centre of Agricultural Sciences Research Institute in Nyíregyháza, Nyíregyháza, October 7, 2010). Source: photo of Dr. László Simon

A levéllemezek alsó oldaláról színtelen körömlakkal készítettünk lenyomatot, melyet a levéllemez legszélesebb, középső szakaszában vittünk fel. A lakkréteg száradása után a lenyomatokról mikroszkóp alatt azonnal felvételeket készítettünk. Mértük a sztómák négyzetmilliméterenkénti számát és méretét. A sztómák számlálása Olympus (BX51 típus) fénymikroszkóppal történt. A levélkeresztmetszetek készítését zsilettpengével végeztük. A leveleket desztillált víz - háztartási hypo=1:1 arányú keverékében derítettük, desztillált vizes mosatást követően a lúgos kémhatást néhány csepp 10%-os ecetsavval közömbösítettük. Ismételt desztillált vizes öblítést követően a metszeteket toluidin-kékkel festettük meg, a metszetek vizsgálata szintén Olympus fénymikroszkóppal történt.

Az epidermisz lenyomatokról egyaránt készítettünk 6×10-es, 6×20-as, 6×40-es nagyításban készült felvételeket, illetve 9,3×10-es (a sejtek számlálásához), 9,3×20-as (a sejtméretek meghatározásához) felvételeket, amelyek közül végül a 9,3×10-es (a sejtek számlálásához), valamint a 9,3×20-as (a sejtméretek meghatározásához) nagyítású felvételeket használtuk fel. A keresztmetszetek 6×20-

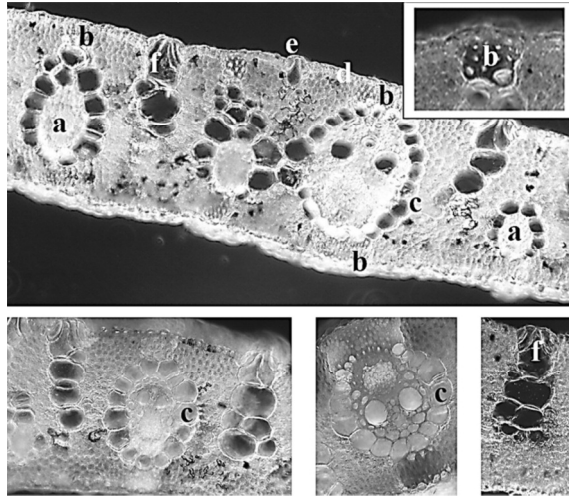
as (a sejtek számlálásához és a levélszövetek vastagságának méréséhez), vagy 6×40-es nagyításban (a sejtméretek meghatározásához) kerültek lefényképezésre. A képek rögzítésére Power Video Capture szoftvert alkalmaztunk. Valamennyi kvantitatív jellemzőt öt ismétlésben mértünk.

Az adatok statisztikai elemzését SPSS 21 szoftver alkalmazásával, varianciaanalízis segítségével (ANOVA) Tukey b-tesztel végeztük el.

Eredmények

A levélanatómiai vizsgálatok alapján megállapítható, hogy az olasz nád izolaterális, homogén mezofillumú levéllel rendelkezik, anatómiailag a nedves, árnyékosabb élőhelyekhez való alkalmazkodás jegyeit mutatja. Az erek kiemelkednek a levéllemezről, nyalábhüvely veszik körül őket, jól elhatárolva ezáltal ezen szállítónyalábokat (2. ábra/a) a szivacsos parenchimatától. A szállítónyalábokat (kollaterális zárt nyaláb) parenchimatikus nyalábhüvely veszi körül, szklerenchimatikus hidak (2. ábra/b) kapcsolják az epidermiszekhez.

2. ábra. Az *Arundo donax* L. levél mikroanatómiai jellemzői



Megjegyzés: a - szállítónyaláb, b - szklerenchima híd, c - parenchimatikus koszorú, d - epidermisz, e - sztóma, f - bulliform sejtek. Forrás: Dr. Tóth Csilla felvételei

Figure 2. Microanatomical characteristics of the leaf of *Arundo donax*. Note: a - vascular bundles, b - sclerenchyma girder, c - bundle sheath, d - epidermis, e - stomata, f - bulliform cells. Source: photos of Dr. Csilla Tóth

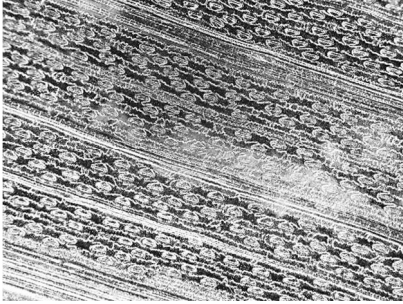
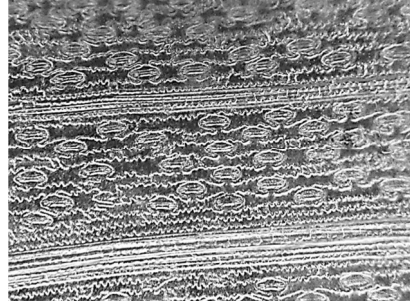
A nyalábok körül részleges koszorúbélyegek (2. *ábra/c*) fedezhetőek fel, melyek szerepet játszhatnak az olasz nád tipikus, a C3-as növényekhez képest jóval hatékonyabb intenzitású fotoszintézisében (Esau 1997, Rossa et al. 1998, Papazoglou et al. 2005). Ez a hatékony fotoszintézis teszi lehetővé az olasz nád nagymértékű biomassza gyarapodását, biomassza termelése más, C4-es fotoszintézisű fajok biomassza termelését is jelentősen felülmúlja (Angelini et al. 2009, Kering et al. 2012).

Az epidermisz (2. *ábra/d*, 3. *ábra*) a *Poaceae* családra jellemzően hosszú és rövid sejtekből (3. *ábra/c* és *d*) épül fel, a sejtek papilla-mentesek, a rövid sejtekből trichómák erednek. Az erek fölött és között, a vékony falú hosszú sejtek közé kovatestek, mint fitolitok (morfológiai típusa Twiss et al. 1969 alapján „elongate”) ékelődnek be.

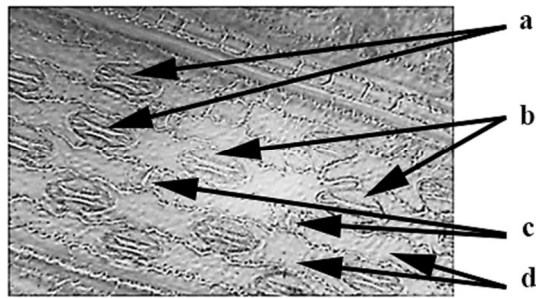
A bőrszöveti sejtek felszínét vastag kutikula borítja. A hosszú sejtek közé nagyszámú, felszínből kiemelkedő (higromorf) sztóma (2. *ábra/e*, 3. *ábra*) ékelődik, melyek súlyzó formájú zárósejtekből (3. *ábra/a*), és paracitikus, háromszög alakú melléksejtekből (3. *ábra/b*) állnak. Az epidermiszsejtek között sajátos alakú bulliform (2. *ábra/f*) sejteket találunk, ezek a színanyag nélküli, tág üregű, vékony falú sejtek mélyen a mezofillum sejtek közé ékelődnek.

A lemért kvantitatív jellemzőket és azok értékeit az 1. táblázat tartalmazza. A mért adatokból megállapítható, hogy valamennyi talajkezelés negatívan befolyásolta a levéllemez vastagságának alakulását, mivel minden esetben a mért értékek szignifikánsan kisebbek voltak a kontrollhoz képest. Legmarkánsabb ez irányú hatása a 300 kg/ha ammónium-nitrát, illetve a 25 t/ha szennyvíziszap-komposzt talajba juttatásának volt. Megállapítható azonban az is, hogy a másik két kijuttatott trágyaszor (150 kg/ha ammónium-nitrát, 25 t/ha biokomposzt) is többé-kevésbé csökkentőleg hatott az összlevéllemez, ezáltal a levélmezofillum vastagságának alakulására.

A levéllemezben futó legnagyobb középerek mérete, a 150 kg/ha ammónium-nitrátos kezelésen kívül, valamennyi kezelés esetében szignifikánsan lecsökkent a kontrollhoz képest (1. táblázat). Az ereket körülvevő, parenchimatikus sejtekből álló nyalábhüvely-gyűrű szélességének alakulásában mérhető különbségek mutatkoztak az egyes kezelések között. Megállapítható, hogy a 300 kg/ha ammónium-nitrát kijuttatás csökkentette le legjelentősebben a nyalábhüvely-gyűrűt alkotó parenchimatikus sejtek méretét a kontroll növényeknél mért értékhez képest. A második legnagyobb mértékű csökkenés a kontrollhoz képest ezen paraméter tekintetében a szennyvíziszap-komposzt kijuttatása esetén volt tapasztalható.

3. ábra. Az *Arundo donax* L. levélepidermisz jellemzői*Arundo donax* levélepidermisz (1)

Hosszú- és rövid sejtek a közükük ékelődő sztomákkal (2)



Sztómák: súlyzó alakú zárósejtek, háromszög alakú mellékejtek (3)

Megjegyzés: a - sztóma/súlyzó alakú zárósejt, b - sztóma/háromszög alakú mellékejt, c - rövid sejtek, d - hosszú sejtek. Forrás: Dr. Tóth Csilla felvételei

Figure 3. Characteristics of *Arundo donax* L. leaf epidermis. *Arundo donax* leaf epidermis (1), Long and shorts cells with stomata wedged between them (2), Stomata: dumbbell-shaped guard cells, triangular shaped subsidiary cells (3). Note: a - stoma/dumbbell-shaped guard cells, b - stoma/triangular shaped subsidiary cells, c - short cells, d - long cells. Source: photos of Dr. Csilla Tóth

A levelet vizsgálva megállapítható, hogy sztómák alatti, alapszövetben kialakuló légudvarok, mint intercelluláris üregek nagy kiterjedésűek. Méretük minden kezelés esetén növekedő tendenciát mutat a kontroll mintához képest. Ezzel párhuzamosan az epidermisz vastagságának szignifikáns csökkenése figyelhető meg, a kontroll mintához képest valamennyi kezelés esetében felére csökkent a bőrszövet vastagsága (1. táblázat).

C3-as *Poaceae* fajok esetében megállapítható, hogy azok levélerezettségének mértéke alatta marad a C4-es fotoszintézisű fajokhoz képest, a C4-es füvek

esetében az egyes erek közötti távolság szignifikánsan kisebb, mint a C3-as fűfélék esetében. Ueno *et al.* (2006) szerint a C4-es fajok levéllemeze szignifikánsan nagyobb számú, párhuzamos lefutású nagyobb és kisebb érrel rendelkezik, mint a C3-as fűfélék levéllemeze, ugyanakkor rámutatnak az ezeket a longitudinális ereket összekötő transzverzális erek számában megmutatkozó, szintén szignifikáns különbségekre (a C4-es fajok esetén ezek az erek nagyobb számban biztosítják a párhuzamos erek közötti összeköttetést).

1. táblázat. *Különbőféle talajkezelések hatása az olasz nád jellemző levélanatómiai paramétereire*

Levél keresztmetszet (1)	A	B	C	D	E
Levéllemez vastagsága (µm) (2)	500d	435c	300a	365b	300a
Középső ér szélessége (µm) (3)	300b	300b	275a	225a	200a
Nyalábhüvely szélessége (µm) (4)	35c	35c	15a	25b	20ab
Légudvar mélysége (µm) (5)	52a	67c	67c	60ab	60ab
Mezofillum vastagsága (µm) (6)	460b	407b	279a	341a	280a
Felső epidermisz vastagsága kutikulával (µm) (7)	20c	15b	10a	12ab	10a
Epidermisz (8)	A	B	C	D	E
Ér-távolság/érszigetek szélessége (µm) (9)	75a	150b	160b	250d	200c
Érszigetek sejtsor-száma (db) (10)	4a	9b	8b	15d	11c
Sztóma-szám/felső epidermisz (db/mm ²) (11)	168a	190b	170a	212c	240d
Sztóma-hosszúság (µm) (12)	25a	35b	35b	30ab	30ab

Megjegyzés: A - kontroll, B - 150 kg/ha ammónium-nitrát fejtrágya, C - 300 kg/ha ammónium-nitrát fejtrágya, D - 25 t/ha települési biokomposzt, E - 25 t/ha települési szennyvíziszap komposzt. Variancia-analízis. Tukey-féle b-teszt. n=5. A különböző betűindexet kapott értékek szignifikánsan (P<0,05) különböznek egymástól

Table 1. The effect of various soil treatments on the leaf anatomy parameters of *Arundo donax* L. (1) Leaf cross section, (2) Leaf thickness (µm), (3) Middle vascular bundles thickness (µm), (4) Parenchymatical bundle thickness (µm), (5) Air space lumen area depth (µm), (6) Mesophyllum thickness (µm), (7) Adaxial/upper epidermal (epidermis+cuticule) thickness (µm), (8) Epidermis, (9) Distance between longitudinal veins/vein island width (µm), (10) Cell line number of vein islands (piece), (11) Stomatal density (no/mm²) in upper epidermis, (12) Stoma length (µm). Note: A - control, B - 150 kg ha⁻¹ ammonium-nitrate fertilizer as top-dressing, C - 300 kg ha⁻¹ ammonium-nitrate fertilizer as top-dressing, D - 25 t ha⁻¹ municipal biocompost, E - 25 t ha⁻¹ municipal sewage sludge compost. ANOVA. Tukey's b-test. n=5. Means followed by differing letters are statistically significant at P<0.05

Több szerző azt figyelte meg, hogy a C3-as fajok esetében a talaj vízellátottsága, valamint a hőmérséklet alakulása nagyban befolyásolja a levélerek denzitását; a redukált talajvízkészlet és az emelkedő hőmérséklet esetén nő az erezettség mértéke (Woodward 1987, Uhl és Mosbrugger 1999, Roth-Nebelsick et al. 2001, Ueno et al. 2006). Ueno et al. (2006) megállapítják továbbá, hogy az *Arundo donax* „panicoid-típusú” C3-as fűféle, melynek levélerezettsége nagyon hasonló a C4-es fűfajokhoz. A talajba történt tápanyag-kijuttatások következtében a párhuzamos erek közötti „érszigetek” szélessége minden típusú kezelés esetében szignifikáns növekedést mutatott a kontrollhoz képest, mérete kiugró értéket produkált a biokomposztos kezelés esetén (1. táblázat). Az érszigeteket felépítő epidermiszsejtek sejt-sorszámának alakulása szintén hasonló tendenciát mutatva alakult. A vizsgált időszak kedvező csapadékviszonyai mellett nem volt tapasztalható a levélerek számának növekedése, ugyanakkor az erek közti távolságok növekedése egyértelműen összefüggésbe hozható a különböző kijuttatások hatásaival.

A sztómák a vízforgalom fontos szabályozási pontjai (Fan et al. 2004). A nagy sztómaszáma miatt látszólag „vízpazarló” olasz nád gyors gyökérnövekedésének köszönhetően relatíve jól tolerálja a dehidrációt (Maseda és Fernández 2006, Sade et al. 2012). A sztómák száma a nagyobb dózisú ammónium-nitrátos kezelés esetén a kontrollhoz hasonlóan alakult, a biokomposzt és a szennyvíziszap kijuttatása esetén azonban szignifikánsan megnőtt a sztómaszám (1. táblázat). A sztómaszám fokozódása kedvez a biomassza-gyapodás alapjául szolgáló fotoszintetikus folyamatoknak, a nagy sztómaszám ugyanis nagyfokú CO₂-beépülést eredményez a sejtekbe (Flexas és Medrano 2002, Lawlor 2002). A sztómaszám emelkedése a természeti terület hidrológiai viszonyainak romlása esetén azonban a vízgazdálkodás, növényi vízhasznosítás vonatkozásában akár kedvezőtlené is válhat.

Mind a sztómák száma, mind azok mérete nagymértékben meghatározza a levelek CO₂-abszorpcióját (Drake et al. 2013). A sztómaszám emelkedésével párhuzamosan megfigyelhető volt az egyes talajkezelések sztómaszélesség-növekedésre gyakorolt pozitív hatása is, a sztóma-apparátus méretének növekedése az ammónium-nitrátos kijuttatások esetében kifejezett, és statisztikailag szignifikáns. A növények érdeke ugyan a sztómák minimális nyitottságának fenntartása, de ugyanakkor a fotoszintézishez szükséges CO₂-mennyiség biztosítása érdekében a sztómák nagyságának, átmérőjének növelése is. A gázcsere-

nyílások legfontosabb funkciója így ennek a két ellentétes érdekeltségű folyamatnak az egyensúlyban tartása; maximalizált CO₂-felvétel mellett minimalizálni a vízvesztéséget (*Schulze 1986, Taylor et al. 2012*). A 2009-es, illetve 2010-es év kedvező csapadékelátottságának (*Simon 2017*) köszönhetően a sztómadenzitás emelkedése mellett a sztóma méretének növekedése – noha az fokozódó transzspirációt feltételez – sem befolyásolta kedvezőtlen irányba a biomassa gyarapodás mértékét (*Simon 2017*).

Következtetések

Vizsgálataink alapján megállapítottuk, hogy amennyiben a talajba tápelemekben gazdag termésmenvelő szereket juttatunk ki, azok mikroanatómiai változásokat idéznek elő az olasz nád leveleiben. A sztómaszám emelkedése, a légudvar kiterjedésének növekedése az epidermisz vastagságának párhuzamos csökkenésével mind a biokomposzt, mind a szennyvíziszap kijuttatás esetén azonban az olasz nád vízháztartásának labilisabbá válását idézheti elő. Amíg azonban mindez kedvező hidrológiai adottságú területek esetében történik meg, addig az emelkedő sztómaszám a fokozódó CO₂-akkumulációnak köszönhetően sokkal inkább a biomassa-produkció növekedésének kedvez. Mivel 2009-ben és 2010-ben az átlagnál jóval több csapadék hullott a kísérleti területre (*Simon 2017*), eredményeink az utóbbi feltételezést erősítették meg. A 2010 márciusában elvégzett első betakarítás eredményei alapján megállapítottuk, hogy a biomassa-produkció a kezelt kultúrákban jelentősen megemelkedett; az egy hajtásra (szár+levél) jutó nedves tömeget a szennyvíziszap komposzt kijuttatás 21%-kal, a biokomposzt kijuttatás pedig 24%-kal növelte meg a kezeltlen kontrollhoz viszonyítva. Hasonló jelenséget figyeltünk meg a hajtások második alkalommal történt betakarítása során 2011 márciusában, ekkor az egy hajtásra vetített nedves tömeg a 300 kg/ha ammónium-nitráttal kezelt kultúra esetén volt a legnagyobb (*Simon 2017*). A biomassa-produkció szignifikáns megemelkedése összefüggésbe hozható a kezelt kultúrák kontrollénál jelentősen kedvezőbb tápelem-felvételével. 2011 márciusában pl. megállapítottuk, hogy a biokomposzt kijuttatás hatására a szár fajlagos nitrogéntartalma 11%-kal, foszfortartalma 35%-kal, cinktartalma 37%-kal, káliumtartalma pedig igen jelentősen, 205%-kal emelkedett meg a kontroll kultúrához képest (*Simon 2017*). A kedvező tápelem-ellátottság visszahathatott a fotoszintézist végző levelek sejtfelépítésre, szöveti struktúrájára, vízháztartására, illetve az

ott keletkező asszimiláták mennyiségére, melyek beépülése a szárba jelentősen megnövelte a biomassza-produkciót.

Köszönetnyilvánítás

A szabadföldi kísérlet beállítását a Nitrogénművek Vegyipari Zrt. (Pétfürdő) támogatta. Köszönjük Dr. Darvasiné Tasi Valéria laborasszisztens közreműködését a vizsgálatokban.

Irodalom

- Angelini, L. G.–Ceccarini, L.–Nassi o Di Nasso, N.–Bonari, E.*: 2009. Comparison of *Arundo donax* L. and *Miscanthus x giganteus* in a long-term field experiment in Central Italy: Analysis of productive characteristics and energy balance. *Biomass and Bioenergy*. 33: 635–643.
- Bakos B.-né–Kalmárné V. E.–Krizsán J.–Szabó E.*: 2004. Az olasz nád (*Arundo donax*) termesztési lehetőségei az Alföldön. IV. Alföldi Tudományos Tájgazdálkodási Napok, Tájökológiai Szekció. Mezőtúr (kiadvány CD lemezen).
- Blaskó L.*: 2008. Energianövények termesztése, termőhelyi alkalmasság, felhasználhatóság. [In: Chlepkó T. (szerk.) Megújuló mezőgazdaság. Tanulmányok a zöldenergia termeléséről és hasznosításáról gondolkodóknak.] Magyar Katolikus Rádió. Budapest. 167–207.
- Corno, L.–Pilu, R.–Adani, F.*: 2014. *Arundo donax* L.: A non-food crop for bioenergy and bio-compound production. *Biotechnology Advances*. 32: 1535–1549.
- Danert, S.–Hanelt, P.–Helm, J.–Kruse, J.–Schultze-Motel, J.*: 1981. Urania Növényvilág. Magasabbrendű növények II. (2. kiadás). Gondolat Kiadó. Budapest. 392.
- Drake, P. L.–Froend, R. H.–Franks, P. J.*: 2013. Smaller, faster stomata: scaling of stomatal size, rate of response, and stomatal conductance. *Journal of Experimental Botany*. 64: 495–505.
- Elagöz, V.–Han, S. S.–Manning, W. J.*: 2006. Acquired changes in stomatal characteristics in response to ozone during plant growth and leaf development of bush beans (*Phaseolus vulgaris* L.) indicate phenotypic plasticity. *Environmental Pollution*. 140: 395–405.
- Esau, K.*: 1997. Anatomia das Plantas com Sementes. Blucher, S. Paulo. Brasil. 293.
- Fan, L. M.–Zhao, Z.–Assmann, S. M.*: 2004. Guard cells: a dynamic signaling model. *Current Opinion in Plant Biology*. 7: 537–546.
- Flexas, J.–Medrano, H.*: 2002. Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plants: stomatal and non-stomatal limitations revisited. *Annals of Botany*. 89: 183–189.

- Gardner, S. D. L.–Taylor, G.–Bosac, C.*: 1995. Leaf growth of hybrid poplar following exposure to elevated CO₂. *New Phytologist*. 131: 81–90.
- Ge, X.–Xu, F.–Vasco-Correa, J.–Li, Y.*: 2016. Giant reed: A competitive energy crop in comparison with miscanthus. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 54: 350–362.
- Hilu, K. W.–Randall, J. L.*: 1984. Convenient method for studying grass leaf epidermis. *Taxon*. 33: 413–415.
- Kering, M. K.–Butler, T. J.–Biermacher, J. T.–Guretzky, J. A.*: 2012. Biomass yield and nutrient removal rates of perennial grasses under nitrogen fertilization. *Bioenergy Research*. 5: 61–70.
- Lawlor, D. W.*: 2002. Limitation to photosynthesis in water-stressed leaves: stomata vs. metabolism and the role of ATP. *Annals of Botany*. 89: 871–885.
- Lewandowski, I.–Scurlock, J. M. O.–Lindvall, E.–Christou, M.*: 2003. The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. *Biomass and Bioenergy*. 25: 335–361.
- Maseda, P. H.–Fernández, R. J.*: 2006. Stay wet or else: three ways in which plants can adjust hydraulically to their environment. *Journal of Experimental Botany*. 57: 3963–3977.
- Nassi o di Nasso, N.–Roncucci, N.–Triana, F.–Tozzini, C.*: 2011. Productivity of giant reed (*Arundo donax* L.) and miscanthus (*Miscanthus x giganteus* Greef et Deuter) as energy crops: Growth analysis. *Italian Journal of Agronomy*. 6: 141–147.
- Nsanganwimana, F.–Marchand, L.–Douay, F.–Mench, M.*: 2014. *Arundo donax* L., a candidate for phytomanaging water and soils contaminated by trace elements and producing plant-based feedstock. A review. *International Journal of Phytoremediation*. 16: 982–1017.
- Papazoglou, E. G.–Karantountias, G. A.–Vemmos, S. N.–Bouranis, D. L.*: 2005. Photosynthesis and growth responses of giant reed (*Arundo donax* L.) to the heavy metals Cd and Ni. *Environment International*. 31: 243–249.
- Rossa, B.–Tüffers, A. V.–Naidoo, G.–von Willert, D. J.*: 1998. *Arundo donax* L. (*Poaceae*) – a C₃ species with unusually high photosynthetic capacity. *Botanica Acta*. 111: 216–221.
- Roth-Nebelsick, A.–Uhl, D.–Mosbrugger, V.–Kerp, H.*: 2001. Evolution and function of leaf venation architecture: a review. *Annals of Botany*. 87: 553–566.
- Sade, N.–Gebremedhin, A.–Moshelion, M.*: 2012. Risk-taking plants: anisohydric behavior as a stress - resistance trait. *Plant Signal Behaviour*. 7: 767–770.
- Schulze, E. D.*: 1986. Carbon dioxide and water vapour exchange in response to drought in the atmosphere and the soil. *Annual Review of Plant Research*. 9: 261–271.
- Simon L.–Vincze Gy.–Uri Zs.–Iriyiné Oláh K.–Vígh Sz.–Makádi M.–Aranyos T.–Zsombik L.*: 2016. Energiafűzettel (*Salix sp.*) beállított tápanyag-utánpótlási szabadföldi tartamkísérlet első 5 évének tapasztalatai. *Növénytermelés*. 65: 59–76.

- Simon L.*: 2017. Az olasz nád (*Arundo donax* L.) termesztése és hasznosítása. Növénytermelés. 66: 89–109.
- Taylor, S. H.–Franks, P. J.–Hulme, S. P.–Spriggs, E.–Christin, P. A.–Edwards, E. J.–Woodward, F. I.–Osborne, C. P.*: 2012. Photosynthetic pathway and ecological adaptation explain stomatal trait diversity amongst grasses. *New Phytologist*. 193: 387–396.
- Twiss, P. C.–Suess, E.–Smith, R. M.*: 1969. Morphological classification of grass phytoliths. *Soil Science Society of America Proceedings*. 33: 109–115.
- Ueno, O.–Kawano, Y.–Wakayama, M.–Takeda, T.*: 2006. Leaf vascular system in C3 and C4 grasses: A two-dimensional analysis. *Annals of Botany*. 97: 611–621.
- Uhl, D.–Mosbrugger, V.*: 1999. Leaf venation density as a climate and/or environmental proxy: a critical review and new data. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 149: 17–30.
- Webster, R. J.–Driever, S. M.–Kromdijk, J.–McGrath, J.–Leakey, A. D. B.–Siebke, K.–Temetriades-Shah, D.–Bonnage, S.–Peloe, T.–Lawson, T.–Long, S. P.*: 2016. High C3 photosynthetic capacity and high intrinsic water use efficiency underlies the high productivity of the bioenergy grass *Arundo donax*. *Scientific Reports*. 6: 20694.
- Williams, C. M. J.–Biswas, T. K.–Márton, L.–Czakó, M.*: 2013. *Arundo donax*. [In: Singh, B.P. (ed.) *Biofuel crops: production, physiology and genetics*. Chapter 12.] CAB International. Wallingford. Oxfordshire. UK. 249–270.
- Woodward, F. I.*: 1987. Stomatal numbers are sensitive to increase in CO₂ from pre-industrial levels. *Nature*. 327: 617–618.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

*Dr. Tóth Csilla – **Dr. Simon László

Nyíregyházi Egyetem

Műszaki és Agrártudományi Intézet

Agrártudományi és Környezetgazdálkodási Intézeti Tanszék

Nyíregyháza

Sóstói út 31/b.

H-4400

*toth.csilla@nye.hu

**simon.laszlo@nye.hu

SZEMLE**Review****50 éve alapították a Fleischmann Rudolf díj elődjét,
a Fleischmann Rudolf emlékplakettet**

MATUZ JÁNOS - BÓNA LAJOS

Gabonakutató Közhasznú Kft., Szeged

Az Északkelet-Magyarországi Mezőgazdasági Kísérleti Intézet (Kompolt) fennállásának 50. évfordulója alkalmával, 1968. július 29-én a felettes szervek jóváhagyták a Fleischmann Rudolfról elnevezett emlékplakett alapítását a kiváló növénynemesítői teljesítmény elismeréseként.

Fleischmann Rudolf (1878–1950) a nyugat-csehországi Égerben született és Kompolton halt meg. Fiatalon bejárta a Monarchia számos gazdaságát, kísérleti telepét. Kukoricával, búzával és egyéb gabonafélékkel foglalkozott első-sorban, máig nemzetközileg ismertek F-jelű fajtái. Ezek mellett még számos növényfajban (fűfélék, kender, akác) meghatározó kutatásokat végzett. 1918-tól került Kompoltra az akkor újonnan alapított Vetőmagnemesítő és Értékesítő Telep vezetőjeként, ahol megsokszorozott energiával folytatta munkáját és érte el nemzetközileg is magasán elismert eredményeit. 1950. november 13-án a tenyész kertben, kukoricájával kezében érte a halál. A magyar növénynemesítés tudományát és gyakorlatát megalapozó, és azt hosszú időre meghatározó személyiség életét végig kísérte a szakma szeretete és az iránta való igényesség és hűség. Életének példájával, pozitív szemléletével örök mintát nyújt a magyar növénynemesítőknek nemzedékeken át.

Az ő emlékét hirdeti az idén 100 éves kompolti intézet, amelynek neve 1993-tól Fleischmann Rudolf Kutatóintézet. Fenntartója az Eszterházy Károly Egyetem (Eger), Gyöngyösi Károly Róbert Campusa.

A mezőgazdasági és élelmezésügyi miniszter 40/1968. (MÉM. É. 22.) MÉM számú utasítása meghatározta az adományozás feltételeit (a kitüntettek körét), az emlékplakett formáját, feliratait.

„A mezőgazdasági és élelmezésügyi miniszter 40/1968. (MÉM. É. 22.) MÉM számú utasítása a „Fleischmann Rudolf” emlékplakett alapításáról

A Magyar Tudományos Akadémia elnökével egyetértésben a következő utasítást adom ki:

- 1. Fleischmann Rudolf, a legeredményesebb magyar növénynevelő emlékére, a hazai növénynevelők munkájának erkölcsi elismeréséül „Fleischmann Rudolf” emlékplakettet alapítok.*
- 2. A „Fleischmann Rudolf” emlékplakettet a növénynevelés terén kiemelkedő értékű gyakorlati és elméleti munkát végző hazai növénynevelők részére adományozom.*
- 3. Az emlékplakett adományozására a Mezőgazdasági Minősítő Tanács tesz javaslatot; átadása ünnepélyes keretek között történik.*
- 4. Az emlékplakett bronzból készül, kerek, 80 mm átmérőjű, 4 mm vastag; egyik oldalán Fleischmann Rudolf domborművű arcképe, alatta 1879-1950, felette „Fleischmann Rudolf emlékplakett”; körirattal; a másik oldalán, mikroszkópon keresztül fektetett búzakalász dombormű „Kiváló Magyar Növénynevelő Munkáért” körirattal. (1. ábra)*
- 5. Az emlékplakett díszdobozza 10×14 cm nagyságú; világosbarna színű borítással, belül világoskék selyemmel bélelt.*
- 6. Az emlékplakett adományozásának részletes feltételeit külön állapítom meg. Az adományozás előkészítésével, a kitüntetett növénynevelők nyilvántartásával (az emlékplakett gondozása) kapcsolatos feladatokat az Országos Mezőgazdasági Fajtakísérleti Intézet látja el.*
- 7. Az emlékplakettel kitüntetett növénynevelők nevét, az adományozás indokait a Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium hivatalos lapjában közzé kell tenni.*
- 8. Az emlékplakett gondozásának pénzügyi fedezetét az Országos Mezőgazdasági Fajtakísérleti Intézet költségvetésében kell biztosítani.*
- 9. Ez az utasítás közzétételének napján lép hatályba.*

Dr. Gergely István s. k., miniszterhelyettes”

1. ábra. A Fleischmann Rudolf emléklakett két oldala



Figure 1. The two sides of the Rudolf Fleischmann commemorative plaque

Az emléklakettet az 1974 és 1975 évet kivéve az 1968–1977 években adományozták (1. táblázat). Ez időszak alatt Fleischmann Rudolf emléklakettel összesen 31 főt tüntettek ki, 19 a szántóföldi, 11 a kertészeti növények, és egy személy az erdészeti fák nemesítéséért kapta az emléklakettet.

1. táblázat. Fleischmann emléklakettel 1968–1977 években kitüntetett növénynemesítők

Év (1)	Név (2)	Nemesítés vagy más tevékenység (3)
1968.	Friedrich Béla (1899-1980)	árpa, búza, kukorica
	Obermayer Ernő (1888-1969)	fűszerpaprika
	Vezekényi Ernő (1900-1973)	szegletes lednek, perje, búza
	Papp Zsigmond †	csillagfürt, rozs és fajtakísérletezés
	Udvaros Károly (1899-1969)	búza, kukorica, répa, lucerna
1969.	Kovács István (1923-2015)	kukorica
	Beke Ferenc (1914-1988)	búza, repce, vörös here
	Németh Márton (1910-1986)	szőlő
	Mészöly Gyula (1910-1974)	paradicsom

Az 1. táblázat folytatása a következő oldalon ...

... az 1. táblázat folytatása

Év (1)	Név (2)	Nemesítés vagy más tevékenység (3)
1970.	Kolbai Károly (1901-1972)	növénytermesztés, gyepgazdálkodás
	Gruber Ferenc (1905-1971)	takarmány füvek
	Maliga Pál (1913-1987)	meggy
	Angeli Lambert (1916-1971)	étkezési paprika
1971.	Berzsenyi J. László (1903-1982)	kukorica
	Csatáry Szűcs Kálmán (1912-1973)	zöldborsó, bab
	Penyigei Dénes (1909-1974)	növénytermesztés oktatása
	Tamássy István (1924-1995)	zöldség, gyümölcs szőlő, oktatás
1972.	Jánossy Andor (1908-1975)	lucerna, vörös here, bíborhere, génbank
	Kiss Árpád (1916-2001)	tritikále, görögdinnye
	Barsy Sarolta (1903-1980))	burgonya, lencse
	Brózik Sándor (1951-2014)	szilva, szőlő
1973.	Kurnik Ernő (1913-2008)	napraforgó, szója, repce, borsó
	Bócsa Iván (1926-2007)	kender, lucerna, koronafürt
	Kozma Pál (1920-2004)	szőlő
	Kopeczky Ferenc (1911-1978)	nyárfa
1976.	Bálint Andor (1920-2006)	növénynevelés oktatás, módszertan
	Kovács Gáborné (1926-2016)	kukorica
	Kovács Zoltán (1924-2010)	egynyári virágok, füvek
1977.	Rajki Sándor (1921-2007)	búza
	Német János (1931-2013)	kukorica
	Nyújtó Ferenc (1922-1999)	kajszi, meggy

Table 1. Crop breeders who were awarded the Fleischmann commemorative plaque between 1968-1977. (1) Year, (2) Name, (3) Breeding or other activity

Amint az 1. táblázatból látszik, számos olyan nemesítő kapta meg az emlékplakettet, akiknek munkája, nemesítési anyagai még napjainkban is használatosak nemcsak nemesítési alapanyagként, hanem a köztermesztésben is ott vannak: pl. Brózik Sándor, Nyújtó Ferenc gyümölcs, Kozma Pál szőlő, Bócsa Iván kender és lucerna fajtái stb. A kitüntetettek nemcsak kiváló nemesítők, hanem gyakran szakmájuk tudós művelői, szakkönyv írói voltak. Köztük található a Kossuth-díjas Beke Ferenc, és az MTA tagjai közül Jánossy Andor, Bócsa

Iván, Kozma Pál, Mészöly Gyula, Kurnik Ernő, Obermayer Ernő, Rajki Sándor, Tamássy István akadémikusok. Az is megtörtént, hogy nem csak növénynevelőt tüntettek ki az emléklappal, hanem neves egyetemi oktatókat, akik munkájukkal segítettek a növénynevelés és termesztés fejlődését: Bálint Andor, Kolbai Károly, Penyigei Dénes. Sajnos a plakettal kitüntetettek közül már senki sem él.

1978–1991 években ismeretlen ok miatt szünetelt az emléklappal adományozása.

1992-ben Bócsa Iván akadémikus közbenjárására a 2/1992. (I. 27.) FM rendelettel egy új korszak kezdődött a Fleischmann Rudolf emléklappal történetében: ezután a neve Fleischmann Rudolf Díj lett, a plakett formája, felirat nem változott. A rendelet szerint a „*Fleischmann Rudolf díj a hazai növénynevelés terén kiemelkedő értékű gyakorlati és elméleti munkát végzők tevékenysége elismeréséül augusztus 20-ai alkalmából évente 2 díj adományozható*”. A díjjal emléklappal, az adományozást igazoló okirat, és 30 000 Ft összegű jutalom jár. Ettől kezdve a 2010 év kivételével minden évben kiadásra került.

A díj kiadására vonatkozóan 1992 óta több miniszteri rendelet jelent meg, közülük a legfontosabbak:

- a 91/2003. (VII.31) FVM rendelet 4. a) A Fleischmann Rudolf Díj a hazai növénynevelés terén kiemelkedő értékű gyakorlati és elméleti munkát végzők tevékenysége elismeréséül, augusztus 20-ai alkalmából – évente 3 díj – adományozható. A díjjal emléklappal, az adományozást igazoló okirat és jutalom jár.
- a 58/2012. (VI. 25.) VM rendelet 10. § (1) Fleischmann Rudolf Díj a hazai növénytermesztés és növénynevelés terén kiemelkedő értékű gyakorlati és elméleti munkát végzők tevékenységének elismeréséül adományozható. (2) Szakterületenként évente három-három díj adományozható az augusztus 20-ai állami ünnep alkalmából.
- a 25/2015. (V. 27.) FM rendelet 10. § (1) Fleischmann Rudolf Díj a hazai növénytermesztés és növénynevelés terén kiemelkedő értékű gyakorlati és elméleti munkát végzők tevékenységének elismeréséül adományozható. (2) 10 Szakterületenként évente két-két díj adományozható az augusztus 20-ai állami ünnep alkalmából.

Amint az 58/2012 és a 25/2015 FM rendeletekből látható, a minisztérium a növénytermesztés területén kiemelkedő munkát végzőket is bevonta a díjjal kitüntethetőek körébe.

Fleischmann Rudolf Díjban 1992-től napjainkig 73 kiváló növénynevelő és 15 növénytermesztő részesült (2ab. táblázat). A 73 növénynevelő közül 44-en főleg szántóföldi, 28-an főleg kertészeti fajokat neveltek.

2a. táblázat. *Fleischmann díjjal 1991–2006 években kitüntetett növénynevelők*

Év (1)	Név (2)	Nemesítés és más tevékenység (3)
1992.	Barabás Zoltán (1926-1993) Daniel Lajos (1913-2000) Gyulavári Oszkár Szentiványi Péter	búza, cirok csemege és pattogatni való kukorica bíborhere, kukorica dió, gesztenye
1993.	Balla László (1933-2014) Lelley János (1909-2003) Simonné Kiss Ibolya (1929-2015) Retkes József	búza búza rizs díszfák, díszcserjék
1994.	Erdei Péter (1928-2001) Janowszky János Magassy Lajos (1929-2009)	búza, fajta-specifikus agrotechnika takarmány-, park- és ipari füvek cukorrépa
1995.	Kovács Károly (1926-2003) Sárvári István (1923-1996) Szalva Péter (1920-2002)	kukorica burgonya zöldség növények
1996.	Csizmadia D. József (1918-2013) Szunics László (1937-2015) Kapeller Károly (1932-2005)	szőlő búza fűszerpaprika
1997.	Bakonyi Károly (1921-2010) Horváth Sándor † Kertész Zoltán (1943-2017)	szőlő burgonya búza
1998.	Frank József Márkus Ferenc (1935-2003) Samir Rady (1941-2011)	napraforgó, olajlen, sütőtök fűszerpaprika kukorica
1999.	Matuz János Koleda István (1926-2001) Szilágyi Kálmán (1928-2010)	búza szőlő szamóca, alma, cseresznye

A 2a. táblázat folytatása a következő oldalon ...

... a 2a. táblázat folytatása

Év (1)	Név (2)	Nemesítés és más tevékenység (3)
2000.	Apostol János Gergáczy József (1938-2008) Vágó Mihály (1925-2009)	cseresznye, meggy nyárfa, fűzfa, erdészeti növénykórtan lucerna, rozs
2001.	Hollósy Szilárd (1952-2001) Kollányi László (1934-2006) Kovács Sándor	olajlen bogvós gyümölcsűek alma, pipacsmeggy
2002.	Barabits Elemér (1921-2003) Kovács Gábor (1925-2007) Szundy Tamás	fás szárú dísznövények lucerna, olajtök, szója kukorica
2003.	Márk Gergely (1923-2012) Palágyi András Pintér Zoltán	rózsa árpa, zab kukorica
2004.	Zatykó Lajos Hajdu Edit Pálvölgyi László	étkezési paprika szőlő napraforgó, szója
2005.	Tóth Sándorné Velich István Kozma Pál	lóbab, lencse, lucerna sárgadinnye, bab, görögdinnye szőlő
2006.	Kismányoki Tamás	növénytermesztés, oktatás

Table 2a. Crop breeders who were awarded the Fleischmann prize between 1991–2006. (1) Year, (2) Name, (3) Breeding or other activity

2b. táblázat. *Fleischmann díjjal 2007–2017 években kitüntetett növénynemesítők*

Év (1)	Név (2)	Nemesítés és más tevékenység (3)
2007.	Heszky László Schmidt Gábor (1944-2014) Somogyi György	rizs, szója, genetika, biotechnológia díszfa és díszcserje és oktatás fűszerpaprika

A 2b. táblázat folytatása a következő oldalon ...

... a 2b. táblázat folytatása

Év (1)	Név (2)	Nemesítés és más tevékenység (3)
2008.	Siklósiné Rajki Erzsébet Kerek Mária Nagy Béla	cirok kajszi lucerna, szója, bab
2009.	Porpáczy Aladár Sutka József (1936-2010) Lönhardt Miklós	bogyós gyümölcsűek búza citogenetika burgonya
2011.	Kajdi Ferenc Láng László Márk Gergely (1923-2012) Polgár Zsolt Szépe Ferenc	szója, búza, fehérmustár búza, zab, tritikálé, tönköly rózsa burgonya vetőmagtermesztés fejlesztése
2012.	Pedryc Andrzej (1955-2015) Mesterházy Ákos Köhler Mihály Milkovics Sára	kajszi búza, kórtani kutatás öko-gazdálkodás vetőmag labor vizsgálat
2013.	Mátrai Pál Reszegi László Csősz Lászlóné (1952-2016) Orlóczi László Szabó György Zászlós Tibor	vetőmagtermesztő vetőmagtermesztő búza dísznövények, oktatás füves mester, gyógynövény mezőgazdasági vállalkozó,
2014.	Balikó Sándor Csilléry Gábor Hajós Lászlóné dr. Novák Márta Kruppa József Oross Dénes Szilágyi László	szója, borsó, bab, kukorica paprika kukorica, oktatás tritikálé, rozs, burgonya, lucerna kukorica vetőmagtermesztő

A 2b. táblázat folytatása a következő oldalon ...

... a 2b. táblázat folytatása

Év (1)	Név (2)	Nemesítés és más tevékenység (3)
2015.	Barabits Elemér	várostartó fajok
	Marton L. Csaba	kukorica
	Vágvölgyi Sándor	napraforgó
	Kulcsár Ildikó	vetőmagtermesztő
	Lukács József	fajtavizsgálat, vetőmag
	Pásztor András	vetőmagtermesztő
2016.	Papp Mária	búza
	Hoffman Sándor	növénytermesztés, oktató
	Hadi Géza	kukorica
	Kiss Erzsébet	biotechnológia, oktatás
2017.	Bedő Zoltán	búza, zab, tritikálé
	Jolánkai Márton	növénytermesztés, oktatás
	Szekeres József	mezőgazdasági vállalkozó
	Zatykó József	bogyós gyümölcsűek

Table 2b. Crop breeders who were awarded the Fleischmann prize between 2007–2017. (1) Year, (2) Name, (3) Breeding or other activity

A Fleischmann díjjal kitüntetettek közül sokan a nemesítés igazi tudósai, akadémikusok – Barabás Zoltán, Heszky László, Mesterházy Ákos, Bedő Zoltán –, és szakkönyvek, monográfiák írói, szerkesztői: Lelley János, Balla László, Simonné Kiss Ibolya, Porpácsi Aladár, Márk Gergely, Frank József, Apostol János, Hajdú Edit és mások. Egy nemesítő – Márk Gergely, a magyar rózsák tudósa – mintegy 600 rózsafajta vezető nemesítője, két alkalommal is kapott Fleischmann díjat, 2003-ban és 2011-ben.

A díjazottak közül többen az egyetemi oktatásban is aktívak voltak (pl. Sutka József, Pedryc Andrzej, Porpácsi Aladár és mások), illetve jelenleg is oktatnak (Kiss Erzsébet, Matuz János, Jolánkai Márton és mások).

Utoljára az *FM 25/2015. (V. 27.) rendelethez* szabályozta a földművelésügyi miniszter által adományozható díjakat és más elismeréseket. A rendelet szellemében a Fleischmann Rudolf Díj – mint az egyik legrangosabb szakmai kitüntetés – a hazai növénytermesztés és növénytermesztés terén kiemelkedő értékű gyakorlati és elméleti munkát végzők tevékenységének elismerését szolgálja – remélhetően hosszú nemzedékeken keresztül.

Irodalom

- 2/1992. (I. 27.) FM rendelet: 1993. A mezőgazdaság és élelmiszeripar területén adományozható miniszteri elismerésekről. Törvények és rendeletek hivatalos gyűjteménye 1992. 1. kötet. Közgazdasági és Jogi Kiadó. Budapest. 1133–1134.
- 25/2015. (V. 27.) FM rendelet: 2015. A földművelésügyi miniszter által adományozható díjakról és más elismerésekről. Magyar Közlöny. 72: 6540–6548.
- 40/1968. miniszteri utasítás: 1968. MÉM számú mezőgazdasági és élelmiszerügyi miniszter utasítása a „Fleischmann Rudolf” emléktáblát alapításáról. Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Minisztérium Értesítő 1968. 22: 725–726.
- 58/2012. (VI. 25.) VM rendelet: 2012. A vidékfejlesztési miniszter által adományozható díjakról és más elismerésekről. Magyar Közlöny. 76: 12028–12035.
- 91/2003. (VII. 31.) FVM rendelet: 2004. A mezőgazdaság és élelmiszeripar területén adományozható miniszteri elismerésekről. Törvények és rendeletek hivatalos gyűjteménye 2003. 5. kötet. Közgazdasági és Jogi Kiadó. Budapest. 1517–1522.
- A Magyar Tudományos Akadémia tagjainak listája.* https://hu.wikipedia.org/wiki/A_Magyar_Tudom%C3%A1nyos_Akad%C3%A9mia_tagjainak_list%C3%A1ja
- Bóna L.–Heszky L.–Matuz J.–Veisz O. (szerk.): 2014. Magyar növénynevelők és eredményeik az ezredfordulón. Magyar Növénynevelők Egyesülete. Szeged.
- Kapás S.: 1997. Növényfajták és növénynevelők. Országos Mezőgazdasági Minőségügyi Intézet. Budapest.
- Magyar Életrajzi Lexikon 1000–1990.* Javított átdolgozott kiadás. <http://mek.oszk.hu/00300/00355/html/index.html>

A szerzők levelezési címe – Adress of the authors:

*Dr. Matuz János – **Dr. Bóna Lajos

Gabonakutató Közhasznú Kft.

Szeged

Alsó Kikötő sor 9.

H-6726

* jmatuz@gabonakutato.hu

** lajos.bona@gabonakutato.hu



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
