

Crop  
Production

HERMAN OTTÓ INTÉZET

# NÖVÉNYTERMELÉS

65. kötet | 4. szám | 2016. december

Alapítás éve: 1952

Főszerkesztő: Nagy János



Vetőmagkeverékek  
vizsgálata a vadföldeken

A talaj N-, P- és K-ellátottságának hatása a lóbab (*Vicia faba L.*) termésére csernozjom réti talajon I. Terméshozam, fehérjetartalom és fehérjetermés

A N×Cu×Mo kezelések hatása a burgonyára

[www.agrarlapok.hu](http://www.agrarlapok.hu)

# Növénytermelés

## CROP PRODUCTION

A Herman Ottó Intézet 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](mailto:novenytermeles@agr.unideb.hu)  
[szelesne@agr.unideb.hu](mailto:szelesne@agr.unideb.hu)

### **Megrendeléseiket az alábbi elérhetőségeinken várjuk:**

Herman Ottó Intézet  
Kiadói és Dokumentációs Osztály  
1223 Budapest, Park u. 2.  
Telefon: (06 1) 362-8100  
Fax: (06 1) 362-8104  
E-mail: [info@agrarlapok.hu](mailto:info@agrarlapok.hu)  
[www.hoi.hu](http://www.hoi.hu)  
[www.novenytermeles.hu](http://www.novenytermeles.hu)

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

ISSN 0546-8191  
Növényterm 65 (2016) 4  
Printed in Hungary

# Növénytermelés

CROP PRODUCTION

65. kötet, 4. szám, 2016. december

*Főszerkesztő/Editor-in-Chief:*

JÁNOS NAGY

*Szerkesztőbizottság/Editorial Board:*

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

FÖLDMŰVELÉSÜGYI MINISZTERIUM

A kiadásért felelős a Herman Ottó Intézet főigazgatója

A nyomást és kötést a Generál Nyomda Kft. végezte

Felelős szerkesztő: Dr. Nagy János

Fedélterv: Dávid Ildikó

Fotót készítette: Dr. Rátonyi Tamás

ISSN 0546-8191

## TARTALOM

<i>Antal Borbála – Csajbók József</i> : Vetőmagkeverékek vizsgálata a vadföldeken .....	7
<i>Izsáki Zoltán</i> : A talaj N-, P- és K-ellátottságának hatása a lóbab ( <i>Vicia faba</i> L.) termésére csernozjom réti talajon I. – Terméshozam, fehérjetartalom és fehérjetermés .....	31
<i>Kádár Imre</i> : A N×Cu×Mo kezelések hatása a burgonyára .....	51
<i>Pepó Péter – Karancsi Lajos Gábor – Novák Adrienn</i> : Kukorica genotípusok tápanyag-reakciója és vízhasznosítása eltérő évjáratokban .....	71
<i>Surányi Szilvia – Izsáki Zoltán</i> : A N-trágyázás hatása az őszi árpa ( <i>Hordeum vulgare</i> L.) bokrosodáskori tápelem-koncentrációjára tartamkísérletben .....	85
<i>Tomócsik Attila – Füleky György – Aranyos Tibor József – Makádi Marianna</i> : Kommunális szennyvíziszap-komposzt hatása a tritikálé, a kukorica és a borsó terméshozamára tartamkísérletben .....	103

## MEGEMLÉKEZÉS

<i>Berzsenyi Zoltán</i> : Harminc éve hunyt el Sváb János (1922–1986), a biometria kiváló tudósa .....	119
--	-----

---

**CONTENTS**

<i>B. Antal – J. Csajbók:</i> Testing of seed mixtures on wildlife forage grounds ...	7
<i>Z. Izsáki:</i> The impact of the N, P and K supply of the soil on the yield of broad bean ( <i>Vicia faba</i> L.) on chernozem meadow soil I. – Yield, protein content and protein yield .....	31
<i>I. Kádár:</i> The impact of N×Cu×Mo treatments on potato .....	51
<i>P. Pepó – L. G. Karancsi – A. Novák:</i> Nutrient response and water use efficiency of maize genotypes in different crop years .....	71
<i>Sz. Surányi – Z. Izsáki:</i> The impact of N fertilisation on the nutrient concentration of winter barley ( <i>Hordeum vulgare</i> L.) at tillering .....	85
<i>A. Tomócsik – Gy. Füleky – T. J. Aranyos – M. Makádi:</i> Effect of municipal sewage sludge compost on triticale, maize and pea yields in a long-term experiment .....	103

**COMMEMORATION**

<i>Z. Berzsenyi:</i> János Sváb (1922–1986), the outstanding biometrics scientist passed away thirty years ago .....	119
--	-----

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Б. Антал – Ё. Чайбок</i> : Исследование смесей посевных семян на диких землях .....	7
<i>З. Ижаки</i> : Влияние обеспеченности почвы N, P и K-ем на урожай конских бобов ( <i>Vicia faba</i> L.) на чернозёмной луговой почве I. – Урожайность, содержание белка и урожай белка .....	31
<i>И. Кадар</i> : Влияния обработок (доз) N×Cu×Mo на картофель .....	51
<i>П. Пепо – Л. Г. Каранчи – А. Новак</i> : Реакция генотипов кукурузы на питательные вещества и её усвоение воды в различные годы выращивания .....	71
<i>С. Шураньи – З. Ижаки</i> : Влияние N-удобрения на концентрацию питательных элементов озимого ячменя ( <i>Hordeum vulgare</i> L.) во время кущения в продолжительном опыте .....	85
<i>А. Тоточик – Дь. Фюлеки – Т. Ё. Араньош – М. Макади</i> : лияние компоста из ила коммунальных сточных вод на урожай тритикале, кукурузы и гороха в продолжительном опыте .....	103
ВОСПОМИНАНИЯ	
<i>З. Берженьи</i> : Тридцать лет назад ушёл из жизни Янош Шваб (1922–1986), отличный учёный биометрии .....	119





## Vetőmagkeverékek vizsgálata a vadföldeken

<sup>1</sup>ANTAL BORBÁLA – <sup>2</sup>CSAJBÓK JÓZSEF

<sup>1</sup>NAIK Erdészeti Tudományos Intézet,

Ültetvényszerű Fatermesztési Osztály, Püspökladány

<sup>2</sup>Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,  
Növénytudományi Intézet, Debrecen

### Összefoglalás

A kutatás célja azt vizsgálni, hogy különböző vetőmagkeverékekkel létesített vadföldek milyen mértékben nyújtanak bűvőhelyet a vadnak és mekkora táplálékkínálatot jelenthetnek számára, illetve hogy milyen jelentős szerepe van a különböző talajadottságoknak a megtermelhető növénytömeg mennyiségére. Ha a vadgazdálkodók számszerűen látják, hogy mekkora különbségek vannak a megtermelt növénytömegben a talajadottságok okán, várhatóan nagyobb mértékben veszik azt figyelembe a vadföldgazdálkodásuk során. A növényzet összetételének felmérése a vadföldekre tervezett növényfaj(ok) kiválasztásában nyújthat segítséget.

A vizsgálat 2012 és 2014 között zajlott, a Nyírerdő Zrt. Gúthi Erdészetének területén. A bemutatott három vadföldkísérletben összesen 9 saját összeállítású vadföldi vetőmagkeverék (23 növényfaj, illetve 28 fajta) vizsgálatára került sor.

A három vadföldkísérlet három különböző területen létesült. Az első vadföld vizsgálati eredményei összehasonlításra kerültek egy, a vadföld melletti kukorica vadföld adataival. Az első vadföldkísérlet esetében a terület talajadottságok tekintetében nem volt egységes, ezáltal lehetőség volt azt vizsgálni, hogy az eltérő talajadottságok milyen hatással vannak a megtermelhető növénytömeg mennyiségére.

A levélborítottság mérése Licor LAI-2000 Plant Canopy Analyzer használatával történt. A megtermelt növénytömeg megállapításához a mintavétel fél m<sup>2</sup>-es mintaterületekről történt. A növényzet levágása, majd szárítószekrényben 40 °C-on súlyállandóságig történő szárítása után kiszámítható volt az egy hektárra vetített megtermelt

növényi szárazanyag-mennyiség. A növényzet összetételének felmérése 1 m<sup>2</sup>-es mintaterületeken valósult meg.

A kísérleti eredmények adatainak feldolgozása IBM SPSS 22.0 statisztikai programcsomag segítségével történt. A statisztikai elemzést 5%-os szignifikancia szinten végeztük. Varianciaanalízist, illetve Pearson-féle korrelációanalízist használtunk. A vizsgálatok eredményeképpen a következőket állapíthatjuk meg:

- A tesztelt magkeverékek közül a fehérvirágú édes csillagfűrt, pohánka, szőszös bükköny, köles, mohar összetételű keverék esetében volt a legnagyobb a LAI-érték (5,23 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>), ami több mint kétszerese a kukorica vadföldön mért legnagyobb LAI-értéknek (2,53 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>). A nagyobb levélterület nagyobb táplálékot és nagyobb takarást, jobb bűvőhelyet nyújt a vad számára, ezen kívül a talajerózió elleni védőhatása is jobb.
- Megállapítható, hogy kevert vetésű vadföldeken nagy mennyiségű takarmány termelhető meg (akár 8,5 t szárazanyag/ha). az eltérő talajadottságoknak, domborzatnak (talajvíz mélysége) nagy szerepe van a megtermelhető növénytömegre (akár 5–6 t/ha szárazanyag-tartalom is lehet a különbség).
- A növényzetfelmérés eredményeképpen az egyes növényfajok arányainak változásaiból láthatjuk, hogy mely növényfajok mennyi ideig nyújthattak táplálékot és bűvőhelyet a vad számára. Az egyes vadfajok számára, a táplálék- és bűvőhelyigény változásának figyelembe vételével, meghatározható az optimális faj és fajtaösszetétel a vadföldre szánt vetőmagkeverékekben.

**Kulcsszavak:** vetőmagkeverékek, vadföldgazdálkodás, LAI, megtermelhető növénytömeg

## Testing of seed mixtures on wildlife forage grounds

<sup>1</sup>B. ANTAL – <sup>2</sup>J. CSAJBÓK

<sup>1</sup>NARIC Forest Research Institute,

Department of Plantation Forestry, Püspökladány

<sup>2</sup>University of Debrecen Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Crop Sciences, Debrecen

### Summary

The aim of the research is to examine the measure of the shelter and the measure of food offer that different crop field mixtures provide and to examine how important

the different soil conditions are for producible plant mass. If game managers can see numerically how much the difference is in producible plant mass values because of the different soil conditions, expectedly they take into consideration in greater extent to this in the course of their wildlife forage ground management. Survey of the vegetation's combination can give assistance in choosing plant species (varieties) planned for crop fields.

The examination went on between 2012 and 2014 on the territory of the Gúth Forestry of Nyírerdő Zrt. Nine different own-collated seed mixtures (23 plant species, respectively 28 varieties) are tested in the presented three crop field experiments. The area of the first crop field experiment is not steady in point of soil conditions. That offers a good opportunity to examine the effect of different soil conditions for the producible plant mass.

Leaf Area Index measurement was done using of Licor LAI-2000 Plant Canopy Analyzer. The producible amount of fodder forage was easily computable after drying the samples from the half m<sup>2</sup> plots to body-balance. Survey of the vegetation's combination was realized on 1 sq. meter sampling plots.

We analyzed and evaluated the data with the IBM SPSS 22.0 statistical software package. The accuracy of the statistical analysis was given at the level of P<5%. We also used Pearson's correlation analysis to explore the connections. As results of the examinations the followings can be stated:

- From the tested seed mixtures that had the most LAI value (5.23 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>), contained white lupine, buckwheat, hairy vetch, millet and foxtail-millet. It is much higher value than in single planted corn were measured (the highest LAI value of this plant is 2.53 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>). The more leaf area the more feed and casing, it provides better hiding-place for the game and in addition protects soil more effectively against erosion.
- According to the measurements, large amount of forage (8.5 t dry matter ha<sup>-1</sup>) can be produced with using seed mixtures on crop fields. It shows well, how the differing soil conditions, relief (depth of underground water) influence the producible plant mass on a given area (the difference might as well be 5-6 t ha<sup>-1</sup> dry matter content).
- On the basis of the results of vegetation's combination survey we can see from the several plant species' rates changing how long the different plant species can offer food and shelter for the game. The optimal combination of species and varieties in the seed mixture for wildlife forage grounds can be determined with taking into consideration the food and shelter demand of the game.

**Key words:** seed mixtures, wildlife forage ground management, LAI, produced plant mass

## Исследование смесей посевных семян на диких землях

<sup>1</sup>Б. АНТАЛ – <sup>2</sup>Ё. ЧАЙБОК

<sup>1</sup>NAIK Лесоводческий Научный Институт,

Отдел плантационного выращивания деревьев, Пюшпёкладань

<sup>2</sup>Дебреценский Университет, Факультет Сельского Хозяйства, Науки о Пище и

Экологического Менеджмента,

Институт Ботаники, Дебрецен

### Резюме

Цель данного исследования – изучить, что созданные с различными смесями посевных семян участки на диких землях (в лесах) в какой мере предоставляют диким животным место для лёжки и какое питание, а также какую роль играют различные свойства почвы на количество массы растений, которое можно вырастить. Если охотоведы в цифрах видят, какие отличия могут быть в массе выращенных растений из-за почвенных данных, можно предположить, что в большей мере будут учитывать это в ходе хозяйствования лесными дикими землями. Оценка состава растительного покрова может оказать помощь в выборе планируемых для выращивания сортов растений на диких землях.

Исследование проводилось в 2012–2014 годах на территории лесохозяйства «Гути» ЗАО Ньирердё (Nyírerdő Zrt. Gúthi Erdészeti). В показанных трёх опытах на диких землях исследовали всего 9 смесей разного состава посевных семян для диких земель (23 сорта растений, точнее 28 видов).

Три опыта проводились на диких землях на трёх различных территориях. Результаты первого исследования диких земель сравнили с данными кукурузы, также выращенной на диких землях рядом. В случае первого опыта на дикой земле эта площадь, говоря о почвенных условиях, не была единой, поэтому была возможность исследовать то, что различные почвенные условия какое влияние оказывают на количество выращиваемой растительной массы.

Измерение листового покрытия происходило с использованием Licor LAI-2000 Plant Canopy Analyzer. Для установления выращенной растительной массы взятие образцов проходило с 0,5 м<sup>2</sup> площади образца. Скашивание растительного покрова, затем, после просушивания в шкафу для высыхания при температуре 40 °С до постоянного веса, дают возможность посчитать количество растительного сухого ве-

щества, выращенного проецированно на один гектар. Измерение состава растительного покрова осуществлялось на образцовых участках площадью 1 м<sup>2</sup> каждый.

Обработка данных результатов опытов происходила с помощью статистической программы «IBM SPSS 22.0». Статистический анализ провели на уровне 5% величины. Анализ вариаций, и анализ корреляции сделали по методу Pearson-a. В результате исследований смогли установить следующее:

- Среди тестируемых смесей семян, в случае смеси с белым сладким люпином, гречихой, мохнатой викой, просом, щетинником была самая большая величина LAI (5,23 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>), что больше, чем в два раза измеренной у кукурузы на дикой земле величины LAI (2,53 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>). Большая площадь листьев даёт большее питание и защиту, лучше лёжку для диких животных, и также эффективнее против эрозии почвы.
- Установили, что на диких землях со смешанным посевом можно выращивать большее количество фуража (до 8,5 t сухого вещества/ha), большое значение имеют различные почвенные условия, возвышенности(глубина почвенных вод) на выращиваемую растительную массу(разница в содержании сухого вещества может быть 5–6 t/ha).
- В результате сравнения растений смогли увидеть из изменений соотношения некоторых видов растений, что какие сорта растений на сколько времени могут дать корм и лёжку для диких животных. Можно определить оптимальный вид и оптимальный состав сортов смеси семян для посева на диких землях для отдельных видов диких животных, учитывая изменения в потребностях их питания и лёжки.

**Ключевые слова:** смеси посевных семян, хозяйствование на диких землях (в лесах), LAI, масса растений, которую можно вырастить

## Bevezetés

A növényzet táplálékot, búvóhelyet, életteret biztosít a vad számára, alapvetően meghatározza az élőhely minőségét (Csajbók et al. 2009). Fontos a növényfajok diverzitása (Everitt és Gonzalez 1981, Barnes 1990), vadjaink a változatos szerkezetű élőhelyet kedvelik (Kölüs 1983). Az intenzív mező- és erdőgazdálkodás térhódításával fogy a vadfajok számára alkalmas élőhelyek nagysága és változatossága. A vadföld-, vadlegelő-gazdálkodás és a vadtakarmányozás célja,

hogy kompenzálja a csökkenő táplálkozási lehetőségeket és mérsékelje a vadkárt, valamint ellensúlyozza a táplálékbázisban az évszakos különbségeket (Sonkoly *et al.* 2006).

Egy 2013-ban végzett, saját összeállítású kérdőíves felmérés adatai alapján a hazai vadföldeken leggyakrabban kukoricát és lucernát termesztnek. Az állami erdőgazdaságoknál több (átlagosan 6,1 növényfajt), egyéb vadgazdálkodók esetében viszont kevés, átlagosan csak 3,3 növényfajt használnak a vadföldgazdálkodásban, pedig számos növényfaj/fajta alkalmas ilyen célra, a pillangósoktól kezdve a gyógynövényekig.

Az Amerikai Egyesült Államokban például számunkra olyan különlegesebb növényeket is termesztnek vadföldön, mint a sisakbab vagy a tehénborsó (Feather és Fulbright 1995, Stewart 2000, Kammermeyer és Miller 2006).

Vetőmagkeverékeket is használhatunk a vadföldgazdálkodásban, aminek több előnye is van.

A kevert vetésű vadföldek növelik a növények diverzitását (McPeake *et al.* 2010), folyamatosan változó borítottságot és táplálékkinálatot nyújtanak a vadnak, illetve egyszerre több faj számára biztosítanak táplálkozási lehetőséget (Szuda 2007). A különböző növényeknek eltérő időben lehet a termésmaximuma, ezáltal hosszabb ideig nyújt táplálékot a vadnak (Kammermeyer 2006, Harper 2008). Ezen kívül, mivel az egyes növényfajok nem ugyanolyan gyomelnyomó, szárazságtűrő képességgel rendelkeznek, illetve egyes fajoknak kevés kártevőjük van, így biztosítható, hogy legalább némely növény sikerrel termeszthető legyen. A vetőmagkeverékek használata nagyobb biztonságot ad a vadföld teljes kudarca ellen (Kammermeyer 2006). Kevert vetésű vadföld létesítésekor megtakarítható a betakarítási, szárítási, szállítási és raktározási költség (Szuda 2006).

Vadföldgazdálkodás során manapság is előfordul, hogy nem fordítanak elég figyelmet a növénytermesztési technológiára (Harper 2006, Nagy 2006), pedig a vadföldet ugyanolyan minőségben kell művelni, mint az árutermelő mezőgazdasági területeket, és ugyanolyan fontos az időben elvégzett gépi munka (Kis 2009). A vadföldművelés során vegyük figyelembe a talajadottságokat (Freshley 2006). Egy adott területen termeszthető növények körét alapvetően meghatározzák a termőhelyi adottságok. A talajadottságoknak megfelelő növényfajok/fajták kiválasztása nagymértékben befolyásolja a vadföldön megtermelhető növényi tömeget. A kutatás célja:

- annak vizsgálata - levélterület-index mérések és a megtermelt növénytömeg kiszámítása által -, hogy különböző vetőmagkeverékekkel létesített vadföldek milyen mértékben nyújtanak búvóhelyet a vadnak és mekkora táplálékkinálatot jelenthetnek számára;
- vizsgálni, hogy milyen jelentős szerepe van a különböző talajadottságoknak a megtermelhető növénytömeg mennyiségére (ha a vadgazdálkodók szám szerint látják, hogy mekkora különbségek vannak a megtermelt növénytömegben a talajadottságok okán, várhatóan nagyobb mértékben veszik azt figyelembe a vadföldgazdálkodásuk során);
- segítséget nyújtani - a növényzet összetételének felmérései eredményei által - a vadföldekre tervezett növényfaj(ok) kiválasztásában.

### Anyag és módszer

A vizsgálat 2012 és 2014 között, a Nyírerdő Zrt. Gúthi Erdészetének területén zajlott. Jelen tanulmányban bemutatott három vadföldkísérletben összesen kilenc saját összeállítású vadföldi vetőmagkeverék (23 növényfaj, illetve 28 fajta) vizsgálatára került sor (*1. táblázat*).

A vetőmagkeverékeket gabona-sortávolságra vetettük el. A három vadföldkísérlet három különböző területen létesült. Az első kísérlet során egy egyhektáros, a másik két kísérlet esetében pedig félhektáros vadföldekről beszélhetünk. Az első vadföld vizsgálati eredményei összehasonlításra kerültek egy, a vadföld melletti egyhektáros kukorica vadföld adataival.

#### *Az egyes vadföldek talajadottságai*

##### *Első vadföld*

A terület talajadottságok tekintetében nem volt egységes, ami lehetőséget adott annak vizsgálatára, hogy az eltérő talajadottságok milyen hatást gyakorolnak a megtermelhető növénytömeg mennyiségére. A vetőmagkeverék-sávok a különböző adottságú talajsávokra merőlegesen helyezkedtek el, tehát mindegyik keverék háromféle adottságú területen volt vizsgálható. A vetőmagkeverék-sávok elhelyezkedése a *3. táblázatban* látható. Domborzat tekintetében is volt különbség a területen, a vetőmagkeverék-sávok középső része (B, E, H, K parcellák) GPS-szel mérve 10 m-rel magasabban fekszik a terület többi részénél, itt a talajvízszint is mélyebben van a felszíntől.

1. táblázat. A Gúthi Erdészetnél 2012–2014 között tesztelt vetőmagkeverékek összetétele

Kísérlet száma (1)	Vetés időpontja (2)	Vetőmag-keverék (3)	Növényfajok (4)
1. vadföldi kísérlet (5)	2012. máj. 04. (6)	1-es keverék (7)	fehérvirágú édes csillagfürt (8) ( <i>Lupinus albus</i> L.), pohánka (9) ( <i>Fagopyrum esculentum</i> L.), szöszös bükköny (10) ( <i>Vicia villosa</i> Roth.), köles (11) ( <i>Panicum miliaceum</i> L.), mohar (12) ( <i>Setaria italica</i> /L./R. et Sch.)
		2-es keverék (13)	szöszös bükköny (10) ( <i>Vicia villosa</i> Roth.), köles (11) ( <i>Panicum miliaceum</i> L.), napraforgó (14) (Pioneer PR64H32, NK Kondi) ( <i>Helianthus annuus</i> L.), mohar (12) ( <i>Setaria italica</i> /L./R. et Sch.)
		3-as keverék (15)	fehérvirágú édes csillagfürt (8) ( <i>Lupinus albus</i> L.), pohánka (9) ( <i>Fagopyrum esculentum</i> L.), fehér mustár (16) ( <i>Sinapis alba</i> L.), repce (17) ( <i>Brassica napus oleifera</i> L.)
2. vadföldi kísérlet (5)	2013. okt. 29. (18)	1-es keverék (7)	rozs (19) ( <i>Secale cereale</i> L.), fodros kel (20) ( <i>Brassica oleracea</i> L. <i>convar. acephala</i> [DC.] Alef. <i>var. sabellica</i> L.), olajretek (21) ( <i>Raphanus sativus</i> L. <i>ssp. oleiferus</i> [Stokes] Metzg.)
		2-es keverék (13)	tarlórépa (22) ( <i>Brassica rapa</i> L. <i>ssp. oleifera</i> [DC.] Metzg.), repce (17) ( <i>Brassica napus oleifera</i> L.)
		3-as keverék (15)	rozs (19) ( <i>Secale cereale</i> L.), takarmánymustár (16) ( <i>Sinapis alba</i> L.), takarmánykáposzta (23) ( <i>Brassica oleracea convar. acephala</i> [DC.] Alef.), repce (17) ( <i>Brassica napus oleifera</i> L.)

Az 1. táblázat folytatása a következő oldalon ...



... az 1. táblázat folytatása

Kísérlet száma (1)	Vetés időpontja (2)	Vetőmag- keverék (3)	Növényfajok (4)
3. vadföldi kísérlet (5)	2014. ápr. 18. (24)	1-es keverék (7)	kékvirágú csillagfürt (25) ( <i>Lupinus angustifolius</i> L.), pohánka (9) ( <i>Fagopyrum esculentum</i> L.), zab (26) ( <i>Avena sativa</i> L.), fehérvirágú szegletes lednek (27) ( <i>Lathyrus sativus</i> L.), takarmány sárgarépa (28) ( <i>Daucus carota</i> L.)
		2-es keverék (13)	sárgavirágú csillagfürt (29) ( <i>Lupinus luteus</i> L.), szárazborsó (30) ( <i>Pisum sativum</i> L.), hibrid szudánifű (31) ( <i>Sorghum sudanense</i> Piper.), körömvirág (32) ( <i>Calendula officinalis</i> L.), napraforgó (14) ( <i>Helianthus annuus</i> L.)
		3-as keverék (15)	fehérvirágú csillagfürt (8) ( <i>Lupinus albus</i> L.), édeskömény (33) ( <i>Foeniculum vulgare</i> Mill.), keleti kecskeruta (34) ( <i>Galega orientalis</i> Lam.), takarmányrépa (35) ( <i>Beta vulgaris</i> L. <i>convar. crassa</i> Alef.), köles (11) ( <i>Panicum miliaceum</i> L.)

Table 1. Content of the tested seed mixtures between 2012 and 2014 in Gúth Forestry. (1) Number of the experiment, (2) Date of sowing, (3) Seed mixture, (4) Plant species, (5) Crop field, (6) 4<sup>th</sup> May 2012, (7) Mixture 1, (8) White lupin, (9) Buckwheat, (10) Hairy vetch, (11) Millet, (12) Foxtail-millet, (13) Mixture 2, (14) Sunflower, (15) Mixture 3, (16) White mustard, (17) Rape, (18) 29<sup>th</sup> October 2013, (19) Rye, (20) Curly cale, (21) Oil radish, (22) Turnip, (23) Fodder kale, (24) 18<sup>th</sup> April 2014, (25) Blue lupin, (26) Oat, (27) Grass pea, (28) Carrot, (29) Yellow lupine, (30) Peas, (31) Sudan grass hybrid, (32) Marigold, (33) Fennel, (34) Eastern galega, (35) Mangel-wurzel

A vadföld talaja mészhányos, kis sótartalmú, savanyú, illetve gyengén savanyú (A, K, L parcella), homok (G parcella), illetve durva homok talaj (többi parcella). A humusztartalom a B, az E és a H parcellákon gyenge, az A, C, I, J, K és az L parcellákon közepes, a D, az F, és a G parcellán jó. A P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-tartalom a B, az E, a H és a K parcellákban gyenge, a többi parcellában közepesnek mondható. A K<sub>2</sub>O-tartalom a C, F, I, J és az L parcellákban igen gyenge, a többi parcellában pedig gyenge.

Összességében tehát a humusz-, az AL-oldható P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-, illetve a nitráttartalom is a dombtetőn volt a legkisebb. A humusz- és az AL-oldható P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-tartalom a

dombtól nyugatra fekvő területrészen volt a legnagyobb, a nitráttartalom pedig a dombtól keletre.

A  $K_2O$ -tartalom-értékek egy sáv kivételével (1-es vetőmagkeverék-sáv) a dombon voltak a legmagasabbak. Az AL-oldható Na-tartalom megfelelő.

#### *Második vadföld*

A vadföld talaja erősen savanyú homoktalaj. Kis sótartalmú, mészhiányos.

Az 1-es sáv humusztartalma igen jó, a 2-es sávé közepes, a 3-as sávé pedig gyenge. Az AL-oldható  $P_2O_5$ -tartalom és a  $K_2O$ -tartalom az 1-es sávban gyenge, a másik két sávban pedig közepes. A nitráttartalom az 1-es sávban volt a legnagyobb. A 2-es sávban a 60,7 mg/kg AL-oldható Na-tartalom szikesedésre utal.

#### *Harmadik vadföld*

A terület talaja semleges (1-es sáv), illetve gyengén lúgos (2-es, illetve 3-as sáv) vályogtalaj. Kis sótartalmú, gyengén meszes talaj.

Az 1-es és a 2-es sáv humusztartalma jó, a 3-as sávé közepesnek mondható. Az AL-oldható  $P_2O_5$ -tartalom az 1-es sávban igen jó, a 2-es és a 3-as sávban jó. A  $K_2O$ -tartalom mindhárom sávban igen jó. A nitráttartalom a 3-as sávban volt a legnagyobb. A 2-es és a 3-as sáv magas AL-oldható Na-tartalom értékei szikesedésre utalnak.

#### *LAI-mérés*

A levélborítottság mérése Licor LAI-2000 Plant Canopy Analyzer használatával történt. Az első vadföldkísérletben 5 alkalommal, minden parcellában négy helyen, a második és a harmadik vadföldkísérlet esetében pedig két alkalommal, minden sávban négy helyen.

#### *A megtermelt növénytömeg megállapítása*

A megtermelt növénytömeg megállapításához a mintavétel időpontja az első vadföldkísérlet esetében 2012. július 11., a másik két vadföldkísérlet esetében pedig 2014. június 19. volt. Az első vadföld esetében minden parcellából, a másik két vadföld esetében pedig minden sávból 1 minta vételezése történt, fél  $m^2$ -es mintaterületekről. A növényzet levágása, majd szárítószekrényben 40 °C-on súlyállandóságig történő szárítása után számítható volt az egyes vetőmagkeverékek esetében az egy hektárra vetített megtermelt növényi szárazanyag-mennyiség.

### *Növényzet összetételének felmérése*

A növényzet összetételének felmérése 1 m<sup>2</sup>-es mintaterületeken valósult meg. A 2012. évi vadföld esetében három alkalommal, a talajadottságbeli eltérések miatt minden parcellában négy mintaterületen. A 2013. őszi és a 2014. tavaszi vetésű vadföld esetében két alkalommal négy-négy mintaterületen került erre sor.

A növényzetfelmérés eredményeinél a vetőmagok esetében is meghatározásra került az egyes növények számának aránya átlagos ezermagtömeg értékek alapján.

### *Statisztikai módszerek*

A kísérleti eredmények adatainak feldolgozása IBM SPSS 22.0 statisztikai programcsomag segítségével történt. A statisztikai elemzést 5%-os szignifikancia szinten, *Sváb* (1981) módszere szerint végeztük. A minták átlagainak összehasonlításához varianciaanalízist használtunk. Az előfeltételeket Levene-teszttel, Q-Q tesztekkel és Kolmogorov-Smirnov módszer (normalitás) használatával vizsgáltuk. Post hoc tesztként Tukey HSD tesztet használtunk. Előbbiekén túl Pearson-féle korrelációanalízist is használtunk az összefüggések vizsgálatához.

## **Eredmények**

### *A LAI-felmérés eredményei*

Az első vadföldkísérletben a legmagasabb LAI-érték (5,23 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>) az 1-es keverékben volt mérhető 2012. június 18-án (2. táblázat). Ez a legnagyobb mért LAI-érték az összes vadföldi kísérlet közül. Ez sokkal nagyobb érték, mint a kukoricáé (a kukoricában mért legmagasabb LAI-érték 2,53 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> volt, augusztus 6-án). A legalacsonyabb értékek minden keverék esetében a dombon voltak mérhetőek (a kukorica vadföld esetében is). Összességében, a kukorica és az 1-es vetőmagkeverék-sáv LAI-értékei között minden mérési időpontban szignifikáns különbség volt (június 18.: SzD<sub>5%</sub>=0,99; P<0,001; július 11.: SzD<sub>5%</sub>=0,97; P<0,001; augusztus 6.: SzD<sub>5%</sub>=0,81; P<0,001; augusztus 23.: SzD<sub>5%</sub>=0,77; P<0,001; szeptember 12.: SzD<sub>5%</sub>=0,68; P=0,001). A 2-es vetőmagkeverék-sáv és a kukorica LAI-értékeinek viszonylatában is ugyanez mondható el (P<0,001 minden mérési időpontban). A 3-as sáv és a kukorica levélterület-index értékei között csak júniusban volt szignifikáns különbség (P=0,003).

2. táblázat. A vadföldeken végzett LAI-mérések eredményei  
(Gúth, 2012–2014)

Kísérlet száma (1)	Vetőmag- keverék (2)	Parcella (3)	Mérés (4)				
			1.	2.	3.	4.	5.
1. vadföldi kísérlet (5)	1-es keverék (6)	A	3,99	5,06	4,36	3,60	3,89
		B	1,41	2,64	2,43	2,18	2,17
		C	5,23	4,70	3,95	3,39	3,08
	2-es keverék (7)	D	3,71	4,15	3,78	3,60	3,75
		E	1,39	2,86	2,71	2,19	2,41
		F	4,68	5,01	4,06	3,43	3,52
	3-as keverék (8)	G	2,69	2,33	2,54	2,59	2,24
		H	1,60	1,68	1,97	1,87	1,25
		I	4,28	2,24	2,27	2,32	2,16
	Kukorica (9)	J	0,99	2,06	2,53	1,96	1,87
		K	0,65	0,91	1,61	1,04	1,55
		L	0,55	2,26	2,29	2,01	2,23
2. vadföldi kísérlet (5)	1-es keverék (6)	-	1,44	1,35	-	-	-
	2-es keverék (7)	-	1,13	0,8	-	-	-
	3-as keverék (8)	-	1,19	1,21	-	-	-
3. vadföldi kísérlet (5)	1-es keverék (6)	-	1,02	2,13	-	-	-
	2-es keverék (7)	-	0,61	2,28	-	-	-
	3-as keverék (8)	-	1,29	2,31	-	-	-

Megjegyzés: az 1. vadföldi kísérlet LAI-méréseinek időpontjai: 2012. június 18., július 11., augusztus 6., augusztus 23., szeptember 12.; a 2. vadföldi kísérlet LAI-méréseinek időpontjai: 2014. május 20., június 19.; a 3. vadföldi kísérlet mérési időpontjai: 2014. május 31., június 15.

*Table 2.* Results of LAI measurements on wildlife forage grounds (Gúth, 2012–2014). (1) Number of the experiment, (2) Seed mixture, (3) Plot, (4) Measurement, (5) Crop field, (6) Seed mixture 1, (7) Seed mixture 2, (8) Seed mixture 3, (9) Corn. Notation: date of LAI measurements of crop field 1: 18<sup>th</sup> June 2012, 11<sup>st</sup> July, 6<sup>th</sup> August, 23<sup>rd</sup> August, 12<sup>nd</sup> September; date of LAI measurements of crop field 2: 20<sup>th</sup> May 2014, 19<sup>th</sup> June; date of LAI measurements of crop field 3: 31<sup>st</sup> May 2014, 15<sup>th</sup> June

A második vadföldkísérlet esetében a legmagasabb LAI-értéke az 1-es keveréknek volt (1,44 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>) 2014. május végén. A három keverék LAI-értékei között nem volt szignifikáns különbség egyik mérési időpontban sem.

A harmadik vadföldkísérletben a 3-as keverékben volt mérhető a legmagasabb LAI-érték ( $2,31 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ), 2014. június közepén. A három keverék LAI-értékei közt nem volt szignifikáns különbség semelyik mérési időpontban sem.

### *Megtermelt növénytömeg*

Az első vadföldkísérlet esetében a mért, illetve kiszámolt megtermelt növénytömeg értékek a vadföld 2012. július 11-ei állapotát tükrözik.

A legkevesebb növénytömeg a dombon termett, mind a három vetőmagkeverék esetében (1-es keverék: 2,5 t/ha szárazanyag, 2-es keverék: 2,2 t/ha szárazanyag, 3-as keverék: 2,2 t/ha szárazanyag), a legtöbb pedig a dombtól keletre fekvő területen (a legnagyobb nitráttartalommal bíró területrészen (*3. táblázat*). A legtöbb növénytömeg az 1-es keverékben volt (8,5 t/ha szárazanyag).

3. táblázat. Az 1. vadföldkísérlet különböző parcelláiban megtermelt növénytömeg-értékek (Gúth, 2012)

Vetőmagkeverék (1)	Parcella (2)	Szárazanyag (t/ha) (3)	Parcella (2)	Szárazanyag (t/ha) (3)	Parcella (2)	Szárazanyag (t/ha) (3)
1-es keverék	A	8,0	B	2,5	C	8,5
2-es keverék	D	7,5	E	2,2	F	7,4
3-as keverék	G	5,4	H	2,2	I	7,4

Megjegyzés: SzD<sub>5%</sub> (keverékek): 2,68 t/ha.

Table 3. Produced plant mass values in the different plots in crop field experiment 1 (Gúth, 2012). (1) Seed mixture, (2) Plot, (3) Dry matter, Note: significant difference 5% (mixtures) 2.68 t ha<sup>-1</sup>

Erős pozitív korreláció mutatható ki a humusztartalom és a megtermelt növénytömeg ( $r=0,834$ ;  $P<0,001$ ), illetve a nitráttartalom és a megtermelt növénytömeg között ( $r=0,789$ ;  $P<0,005$ ).

A második vadföldkísérlet esetében a 2014. június 19-ei növényminták alapján az 1-es keverék esetében termett a legnagyobb növénytömeg szárazanyagban kifejezve (*4. táblázat*).

A harmadik vadföld esetében is – szintén 2014. június 19-én gyűjtött növényminta alapján – az 1-es keverék nyújtotta a legnagyobb táplálékotmeget (ebben az időpontban).

4. táblázat. A 2. és a 3. vadföldkísérlet vetőmagkeverék-sávjában megtermelt növénytömeg-értékek (Gúth, 2014)

Kísérlet száma (1)	Vetőmagkeverék (2)	Száranyag (t/ha) (3)
2. vadföldi kísérlet (4)	1-es keverék (5)	5,34
	2-es keverék (6)	1,61
	3-as keverék (7)	4,93
3. vadföldi kísérlet (4)	1-es keverék (5)	4,34
	2-es keverék (6)	3,34
	3-as keverék (7)	2,70

Table 4. Produced plant mass values in mixture strips of crop field 2 and 3 (Gúth, 2014). (1) Number of the experiment, (2) Seed mixture, (3) Dry matter, (4) Crop field, (5) Mixture 1, (6) Mixture 2, (7) Mixture 3

#### A növényzet összetétele

A növényzetfelmérések eredményeinél tapasztalható változásokat a növények eltérő kelési aránya, az eltérő tenyészidő, a rágottság, taposás, aszály okozta kipusztulás okozta, illetve az is befolyásolta, hogy mennyire nyomták el az egyes növényeket a gyomok, illetve a többi növény. A kutatás során a növények megszámlálása az elszáradt, de még meglévő növények figyelembevételével történt.

#### Első vadföldkísérlet – 2012

A 2012. évi vadföldkísérletben az 1-es sáv esetében a vetőmagkeverékben, illetve a három felmérés alkalmával a növényzetben a legnagyobb részt a mohar tette ki (5. táblázat). A köles és a pohánka aránya volt még jelentősebb, a szösös bükköny és a csillagfürt aránya volt a legkisebb.

Az A parcella esetében a június végi mérés alkalmával már kisebb volt a mohar aránya (59,6%) a vetőmagkeverékben szereplő arányához képest. A köles, a szösös bükköny és a pohánka aránya nőtt. A fehérvirágú édes csillagfürt aránya a vetőmagkeverékben szereplő arányához hasonló volt (0,21%). Augusztus elején a legnagyobb változás a köles arányának csökkenése (13,82%-ra) és a pohánka arányának növekedése (17,07%-ra) volt, illetve ekkor már fehérvirágú édes csillagfürt nem volt a mintaterületeken. Az utolsó mérésnél

(október 1.) a köles arányának növekedése (19,42%-ra) és a szőszös bükköny arányának csökkenése (2,61%-ra) volt megfigyelhető.

5. táblázat. Az 1-es keverék növényzetfelmérésének eredményei az 1. vadföldkísérletben (Gúth, 2012)

Parcella (1)	Növényfaj (2)	Az egyes növényfajok aránya (%) (3)			
		Vetőmag- keverékben (4)	Jún. 20–22. (5)	Aug. 7. (6)	Okt. 1. (7)
A	fehérvirágú édes csillagfürt (8)	0,27	0,21	0	0
	pohánka (9)	5,64	9,28	17,07	18,84
	szőszös bükköny (10)	5,79	9,92	6,67	2,61
	köles (11)	13,06	20,99	13,82	19,42
	mohar (12)	75,24	59,6	62,44	59,13
B	fehérvirágú édes csillagfürt (8)	0,27	0,18	0	0
	pohánka (9)	5,64	9,57	14,65	6,18
	szőszös bükköny (10)	5,79	15,78	7,21	1,45
	köles (11)	13,06	13,48	9,07	9,82
	mohar (12)	75,24	60,99	69,07	82,55
C	fehérvirágú édes csillagfürt (8)	0,27	0,88	0,24	0
	pohánka (9)	5,64	8,5	20,98	29,13
	szőszös bükköny (10)	5,79	17,8	7,32	0,99
	köles (11)	13,06	16,48	8,78	13,58
	mohar (12)	75,24	56,34	62,68	56,30

Table 5. Results of vegetation's combination survey of seed mixture 1 in the case of crop field experiment 1 (Gúth, 2012). (1) Plot, (2) Plant species, (3) Rates of the plant species (%), (4) In the seed mixture, (5) On 20<sup>th</sup> and 22<sup>nd</sup> June, (6) On 7<sup>th</sup> August, (7) On 1<sup>st</sup> October, (8) White lupin, (9) Buckwheat, (10) Hairy vetch, (11) Millet, (12) Foxtail-millet

A B parcella esetében is kisebb volt a mohar aránya az első mérésnél (június 22.) a vetőmagkeverékben szereplő arányához képest. A köles aránya lényegében nem változott (13,48%). A szőszös bükköny és a pohánka aránya nagyobb

volt, illetve a fehérvirágú édes csillagfürté kisebb. Az augusztus eleji mérés eredményeinél a mohar és a pohánka arányának növekedése látszik, illetve ekkor már fehérvirágú édes csillagfürt nem volt a mintaterületeken. Az utolsó, október elején végzett felmérés alkalmával a mohar a növényzet 82,55%-át tette ki, a szösös bükköny aránya 1,45%-ra, a pohánkáé pedig 6,18%-ra csökkent le.

A C parcella esetében is kisebb volt a mohar aránya a június végi mérésnél (56,34%) a vetőmagkeverékben szereplő arányához képest (75,24%). A köles aránya nagyobb volt (16,48%). A szösös bükköny aránya 17,8% volt júniusban, szemben a vetőmagkeverékben szereplő 5,79%-hoz képest. A pohánka és a fehérvirágú édes csillagfürt aránya is nagyobb volt. A második mérés (augusztus 7.) eredményeinél a mohar, illetve a pohánka arányának nagymértékű növekedése látszik. A köles és a szösös bükköny aránya igen jelentős mértékben csökkent. Az utolsó mérésnél (október 1.) szösös bükköny szinte alig volt található a területen (0,99%), valamint fehérvirágú édes csillagfürt már egyáltalán nem volt. Lényegében már csak három növényfaj, a mohar, a pohánka és a köles volt megtalálható.

Az összeállított 2-es vetőmagkeverék 55,91% mohar, 38,82%-a köles, 4,3% szösös bükköny vetőmagot tartalmazott, valamint 0,97%-ban napraforgót, ami viszont nem kelt ki (6. táblázat).

A D parcella esetében az első mérésnél (június 20., 22.) a mohar (62,7%) és a szösös bükköny (14,05%) aránya nagyobb volt a vetőmagkeverékbeli arányukhoz képest, a köles aránya csökkent (23,24%-ra). A második mérésnél (augusztus 7.) jelentősebb változás a szösös bükköny arányának nagyarányú csökkenése volt. A köles aránya kismértékben nőtt. Az október eleji mérésnél a mohar aránya jelentősen visszaesett, a legnagyobb arányban a köles volt jelen (58,38%).

Az E parcella esetében a június végi méréskor a mohar aránya lényegében nem változott, a köles aránya lecsökkent 29,22%-ra, a szösös bükkönyé pedig nőtt 18,5%-ra a vetőmagkeverékbeli arányukhoz képest. Az augusztusi mérésnél a köles aránya nőtt, a szösös bükkönyé pedig csökkent. Az utolsó, októberi mérésnél a köles aránya 40,3%-ot tett ki, a szösös bükköny pedig már csak 5,22%-ban volt jelen. A mérések során a mohar aránya lényegében nem változott.

Az F parcella esetében az első, júniusi mérésnél a szösös bükköny aránya jelentősen, a mohar aránya pedig kismértékben nagyobb volt, a kölesé pedig kisebb volt a vetőmagkeverékben szereplő arányukhoz képest. Augusztusra a köles és a szösös bükköny arányának változása figyelhető meg. A köles aránya



28,69%-ra nőtt, a szösös bükkönyé pedig 7,62%-ra csökkent le. Az utolsó mérés (október 1.) eredményeiből az látszik, hogy a köles aránya 36,07%-ra nőtt, a mohar aránya pedig 55,54%-ra csökkent. A szösös bükköny aránya az előző méréshez képest jelentősen nem változott.

6. táblázat. A 2-es keverék növényzetfelmérésének eredményei az 1. vadföldkísérletben (Gúth, 2012)

Parcella (1)	Növényfaj (2)	Az egyes növényfajok aránya (%) (3)			
		Vetőmag- keverékben (4)	Jún. 20-22. (5)	Aug. 7. (6)	Okt. 1. (7)
D	szösös bükköny (8)	4,30	14,05	4,22	8,23
	köles (9)	38,82	23,24	28,75	53,38
	napraforgó (10)	0,97	0	0	0
	mohar (11)	55,91	62,7	67,03	38,39
E	szösös bükköny (8)	4,30	18,40	11,15	5,22
	köles (9)	38,82	29,22	34,37	40,3
	napraforgó (10)	0,97	0	0	0
	mohar (11)	55,91	52,38	54,48	54,48
F	szösös bükköny (8)	4,30	18,50	7,62	8,39
	köles (9)	38,82	20,09	28,69	36,07
	napraforgó (10)	0,97	0	0	0
	mohar (11)	55,91	61,4	63,7	55,54

Table 6. Results of vegetation's combination survey of seed mixture 2 in the case of crop field experiment 1 (Gúth, 2012). (1) Plot, (2) Plant species, (3) Rates of the plant species (%), (4) In the seed mixture, (5) On 20<sup>th</sup> and 22<sup>nd</sup> June, (6) On 7<sup>th</sup> August, (7) On 1<sup>st</sup> October, (8) Hairy vetch, (9) Millet, (10) Sunflower, (11) Foxtail-millet

A 3-as vetőmagkeverékben a fehér mustár aránya volt a legszámottevőbb (65,73%), de a repce (17,93%) és a pohánka aránya (15,77%) is jelentős volt (7. táblázat). A 3-as keverék is tartalmazott csillagfürtöt, bár ez a keverék is csak igen kis mennyiségben (0,57%).

7. táblázat. A 3-as keverék növényzetfelmérésének eredményei az  
1. vadföldkísérletben  
(Gúth, 2012)

Parcella (1)	Növényfaj (2)	Az egyes növényfajok aránya (%) (3)			
		Vetőmag- keverékben (4)	Jún. 20. (5)	Aug. 7-8. (6)	Okt. 1. (7)
G	fehérvirágú édes csillagfürt (8)	0,57	1,84	0,34	0
	pohánka (9)	15,77	36,32	28,14	23,13
	fehér mustár (10)	65,73	42,63	63,39	74,63
	repce (11)	17,93	19,21	8,14	2,24
H	fehérvirágú édes csillagfürt (8)	0,57	2,39	0	0
	pohánka (9)	15,77	48,81	51,4	46,55
	fehér mustár (10)	65,73	39,93	33,64	33,62
	repce (11)	17,93	8,87	14,95	19,83
I	fehérvirágú édes csillagfürt (8)	0,57	0,70	0,17	0
	pohánka (9)	15,77	32,55	27,27	32,86
	fehér mustár (10)	65,73	39,81	53,50	60,33
	repce (11)	17,93	26,93	19,06	6,81

Table 7. Results of vegetation's combination survey of seed mixture 3 in the case of crop field experiment 1 (Gúth, 2012). (1) Plot, (2) Plant species, (3) Rates of the plant species (%), (4) In the seed mixture, (5) On 20<sup>th</sup> June, (6) On 7<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> August, (7) On 1<sup>st</sup> October, (8) White lupin, (9) Buckwheat, (10) White mustard, (11) Rape

A G parcellában az első, június végi mérésnél a fehér mustár volt a legnagyobb részarányú (42,63%), valamint a pohánka aránya volt még jelentős (36,32%). A repce aránya csak kismértékben volt nagyobb a vetőmagkeverékbeli arányához képest. A fehérvirágú édes csillagfürt aránya 1,84% volt szemben a vetőmagkeverékbeli 0,57%-os arányához képest. A második mérésnél (augusztus 7.) a fehér mustár aránya jelentősen nőtt (63,39%-ra). A repce, a pohánka és a fehérvirágú édes csillagfürt aránya csökkent. Az utolsó, októberi felmérésnél már nem volt fehérvirágú édes csillagfürt. A repce aránya 2,24%-ra csökkent, a pohánkéé 23,13%-ra, a fehér mustár aránya pedig 74,63%-ra nőtt.

A H parcellában az első mérésnél (június 20.) a pohánka volt a legnagyobb részarányú (48,81%), illetve a fehér mustár aránya volt még jelentős (39,93%). A fehérvirágú édes csillagfürté aránya 2,39% volt, szemben a vetőmagkeverékbeli 0,57%-os arányához képest. A második mérésnél (augusztus 7.) a fehér mustár, illetve a pohánka aránya lényegesen nem változott. A repce aránya jelentősen nőtt (14,95%-ra). Fehérvirágú édes csillagfürt ekkor már nem volt a területen. Októberre a repce aránya nőtt 19,83%-ra, valamint a pohánkáé csökkent mintegy 4%-kal.

Az I parcellában a június végén a fehér mustár aránya volt a legnagyobb (39,81%), bár ez a vetőmagkeverékbeli arányához képest jelentősen kisebb (mintegy 22%-kal). A pohánka aránya (32,55%), valamint a repcéé (26,93%) volt még jelentős. Augusztusban a fehér mustár jelentősen nagyobb arányban volt mérhető (53,5%). A többi három növény (repce, pohánka, fehérvirágú édes csillagfürt) aránya csökkent. Októberre a repce aránya még tovább csökkent (6,81%), fehérvirágú csillagfürt pedig nem volt a területen. A pohánka és a fehér mustár aránya nőtt.

#### *Második vadföldkísérlet – 2013*

A 2013. évi őszi vetésű vadföldi kísérlet esetében a növényzet felmérésére két alkalommal került sor, 2014. május 20-án és június 19-én.

Az 1-es vetőmagkeverék legnagyobb részét rozs vetőmagot tartalmazott (44,84%) (8. táblázat). A fodros kel aránya 34,7%, az olajreteké pedig 20,46% volt. A május végi felmérés idején szinte csak rozs volt a sávban (99,19%), fodros kel pedig egyáltalán nem volt a területrészen. A júniusi felmérés idejére még tovább csökkent.

A 2-es vetőmagkeverék legnagyobb része tarlórépa vetőmag volt (70,97%), valamint repcét (Dekalb DGC 169 fajta) tartalmazott 29,03%-ban. A május végi felméréskor ez az arány teljesen megfordult, repce 74,4%, tarlórépa pedig 25,6%-ban volt a területen. Júniusban már szinte csak repce (98,99%) volt a területrészen.

A 3-as vetőmagkeverék 29,62%-ban tartalmazott takarmánymustár és ugyanannyi százalékban takarmánykáposzta vetőmagot. A rozs aránya 24,61%, a repcéé (Exocet fajta) pedig 16,16% volt. A május végi felméréskor már kizárólag csak rozs volt a sávban.

8. táblázat. A 2. vadföldkísérlet növényzetfelmérésének eredményei  
(Gúth, 2013)

Vetőmag- keverék (1)	Növényfaj (2)	Az egyes növényfajok aránya (%)		
		Vetőmag- keverékben (4)	Máj. 20. (5)	Jún. 19. (6)
1-es keverék (7)	rozs (8)	44,84	99,19	99,32
	fodros kel (9)	34,70	0	0
	olajretek (10)	20,46	0,81	0,68
2-es keverék (11)	tarlórépa (12)	70,97	25,60	1,01
	repce (13)	29,03	74,40	98,99
3-as keverék (14)	rozs (8)	24,61	100	100
	takarmánymustár (15)	29,62	0	0
	takarmánykáposzta (16)	29,62	0	0
	repce (13)	16,16	0	0

Table 8. Results of vegetation's combination survey of crop field experiment 2 (Gúth, 2013). (1) Seed mixture, (2) Plant species, (3) Rates of the plant species (%), (4) In the seed mixture, (5) On 20<sup>th</sup> May, (6) On 19<sup>th</sup> June, (7) Mixture 1, (8) Rye, (9) Curly kale, (10) Oil radish, (11) Mixture 2, (12) Turnip, (13) Rape, (14) Mixture 3, (15) White mustard, (16) Fodder kale

### Harmadik vadföldkísérlet – 2014

A 2014. évi tavaszi vetésű vadföld esetében a növényzet felmérésére szintén két alkalommal került sor, 2014. május 31-én és június 15-én.

Az 1-es vetőmagkeverék 36,07%-ban tartalmazott takarmány sárgarépa, 25,39% pohánka, 22,67% zab, 9,92% kékvirágú csillagfürt vetőmagot, illetve 5,95% fehérvirágú szegletes ledneket (9. táblázat).

A május végi felméréskor a legnagyobb részaránya a pohánkának volt (37,37%). A takarmány sárgarépa aránya jelentősen kisebb volt a vetőmagkeverékben szereplő arányához képest (13,17%), a kékvirágú csillagfürté viszont valamivel nagyobb. Júniusra kismértékben csökkent a takarmány sárgarépa aránya, illetve kékvirágú csillagfürt is kisebb részarányban volt jelen, mint korábban. A pohánka aránya tovább nőtt (44,62%-ra). A fehérvirágú szegletes lednek aránya kismértékben nőtt, a zabé szinte nem változott (némileg csökkent).

9. táblázat. A 3. vadföldkísérlet növényzetfelmérésének eredményei  
(Gúth, 2014)

Vetőmag- keverék (1)	Növényfaj (2)	Az egyes növényfajok aránya (%)		
		(3)		
		Vetőmag- keverékben (4)	Máj. 31. (5)	Jún. 15. (6)
1-es keverék (7)	kékvirágú csillagfürt (8)	9,92	18,01	13,27
	pohánka (9)	25,39	37,37	44,62
	zab (10)	22,67	25,27	24,03
	szegletes lednek (11)	5,95	6,18	8,47
	takarmány sárgarépa (12)	36,07	13,17	9,61
2-es keverék (13)	sárgavirágú csillagfürt (14)	18,13	18,28	19,02
	borsó (15)	21,75	27,59	21,17
	hibrid szudánifű (16)	36,25	30,69	21,74
	körömvirág (17)	16,31	11,72	15,22
	napraforgó (18)	7,55	11,72	16,85
3-as keverék (19)	fehév virágú csillagfürt (20)	3,52	7,17	5,98
	édesszemes (21)	16,86	5,66	6,15
	keleti kecskeruta (22)	28,90	11,03	16,94
	takarmányrépa (23)	4,05	64,14	46,68
	köles (24)	46,68	12,00	24,25

Table 9. Results of vegetation's combination survey of crop field experiment 3 (Gúth, 2014). (1) Seed mixture, (2) Plant species, (3) Rates of the plant species (%), (4) In the seed mixture, (5) On 31<sup>st</sup> May, (6) On 15<sup>th</sup> June, (7) Mixture 1, (8) Blue lupin, (9) Buckwheat, (10) Oat, (11) Grass pea, (12) Carrot, (13) Mixture 2, (14) Yellow lupine, (15) Peas, (16) Sudan grass hybrid, (17) Marigold, (18) Sunflower, (19) Mixture 3, (20) White lupin, (21) Fennel, (22) Eastern galega, (23) Mangel-wurzel, (24) Millet

Az 2-es vetőmagkeverék legnagyobb részét hibrid szudánifűvet tartalmazott (36,25%). A borsó vetőmag aránya 21,75%-ot, a sárgavirágú csillagfürté 18,13%-ot, a körömvirágé 16,31%-ot, a napraforgóé pedig 7,55%-ot tett ki. Május végén a körömvirág, illetve a hibrid szudánifű aránya kisebb volt, a napraforgóé és a borsóé viszont nagyobb, mint a vetőmagkeverékbeli arányuk. Június végére a májusi felmérés eredményeihez képest a borsó és a sárgavirágú csillagfürt aránya lényegében nem változott. A napraforgó (16,85%) és a körömvirág aránya (15,22%) nőtt, a hibrid szudánifűé csökkent (21,74%-ra).

A 3-as vetőmagkeverék majdnem felét (46,68%) köles vetőmag alkotta. 28,9% keleti kecskerutát, 16,86% édesköményt, 4,05% takarmányrépát és 3,52% fehérvirágú csillagfürtöt tartalmazott. A május végi felméréskor a takarmányrépa aránya nagyobb volt a vetőmagkeverékbeli arányához képest, ez a növény volt túlsúlyban (64,14%). Ezenkívül a fehérvirágú csillagfürt aránya volt még nagyobb a vetőmagkeverékben szereplő arányához képest (7,17%), a többi három növényfaj részaránya pedig kisebb volt. Júniusra a takarmányrépa aránya csökkent 46,68%-ra. A fehérvirágú csillagfürt részaránya is csökkent egy kissé. A többi három növény aránya nőtt, legjobban a kölesé (kétszerese a május végén felmért értékének).

### Következtetések

A tesztelt magkeverékek közül a fehérvirágú édes csillagfürt, pohánka, szösös bükköny, köles, mohar összetételű keverék esetében volt a legnagyobb a LAI-érték (5,23 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>). Ez több mint kétszerese a kukorica vadföldön mért legnagyobb LAI-értéknek (2,53 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>). [*Csajbók et al.* (2009) is mért magas, akár 6,33 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> LAI-értéket vadföldi vetőmagkeverékben.] A vetőmagkeverékek és a kukorica LAI-értékei között szignifikáns különbségek voltak mérhetőek (P<0,01). A nagyobb levélterület nagyobb táplálékot és nagyobb takarást, jobb búvóhelyet nyújt a vad számára, ezenkívül a talajerózió elleni védőhatása is jobb. [*Stefanovits* (1964) szerint a talajerózió ellen a zártabb növényállomány, a nagyobb takarás nagyobb védelmet nyújt, illetve a kukorica gyenge talajvédő hatását is említi munkájában.]

Megállapítható, hogy kevert vetésű vadföldeken nagy mennyiségű takarmány termelhető meg (akár 8,5 tonna szárazanyag/ha). Igen szembetűnő, hogy az eltérő talajadottságok, domborzat (talajvíz mélysége) mennyire befolyásolja egy adott területen a megtermelhető növénytömeget (akár 5–6 t/ha szárazanyag-tartalom is lehet a különbség).

A növényzetfelmérés eredményeképpen az egyes növényfajok arányainak változásaiból láthatjuk, hogy mely növényfajok mennyi ideig nyújthattak táplálékot és búvóhelyet a vad számára. Az egyes vadfajok számára, a táplálék- és búvóhelyigény változásának figyelembe vételével, meghatározható az optimális faj és fajtaösszetétel a vadföldre szánt vetőmagkeverékekben.

## Irodalom

- Barnes, T. G.–Varner, L. W.–Blankenship, L. H.–Fillinger, T. J.–Heineman, S. C.*: 1990. Macro and trace mineral content of selected south Texas deer forages. *Journal of Range Management*. 43. 3: 220–223.
- Csajbók J.–Kutasy E.–Borbélyné Hunyadi É.–Lesznyák M.-né*: 2009. Vetőmagkeverékek tesztelésének eredményei. V. Növénytermesztési Tudományos Nap. Keszthely. 61–64.
- Everitt, J. H.–Gonzalez, C. L.*: 1981. Seasonal Nutrient Content in Food Plants of White-tailed Deer on the South Texas Plains. *Journal of Range Management*. 34. 6: 506–510.
- Feather, C. L.–Fulbright, T. E.*: 1995. Nutritional quality and palatability to white-tailed deer of four warm-season forages. *Wildlife Society Bulletin*. 23. 1: 238–244.
- Freshley, P.*: 2006. Understanding Soils and Soil Fertility. [In: Kammermeyer et al. (eds.) Quality food plots. Your guide to better deer and better deer hunting.] Quality Deer Management Association. Bogart. 46–75.
- Harper, C. A.*: 2006. Planting methods. [In: Kammermeyer et al. (eds.) Quality food plots. Your guide to better deer and better deer hunting.] Quality Deer Management Association. Bogart. 96–109.
- Harper, C. A.*: 2008. Annuals vs. perennials. Which is the best for your deer nutrition program? *Quality Whitetails*. 15. 2: 20–29.
- Kammermeyer, K.*: 2006. Selecting the Right Mixture. [In: Kammermeyer et al. (eds.) Quality food plots. Your guide to better deer and better deer hunting.] Quality Deer Management Association. Bogart. 122–135.
- Kammermeyer, K.–Miller, K. V.*: 2006. Selecting Appropriate Forages. [In: Kammermeyer et al. (eds.) Quality food plots. Your guide to better deer and better deer hunting.] Quality Deer Management Association. Bogart. 110–121.
- Kis G.*: 2009. Csak az idénynek van vége. *Magyar Vadászvilág*. 1. 2: 18–23.
- Költös G.*: 1983. Vadállományunk élőhelyeinek kialakítása és fenntartása, megfelelő vadföldművelés és takarmányozás mellett. *A Keszthelyi Mezőgazdaságtudományi Kar Közleményei*. 25. 2: 1–35.
- McPeake, R.–Roberg, R.–Self, C.–Long, D.*: 2010. Establishing Wildlife Food Plots. Agriculture and Natural Resources. University of Arkansas, US Department of Agriculture and County Governments Cooperating. FSA9092.
- Nagy J.*: 2006. A vadaskerti vadföldgazdálkodás ökonómiai kérdései. *Gyepgazdálkodási Közlemények*. 4: 47–50.
- Sonkoly K.–Lehoczki R.–Csányi S.*: 2006. A vadföld- és legelőgazdálkodás országos elemzése az Országos Vadgazdálkodási Adattár adatai alapján. *Gyepgazdálkodási Közlemények*. 4: 51–61.
- Stefanovits P.*: 1964. Talajpusztulás Magyarországon (Magyarázatok Magyarország eróziós térképéhez). OMMI. Budapest.

- Stewart, D.*: 2000. Planting Warm-Season Forages for White-Tailed Deer. Mississippi State University Extension Service.
- Sváb J.*: 1981. Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Szuda Z.*: 2006. A mezei nyúl-gazdálkodás élőhely-fejlesztési lehetőségei. A vadgazdálkodás időszzerű kérdései 5. – Mezei nyúl. Dénes Natur Műhely. 51–61.
- Szuda Z.*: 2007. Vadföldről másként. [In: Pechtol J. (szerk.) Országos Magyar Vadászkamara Vadászévkönyv 2007.] Dénes Natur Műhely Kiadó. 89–101.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Antal Borbála  
NAIK Erdészeti Tudományos Intézet  
Püspökladányi Kísérleti Állomás és Arborétum  
Püspökladány  
Farkassziget 3.  
H-4150  
antalb@erti.hu

Dr. Csajbók József  
Debreceni Egyetem MÉK  
Növénytudományi Intézet  
Debrecen  
Böszörményi út 138.  
H-4032  
csj@agr.unideb.hu



**A talaj N-, P- és K-ellátottságának hatása a lóbab (*Vicia faba* L.)  
termésére csernozjom réti talajon I.  
Terméshozam, fehérjetartalom és fehérjetermés**

IZSÁKI ZOLTÁN

Szent István Egyetem Gazdasági, Agrár- és Egészségtudományi Kar,  
Agrártudományi és Vidékfejlesztési Intézet, Szarvas

**Összefoglalás**

A lóbab trágyázási szaktanácsadásának fejlesztéséhez kísérleti munkánk célja az volt, hogy jól elkülönülő talaj tápelem-ellátottsági szinteken, műtrágyázási tartamkísérletben vizsgáljuk a N-, P- és K-ellátottság hatását a lóbab terméshozamára, fehérjetartalmára és fehérjetermésére, és határozzunk meg N-, P-, és K-ellátottsági határértékeket csernozjom réti talajra. A műtrágyázási tartamkísérletet 1989-ben állítottuk be mélyben karbonátos csernozjom réti talajon, 4–4 N-, P- és K-ellátottsági szinten, teljes kezelés-kombinációban, 64 kezeléssel. Jelen dolgozatban az 1998–2002 között végzett kísérletek eredményei szerepelnek, melyek alapján az alábbi főbb megállapítások tehetők:

1. A 2,8–3,2% humusztartalmú, jó N-szolgáltató képességű csernozjom réti talajon a tenyésztő vízellátottságától függően a lóbab magtermése 1,72–3,01 t/ha közé esett N-trágyázás nélkül. A magtermés minden kísérleti évben 0,23–0,45 t/ha-ral szignifikánsan növekedett a talaj 0–60 cm-es rétege vetés előtti 76–85 kg/ha  $\text{NO}_3\text{-N}$ -tartalmáig, amit az évek többségében a 80 kg/ha N-trágyázás eredményezett. Magasabb N-ellátottsági szinten további megbízható terméshozam gyarapodást nem tapasztaltunk.
2. A lóbab magtermése a kísérleti évek alatt a talaj 195 mg/kg  $\text{AL-P}_2\text{O}_5$  ellátottságáig növekedett. A talaj 229–490 mg/kg  $\text{AL-K}_2\text{O}$  ellátottsági tartományában a lóbab terméshozama egyik évben sem mutatott szignifikáns változást.

3. Tápelem-kölcsönhatást a N- és a P-ellátottság között tapasztaltunk, amikor a túlzott N-ellátottság magasabb P-ellátottsági szinten termésnövekedést váltott ki, vagy a P-trágyázás termésnövelő hatása nem érvényesült.
4. Az évjárat, a klimatikus hatások nagyobb mértékben befolyásolták a lóbab magtermésének fehérjetartalmát és fehérjetermését, mint a tápanyag-ellátottság. A kísérleti évek többségében a 80 kg/ha-os N-trágyázás hatására, amikor a talaj 0–60 cm-es rétege vetés előtti NO<sub>3</sub>-N-tartalma 48–79 kg/ha szinten volt, a lóbab nyersfehérje-tartalma közel 1%-kal növekedett. A nyersfehérje-termés minden évben megbízhatóan gyarapodott a talaj 0–60 cm-es rétege vetés előtti 76–85 kg/ha NO<sub>3</sub>-N szintjéig, amit az évek többségében a 80 kg/ha N-trágyázás eredményezett. Ennél magasabb N-ellátottsági szint már további statisztikailag igazolható nyersfehérje-tartalom és nyersfehérje-termés növekedést nem eredményezett.
5. A négy kísérleti évből csak két évben befolyásolta szignifikánsan a P-ellátottság a lóbab nyersfehérje-tartalmát. E hatások ellentétes tendenciát mutattak az évjáratától függően.

**Kulcsszavak:** N-, P- és K-ellátottság, lóbab, termés hozam, fehérjetartalom, tartamkísérlet

## **The impact of the N, P and K supply of the soil on the yield of broad bean (*Vicia faba* L.) on chernozem meadow soil I. Yield, protein content and protein yield**

Z. IZSÁKI

Szent István University, Faculty of Economics, Agricultural and Medical Sciences,  
Institute of Agricultural Sciences and Rural Development, Szarvas

### **Summary**

The purpose of the experimental development of broad bean fertilisation consultancy was to examine the impact of N, P and K supply on broad bean yield, protein content and protein yield, as well as to determine the N, P and K supply limit values on chernozem

meadow soil on various 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 a whole treatment combination with 64 treatments. This paper presents the results of experiments performed between 1998–2002. The following consequences can be drawn:

1. Depending on the water supply level of the growing season, the yield of broad bean was between 1.72–3.01 t ha<sup>-1</sup> without N fertilisation on chernozem meadow soil with humus content between 2.8–3.2% and satisfactory N supply properties. Yield significantly increased by 0.23–0.45 t ha<sup>-1</sup> in each experimental yield until reaching 76–85 kg ha<sup>-1</sup> NO<sub>3</sub>-N in the 0–60 cm layer of the soil resulted from 80 kg ha<sup>-1</sup> N fertilisation in the majority of years. No further significant yield increase was experienced on higher N supply levels.
2. During the experiment years, the yield of broad bean increased until 195 mg kg<sup>-1</sup> AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> supply level in the soil. Broad bean yield did not show any significant change in the soil's AL-K<sub>2</sub>O supply level range between 229–490 mg kg<sup>-1</sup> in either year.
3. Nutrient interaction was observed between N and P supply levels when the excess N supply and higher P supply resulted in yield decrease or the yield increase effect of P fertilisation was not elicited.
4. Crop year and climatic impacts affect the protein content and protein yield to a larger extent than nutrient supply. In the majority of the experimental years the raw protein content of broad bean increased by nearly 1% as a result of 80 kg ha<sup>-1</sup> N fertilisation, when the NO<sub>3</sub>-N content of the 0–60 cm layer of the soil was between 48–79 kg ha<sup>-1</sup>. Protein yield significantly increased each year until the 76–85 kg ha<sup>-1</sup> NO<sub>3</sub>-N of the 0–60 cm layer of the soil before sowing, which resulted from 80 kg ha<sup>-1</sup> N fertilisation in the majority of years. N supply levels above this value did not result in any significant raw protein content and raw protein yield increase.
5. P supply significantly influences the raw protein content of broad bean in only two out of the four experimental years. These impacts showed an inverse tendency, depending on the given crop year.

**Key words:** N, P and K supply, yield, protein content, long-term experiment

## Влияние обеспеченности почвы N, P и K-ем на урожай конских бобов (*Vicia faba* L.) на чернозёмной луговой почве I. Урожайность, содержание белка и урожай белка

З. ИЖАКИ

Университет им. Св. Иштвана, Факультет Экономики, Сельского Хозяйства и Санитарии, г. Сарваш (Szarvas)

### Резюме

Для развития профессионального консультирования удобрения конских бобов, целью нашей опытной работы было исследовать влияние обеспеченности почвы N, P и K-ем на урожайность, содержание белка и урожай белка конских бобов, и определить предельные значения обеспеченности N, P и K для чернозёмной луговой почвы на хорошо различимых уровнях обеспеченности почвы питательными элементами в продолжительном опыте искусственных удобрений. Продолжительный опыт искусственных удобрений заложили в 1989-ом году на чернозёмной, в глубине карбонатной, луговой почве, на 4–4 уровнях обеспеченности N, P и K-ем, в полной комбинации обработок, с 64 обработками (дозами). В этой работе показаны результаты опытов, проведённых в 1998–2002 годы, на основании которых можно сделать следующие главные выводы:

1. На чернозёмной луговой почве с содержанием перегноя 2,8–3,2%, с хорошей способностью обслуживать N-ом в зависимости от обеспеченности водой в вегетационный период урожай зерна конских бобов уменьшился на 1,72–3,01 t/ha без удобрения N. Урожай семян в каждом году опыта значительно увеличился на 0,23–0,45 t/ha до содержания 76–85 kg/ha NO<sub>3</sub>-N в слое почвы 0–60 см до посева, что в большинстве лет стало результатом внесения удобрения дозой 80 kg/ha N. На более высоком уровне обеспеченности N дальнейшего доказуемого увеличения урожайности не установили.
2. За годы опытов по урожаю зерна конских бобов обеспеченность почвы AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> увеличилась до 195 mg/kg. В рамках обеспеченности почвы AL-K<sub>2</sub>O в рамках 229–490 mg/kg урожайность конских бобов ни в одном году не показал значительное разницу.
3. Обнаружили взаимное влияние питательных элементов между обеспеченностью N и P, когда излишняя обеспеченность N-ом на более высоком уровне обеспечен-

ности P-ом вызвало снижение урожая, или не проявилось увеличивающее значение удобрения P-ом.

4. Год выращивания, климатические влияния в большей мере влияли на содержание белка и урожай белка зёрен конских бобов, чем обеспеченность питательными веществами. В большинстве лет опыта под влиянием дозы 80 kg/ha удобрения N, когда предпосевное содержание слоя почвы глубиной 0–60 см  $\text{NO}_3\text{-N}$  было на уровне 48–79 kg/ha, тогда содержание сырого белка конских бобов примерно на 1% увеличилось. Каждый год подтверждаемо увеличилось содержание сырого белка в слое почве 0–60 см до предпосевного уровня 76–85 kg/ha  $\text{NO}_3\text{-N}$ , что в большинстве годов было результатом внесения дозы 80 kg/ha удобрения N. Более высокий уровень обеспеченности N-ом уже не привел к статистически подтверждаемому росту содержания сырого белка и урожая сырого белка.
5. Из четырёх лет опыта только в двух годах значительно повлияла обеспеченность P-ом на содержание сырого белка конских бобов. Эти влияния показали противоречивые тенденции в зависимости от года выращивания.

**Ключевые слова:** обеспеченность N-ом, P-ом и K-ем, конские бобы, урожайность, содержание белка, продолжительный опыт

## Bevezetés

Az Egyesült Nemzetek Szervezete (ENSZ) 68. Közgyűlése a FAO előterjesztésére a 2016-os évet a Hüvelyesek Nemzetközi Évének nyilvánította. Az előterjesztés hangsúlyozza, hogy a hüvelyes növények jelentős mértékben hozzájárulnak a fenntartható élelmiszertermeléshez, az éhezés és alultápláltság csökkentéséhez, növelik az élelmiszerbiztonságot, magas táplálkozás-biológiai értékükkel javítják az egészséges táplálkozást, vetésforgóban betöltött szerepükkel növelik a talaj termékenységét.

Az elmúlt három évtizedben a szántóföldi hüvelyes növények vetésterülete jelentősen növekedett a világban. A száraz hüvelyesek vetésterülete 1981 és 1990 között kerekén 59 millió hektárt foglalt el, ami 2013-ra mintegy 73 millió hektárra futott fel. A száraz hüvelyesek közül a borsó és a lóbab termőterülete csökkent, míg a bab, lencse, csicseriborsó, homoki bab és a kajánbab területe gyarapodott. A nem száraz hüvelyesek csoportjába sorolt szója vetésterülete az elmúlt három évtizedben megduplázódott és a mintegy 110 millió

hektáros területével a szántóföldi növények rangsorában ma már a 4. helyet foglalja el. Ugyanezen időszakban a földi mogyoró termőfelülete 30%-kal növekedett. A szántóföldi hüvelyesek vetésterületének növekedési trendje kedvező képet mutat, mert 1981 és 1990 között a világ szántóterületének 9,3%-át foglalták el, míg az utóbbi években ez az arány 14,5%-ot ért el (*FAOSTAT, KSH, 1. táblázat*).

A hüvelyes növények magyarországi vetésterületének adatait vizsgálva eléggé lehangoló tendenciát tapasztalhatunk. Az utóbbi három évtizedből 1981 és 1990 között volt a legnagyobb a száraz hüvelyesek (szójával együtt) vetésterülete, kerekén 145 ezer hektár, ami a szántóterület 3,1%-át tette ki. Ezt követően a hüvelyesek vetésterülete csökkent és az elmúlt évek átlagában a szántóterület 1,3%-át fedték le, a maguk 62 ezer hektáros területével. Mai mezőgazdaságunkban csak két növény a borsó és a szója említhető meg, melyeknek még érdemes vetésterülete van. A hüvelyes növények jelentőségüket és értéküket tekintve méltánytalanul kis szerepet töltenek be a hazai szántóföldi növénytermesztésben (*1. táblázat*). Különösen vonatkozik ez a lóbabra is, melynek vetésterülete az 1980-as években egy-egy évben elérte a 18-22 ezer hektárt, míg napjainkban csak néhány száz hektáron termesztik (*KSH*).

A lóbab évezredek óta értékes kultúrája az emberiségnek, felhasználható állati takarmányozásra, száraz vagy zöld formában emberi táplálékként, továbbá egyre szélesebb körben, az élelmiszeriparban. Előnye a szójával és a csillagfürttel szemben, hogy antinutritív anyagokat jelentéktelen mennyiségben tartalmaz. Vetésterülete a világon 2,3–2,6 millió ha, termésátlaga 2,8–3,3 t/ha. Európában a jelentősebb termelők az utóbbi években Franciaország (68 ezer ha), Egyesült Királyság (50 ezer ha), Olaszország (38 ezer ha), Spanyolország (18 ezer ha) és Németország (16 ezer ha). Termésátlaga a hűvösebb, csapadékosabb klímájú országokban 4 t/ha körüli. Magyarországon biztonságosan termesztani a mérsékelt meleg, csapadékosabb térségekben lehet, ahol a lóbab 120–140 napos tenyészideje alatt a 300 mm csapadék lehull. A lóbab termőképességben és területegységre eső fehérjehozamban megelőzi a borsót és a szóját. Hektáronkénti terméshozama termőhelytől és évszaktól függően 2,0–4,5 t/ha. A lóbab termékenyülését, magkötődését és magtermését a klimatikus viszonyok jelentősebben befolyásolják, mint a trágyázás (*Kurnik 1970, Bódis 1983, Pocsai 2005, FAOSTAT*).

1. táblázat. A világ és Magyarország jelentősebb hüvelyes növényeinek vetésterülete (1981–2013)

Hüvelyes növények (1)	1981– 1990	1991– 2000	2001– 2010	2011– 2013
Világ (millió ha) (2)				
Bab ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) (3)	26,22	25,23	27,38	29,66
Borsó ( <i>Pisum sativum</i> L.) (4)	8,84	6,86	6,31	6,44
Lóbab ( <i>Vicia faba</i> L.) (5)	3,20	2,31	2,57	2,34
Lencse ( <i>Lens culinaris</i> Medic.) (6)	2,88	3,46	3,79	4,29
Csicseri borsó ( <i>Cicer arietinum</i> L.) (7)	9,86	10,82	10,66	13,05
Homoki bab ( <i>Vigna sinensis</i> L.) ( <i>Vigna anguiculata</i> L.) (8)	4,32	8,33	10,58	11,06
Kajánbab, galambborsó ( <i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.) (9)	3,61	4,22	4,72	5,92
- Száraz hüvelyesek összesen (10)	58,93	61,23	66,01	72,76
Szója ( <i>Glycine max</i> (L.) Merill.) (11)	53,30	64,10	90,26	106,66
Földi mogyoró ( <i>Arachis hypogaea</i> L.) (12)	19,14	22,03	23,47	24,92
- Hüvelyesek összesen (13)	130,37	147,36	179,74	204,34
Magyarország (ezer ha) (14)				
Bab ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) (3)	10,27	4,62	1,35	0,47
Borsó ( <i>Pisum sativum</i> L.) (4)	85,17	65,88	19,32	19,55
Lóbab ( <i>Vicia faba</i> L.) (5)	12,70	+	+	+
Lencse ( <i>Lens culinaris</i> Medic.) (6)	2,95	1,31	0,38	0,02
- Száraz hüvelyesek összesen (10)	111,09	71,81	21,05	20,04
Szója ( <i>Glycine max</i> (L.) Merill.) (11)	35,40	19,26	17,99	41,71
- Hüvelyesek összesen (13)	146,49	91,07	39,04	61,75

Megjegyzés: + - néhány száz hektárra becsült. Forrás: FAOSTAT és KSH (STADAT)

Table 1. Sowing area of the main leguminous crops in the World and Hungary (1981–2013). (1) Leguminous crops, (2) World (million ha), (3) Bean, (4) Pea, (5) Broad bean, (6) Lentil, (7) Chickpea, (8) Cowpea, (9) Pigeon pea, (10) Total dry legumes, (11) Soybean, (12) Groundnut, (13) Total legumes, (14) Hungary (thousand ha), Note: + - estimated to be a few hundred hectares. Source: FAOSTAT and HCSO (STADAT)

Az agrotechnikai tényezők között a tápanyagellátás az egyik legmeghatározóbb faktor a lóbab terméshozamának és minőségének alakulásában. A lóbab fajlagos tápanyagfelvétele 1 tonna magterméshez a hozzátartozó mellékterméssel együtt 52–65 kg N, 14–23 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és 30–46 kg K<sub>2</sub>O (Kurnik 1970,

MÉM NAK 1979, Bódis 1983). Átlagos fajlagos tápanyagfelvétellel számolva a 3–4 t/ha-os magtermés tápanyagigénye 175–235 kg N, 55–75 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és 115–150 kg K<sub>2</sub>O. A lóbab N-trágyázásával foglalkozó közlemények számos esetben ellentmondásosak a N adagját, a kijuttatás időpontját és módját illetően. Figyelembe véve a lóbab szimbiotikus N-gyűjtését és a talaj N-ellátottságát a hazai forrásmunkák a vetés előtti 20–60 kg N/ha adagú N-trágyázást javasolják (Somorjai 1966, Kurnik 1970, Bódis 1983, Pocsai 1986, 2005). Fan et al. (1997) csak igen gyenge N-ellátottságú talajon tartják indokoltnak a starter N-trágyázást (39, 54 kg/ha), mert a többlet N-ellátás a termést nem növeli, de csökkenti a N-gyűjtő baktériumok által megkötött N mennyiségét. Day et al. (1979) a vetés után hat héttel és a hüvelyesedés kezdetén végzett N-leveltrágyázást kedvezőbbnek tartják, mint a vetés előtti N-trágyázást, melynek még 200 kg/ha-os adagjánál sem tapasztaltak pozitív hatást. Richards és Soper (1982) sem tudták kimutatni a N-trágyázás termésmenvelő hatását még 300 kg/ha N-trágyázási szinten sem. A N-trágyázás csak a nyersfehérje mennyiségét növelte. Abau-Amer et al. (2014) 1,57% szervesanyag-tartalmú homokos vályog talajon az osztott N-trágyázás optimális adagját, vetés után 20, 40 és 60 nappal, 144 kg-ban határozták meg hektáronként. Ihsanullah et al. (2008) vizsgálatai szerint a lóbab N-trágya reakcióját a genotípus is befolyásolja. A 2,86% szervesanyag-tartalmú agyagos vályog talajon a lóbab fajták magtermése jelentősebben 100–150 kg/ha N-adagig növekedett. A lóbab nyersfehérje-tartalmát nem csak a N-trágyázás, de az időjárás, a termőhely és az agrotechnika is jelentősen befolyásolja (Kurnik 1970).

A lóbab P- és K-trágyázásának zöld- és magtermésére gyakorolt kedvező hatásáról a tapasztalatok és kutatási eredmények lényegesen közelebb állók, mint a N-trágyázás vonatkozásában. Pocsai (1986, 2005) vizsgálatai szerint a közepes vagy annál jobb tápanyag-ellátottságú talajokon a 80 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és a 120 kg/ha K<sub>2</sub>O feletti trágyaadagok termésmenvelő hatása nem bizonyítható. Üzemi kísérleti eredményei azonban a K-trágyázás pozitív hatását még a talaj 300–425 mg/kg AL-K<sub>2</sub>O ellátottságánál is igazolták (Pocsai 1987). Abau-Amer et al. (2014) 1,57% szervesanyag-tartalmú homokos vályog talajon a lóbab optimális P- és K-ellátását 143 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha és 190 kg K<sub>2</sub>O/ha adagban állapították meg. El Habbasha et al. (2007) közleménye szerint a megfelelő P-trágyázás (107 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) nem csak a magtermést növeli, hanem kedvezőbb minőséget is eredményez. Barlóg et al. (2014) homokos vályog talajon végzett kísérletekben, ahol a talaj AL-K<sub>2</sub>O-tartalma 82–162 mg/kg között változott, kimutat-



ták, hogy a jobb K-ellátottság növelte a lóbab magtermését, a terméskomponensek közül a növényenkénti hüvelyszámot, az ezermagtömeget, de nem befolyásolta a mag fehérjetartalmát. *Fan et al.* (1997) szerint a megfelelő P- és K-trágyázás nemcsak nagyobb magterméssel jár együtt, hanem gyarapítja a N-gyűjtő gümők számát és növeli a fixált N mennyiségét is.

A lóbab tápanyagellátására irányuló kísérletek hazánkban már közel két évtizede megszűntek a lóbab vetésterületének jelentős csökkenése miatt. Bízva azonban ezen értékes hüvelyes növényünk perspektivikusabb jövőjében, trágyázási kísérleti eredményeink hasznos támpontul fognak majd szolgálni a lóbab trágyázási szaktanácsadásának fejlesztéséhez.

### Anyag és módszer

A műtrágyázási tartamkísérletet a Kar Növénytermesztéstan Tanszék Kísérleti Telepén, Szarvason állítottuk be 1989-ben. A kísérleti terület talaja mélyben karbonátos csernozjom réti talaj, a humuszos réteg vastagsága 85–100 cm, a művelt réteg  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ -ja 5,0–5,2, humusztartalma 2,8–3,2%,  $\text{CaCO}_3$ -ot nem tartalmaz, kötöttsége ( $\text{K}_A$ ) 50, agyagtartalma 32%.

A kísérlet beállítása előtt 1989 őszén az AL- $\text{P}_2\text{O}_5$  156 mg/kg, az AL- $\text{K}_2\text{O}$  322 mg/kg, AL-Na 212 mg/kg, a KCl-Mg 765 mg/kg, az EDTA-Mn 386 mg/kg, az EDTA-Cu 5,4 mg/kg és az EDTA-Zn 3,0 mg/kg volt a kísérleti terület átlagában. A *MÉM NAK* (1979) által elfogadott módszerek és határértékek alapján a talaj ellátottsága P-ből, K-ből és Cu-ből jó, Mg-ből és Mn-ből magas, még Zn-ből kielégítő volt. A talajvíz átlagos mélysége 300–350 cm.

A műtrágyázási tartamkísérletet három tényezővel (N-, P- és K-trágyázás), tényezőnként négy-négy N-, P- és K-szinten alakítottuk ki, 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 kezelésekkal:

$\text{K}_0$  = K-trágyázás nélkül,

$\text{K}_1$  = 300 kg/ha/év  $\text{K}_2\text{O}$  1989–1992 között, 100 kg/ha/év 1993-tól,

$\text{K}_2$  = 600 kg/ha  $\text{K}_2\text{O}$  1989-ben, 1000 kg/ha 1993-ban és 600 kg/ha 2001-ben,

$\text{K}_3$  = 1200 kg/ha  $\text{K}_2\text{O}$  1989-ben, 1500 kg/ha 1993-ban és 1200 kg/ha 2001-ben;

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

$P_0$  = P-trágyázás nélkül,

$P_1$  = 100 kg/ha/év  $P_2O_5$ ,

$P_2$  = 500 kg/ha  $P_2O_5$  1989-ben, 1993-ban és 2001-ben,

$P_3$  = 1000 kg/ha  $P_2O_5$  1989-ben, 1993-ban és 2001-ben;

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

$N_0$  = 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 határértékek megállapítására. A nitrogént ammóniumnitrát (34%), a foszfort szuperfoszfát (18%) és a káliumot kálisó (40 vagy 60%) formájában ősszel juttattuk ki. Kivételt képezett 1999 ősze, amikor a csapadékos időjárás miatt a talajfelszínen kialakuló vízállások az őszi műtrágyázást nem tették lehetővé és azt tavasszal végeztük el. A kísérletben évente 4 növény szerepelt kiterített vetésforgóban,  $4 \times 192$  db parcellán, ahol a főparcellák területe  $320 \text{ m}^2$ , az elsőrendű alparcellák területe  $80 \text{ m}^2$  és a másodrendű alparcellák mérete  $4 \times 5 = 20 \text{ m}^2$  volt.

A lóbab előveteménye 1998-ban csupaszab (*Avena nuda* L.), 1999-ben tavaszi búza (*Triticum aestivum* L.), 2001-ben és 2002-ben kukorica (*Zea mays* L.) volt. A kísérlet minden évben szántásos alpművelésben részesült. A vetést 1998-ban és 1999-ben április 4-én, 2001-ben április 13-án és 2002-ben március 19-én végeztük, 36 cm-es sortávolságra, 450 ezer csíra/ha vetőmag-normával, Minor lóbab fajtával. A betakarítást parcella kombájnnal végeztük, 1998-ban, 1999-ben és 2001-ben augusztus 6-7-én, míg 2002-ben július 11-én, a mag 13-15% nedvességtartalmánál. A tenyészidő 1998-ban és 1999-ben 124 nap, míg 2001-ben és 2002-ben 115 nap volt.

A kísérleti évek tenyészidőszakának időjárása a kísérlet helyén mért adatok alapján a következőkkel jellemezhető (2. táblázat).

Az 1998-as kísérleti év tenyészideje az átlagosnál csapadékosabb volt, de ekkor hullott a legkevesebb csapadék (86 mm) a lóbab virágzása és hüvelykötődése (május, június) időszakában. A tenyészidő átlaghőmérséklete a törzs-

értéknek megfelelően alakult. A legkedvezőbb vízellátottságú kísérleti időszak 1999 volt, amikor a tenyészidőben 392 mm csapadék hullott. Azonban a virágzás és hüvelykötődés időszakának átlaghőmérséklete 3 °C-kal haladta meg a sokévi átlagot. A 2001-es kísérleti év tenyészideje az átlagosnál csapadékosabb volt és kedvezően alakult a csapadék eloszlása és a tenyészidő átlaghőmérséklete is. A tenyészidőszak 2002-ben az átlagosnál csapadékszegényebb volt, de a korai vetés miatt kedvezőbb volt a virágzás és a hüvelykötődés vízellátottsága és hőmérséklete. A 2000-ben végzett lóbab kísérletek sajnos nem voltak értékelhetőek a vetést megelőző belvizes időszak miatti megkésett vetés és az azt követő rendkívüli száraz időjárás következtében.

2. táblázat. A kísérleti hely időjárásának adatai a vizsgálati időszak alatt (Szarvas, 1997–2002)

Év (1)	Téli félév (X–III.) (2)	Tenyészidő (115–124 nap) (3)	Évi összeg, illetve átlag (4)
Csapadék (mm) (5)			
Átlag 1901–1975 (6)	225	222	538
1997	143	272	460
1998	185	317	615
1999	230	392	847
2000	291	130	339
2001	190	283	612
2002	118	193	489
Átlag hőmérséklet (°C) (7)			
Átlag 1901–1975 (6)	3,4	17,3	10,6
1997	3,6	16,1	10,2
1998	4,5	17,6	10,6
1999	3,1	20,9	12,2
2000	3,6	18,8	12,1
2001	6,2	17,4	11,8
2002	3,9	18,8	11,4

Table 2. Weather data of the experimental location during the period of examination (Szarvas, 1997–2002). (1) Year, (2) Winter period (months X–III.), (3) Growing season (115–124 days), (4) Yearly total and average, (5) Precipitation (mm), (6) Average 1901–1975, (7) Temperature (°C)

A talaj N-ellátottságának jellemzésére vizsgáltuk a lóbab vetése előtt a 0–60 cm-es talajréteg ásványi nitrogéntartalmát. Az ásványi nitrogént ( $\text{NO}_3 - \text{NO}_2 - \text{NH}_4 - \text{N}$ )  $1 \text{ mol/dm}^3$  KCl-os kivonatból fotometriás módszerrel határoztuk meg, melynek  $\text{NO}_3\text{-N}$  értékeit a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat. A talaj tápanyag-ellátottsága trágyázási kezelésként  
(Szarvas, 1998–2002)

Kezelés jele (1)	Kísérleti évek (2)			
	1998	1999	2001	2002
$\text{NO}_3\text{-N}$ (kg/ha a 0–60 cm-es talajrétegben) (3)				
N <sub>0</sub>	42	38	40	62
N <sub>1</sub>	79	48	76	85
N <sub>2</sub>	108	85	127	178
N <sub>3</sub>	142	98	142	203
AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg a művelt rétegben) (4)				
P <sub>0</sub>	149	158	120	120
P <sub>1</sub>	186	175	183	176
P <sub>2</sub>	203	217	156	195
P <sub>3</sub>	257	267	204	339
AL-K <sub>2</sub> O (mg/kg a művelt rétegben) (5)				
K <sub>0</sub>	260	290	232	229
K <sub>1</sub>	373	401	354	334
K <sub>2</sub>	403	445	352	394
K <sub>3</sub>	433	490	373	465

Table 3. Nutrient supply level of the soil in each fertilisation treatment (Szarvas, 1998–2002). (1) Treatment code, (2) Experimental years, (3)  $\text{NO}_3\text{-N}$  in the 0–60 cm soil layer before sowing ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), (4) AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in the cultivated layer ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), (5) AL-K<sub>2</sub>O in the cultivated layer ( $\text{mg kg}^{-1}$ )

A talaj tápelem-vizsgálatokat évente, ősszel az elővetemény betakarítása után a 0–60 cm-es talajrétegből vett mintákból végeztük el. A talaj P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- és K<sub>2</sub>O-tartalmát AL-módszerrel (MSZ 20135:1999) határoztuk meg, és az eredmények értékelésekor a talaj P- és K-ellátottságának megítélésére a szántott (30 cm-es) réteg értékeit használjuk. Az egyes kísérleti évek P- és K-ellátottságát az előző év ősze vizsgálati eredményével jellemezzük (3. táblázat). A lóbab nyersfehérje-tartalmának (%) számításához ( $\text{N}\% \times 6,25$ ) az összes N-t Makro-Kjeldahl módszerrel (MSZ 6830-4:1981) határoztuk meg.

A kísérletek matematika-statisztikai értékelését háromtényezős varianciaanalízissel végeztük *Sváb* (1981) módszere szerint. A kísérleti eredmények értékelésekor a N-, P- és K-főhatásokat, valamint kölcsönhatásokat mutatjuk be. A főhatások elemzésénél használjuk a relatív termés fogalmát, ami azt fejezi ki, hogy trágyázás nélkül a termésmaximum hány százalékát lehetett elérni.

### Következtetés

#### *N-ellátottság főhatás*

A N-ellátottság hatását a lóbab terméshozamára a P- és K-kezelések átlagában a 4. táblázat adatai alapján értékelhetjük.

4. táblázat. A N-ellátottság hatása a lóbab magtermésére (t/ha)  
(Szarvas, 1998–2002)

Évek (1)	Magtermés (t/ha)				SzD <sub>5%</sub> (3)	Átlag (4)	Relatív termés (%) (5)
	(2)						
	N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>			
1998	1,72	1,99	2,00	1,85	0,09	1,89	86
1999	2,44	2,77	2,95	2,84	0,13	2,75	83
2001	3,01	3,29	3,26	3,18	0,14	3,18	91
2002	2,69	2,92	2,90	2,88	0,06	2,84	92
Átlag (5)	2,46	2,74	2,77	2,68	-	-	88

Table 4. The impact of N supply level on the grain yield of broad bean (t ha<sup>-1</sup>) (Szarvas, 1998–2002). (1) Years, (2) Grain yield (t ha<sup>-1</sup>), (3) LSD<sub>5%</sub>, (4) Average, (5) Relative yield (%)

A vizsgált négy évben a tartamkísérlet 9–13. évei között a talaj 0–60 cm-es rétegének vetés előtti NO<sub>3</sub>-N-tartalma N-trágyázás nélkül 38–62 kg/ha intervallumban változott. Ezen 2,8–3,2 % humusztartalmú, jó N-szolgáltató képességű talajon, ahol N-forgalmi vizsgálataink szerint a talaj átlagos N-szolgáltatása 126 kg/ha évente (*Izsáki* 2010), a tenyészedő vízellátottságától függően a lóbab magtermése 1,72–3,01 t/ha közé esett N-trágyázás nélkül. A relatív termés, amely azt fejezi ki, hogy N-trágyázás nélkül a termésmaximum hány százalékát lehetett elérni, a négy vizsgált évben 83–92% között alakult, átlagértéke 88%-ot ért el. A magtermés minden kísérleti évben 0,23–0,45 t/ha-ral szignifikánsan növekedett a talaj 0–60 cm-es rétege vetés előtti 76–85 kg/ha NO<sub>3</sub>-N-tartalmáig, amit az évek többségében a 80 kg/ha N-trágyázás (N<sub>1</sub>) eredményezett.

Magasabb N-ellátottsági szinten, amikor a talaj 0–60 cm-es rétege vetés előtti  $\text{NO}_3\text{-N}$ -tartalma 98 és 203 kg/ha közé esett, további megbízható terméshozam gyarapodást nem tapasztaltunk. A túlzott N-trágyázás ( $\text{N}_3$  – 240 kg N/ha) a termésmaximumhoz képest tendencia jelleggel mérsékelte a magtermés mennyiségét. A lóbab virágzása és hüvelykötődése időszakában kedvezőbb időjárású – csapadékosabb és mérsékeltlen meleg – években a N-trágyázás termésmenvelő hatása kisebb.

#### *P-ellátottság főhatás*

A tartamkísérlet beállításakor (1989) a talaj művelt rétegének AL- $\text{P}_2\text{O}_5$ -tartalma 156 mg/kg volt. A tartamkísérlet 8. évéig a talaj AL-oldható P-tartalma 120 és 156 mg/kg között, még a lóbab kísérletek alatt 120–158 mg/kg AL- $\text{P}_2\text{O}_5$  intervallumban változott, átlagértéke 137 mg/kg volt (3. táblázat). A tartamkísérlet 13 éves periódusa alatt az AL-oldható P-tartalomban egyértelmű változás nem következett be, a terméssel kivont P-mennyisége nem okozott csökkenést a talaj AL-oldható P-tartalmában. A talaj P-tartalmának változása inkább szezondinamikai hatásnak tulajdonítható (Cserni 1983, Izsáki 2015). A P-ellátottság hatásának eredményeit a lóbab magtermésére a N- és K-kezelések átlagában az 5. táblázat tartalmazza.

5. táblázat. A P-ellátottság hatása a lóbab magtermésére (t/ha)  
(Szarvas, 1998–2002)

Évek (1)	Magtermés (t/ha)				SzD <sub>5%</sub> (3)	Átlag (4)	Relatív termés (%) (5)
	(2)						
	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>			
1998	1,86	1,96	1,91	1,85	0,10	1,89	95
1999	2,46	2,94	2,80	2,81	0,13	2,75	84
2001	3,21	3,21	3,17	3,09	0,14	3,17	100
2002	2,71	2,88	2,95	2,86	0,12	2,85	92
Átlag (5)	2,56	2,74	2,70	2,65	-	-	93

Table 5. The impact of P supply level on the grain yield of broad bean (t ha<sup>-1</sup>) (Szarvas, 1998–2002). (1) Years, (2) Grain yield (t ha<sup>-1</sup>), (3) LSD<sub>5%</sub>, (4) Average, (5) Relative yield (%)

P-trágyázás nélkül a talaj művelt rétegének 120–158 mg/kg AL- $\text{P}_2\text{O}_5$  ellátottsági szintjén a lóbab magtermése a – jelentős évjáráthatások mellett – 1,86–

3,21 t/ha között változott. Az évenkénti 100 kg/ha adagú P-trágyázás, amikor a talaj P-ellátottsága 175–186 mg/kg AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> szinten volt, a négy kísérleti évből háromban tapasztaltunk statisztikailag igazolható termésoöbbltet. A kísérleti évek alatt a termésmaximum 195 mg/kg AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ellátottsáig növekedett. A túlzott P-ellátottság (P<sub>3</sub> – 257–339 mg/kg AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) kismértékben csökkentette a magtermést a termésmaximumhoz képest. Szignifikáns P-hatású években P-trágyázás nélkül a termésmaximum 90%-át lehetett elérni. Ezekben az években a jobb P-ellátottság termésoövelő hatása 0,27 t/ha volt (5. táblázat).

#### *K-ellátottság főhatás*

A tartamkísérlet beállításakor (1989) a talaj művelt rétegének AL-K<sub>2</sub>O-tartalma 322 mg/kg volt, mely K-trágyázás nélkül a kísérleti ciklus alatt fokozatosan csökkent és a tartamkísérlet 8. évére 272 mg/kg esett le (Izsáki 2015). A lóbab kísérletek periódusában, a 9–13. kísérleti évek között K-trágyázás nélkül a talaj K-ellátottsága 229–290 mg/kg AL-K<sub>2</sub>O között változott, és a fokozatos K-kiürítési trend egyértelműen érvényesült (3. táblázat). A négy kísérleti év átlagában K-trágyázás nélkül a magtermés 2,69 t/ha volt és a relatív termés 98%. A kontrollhoz viszonyított magasabb K-ellátottsági (AL-K<sub>2</sub>O 334–490 mg/kg) szinten a lóbab termésoözama egyik évben sem mutatott szignifikáns változást. Az eredmények azt igazolják, hogy a K-trágyázás nélküli parcellák talajának 229–290 mg/kg AL-K<sub>2</sub>O ellátottsága még jó szintnek felel meg (6. táblázat).

6. táblázat. A K-ellátottság hatása a lóbab magtermésére (t/ha)  
(Szarvas, 1998–2002)

Évek (1)	Magtermés (t/ha)				SzD <sub>5%</sub> (3)	Átlag (4)	Relatív termés (%) (5)
	K <sub>0</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>			
1998	1,98	1,86	1,77	1,94	NS	1,89	100
1999	2,65	2,81	2,83	2,69	NS	2,75	94
2001	3,21	3,10	3,15	3,23	NS	3,17	99
2002	2,91	2,82	2,83	2,84	NS	2,85	100
Átlag (5)	2,69	2,65	2,64	2,67	-	-	98

Table 6. The impact of K supply level on the grain yield of broad bean (t ha<sup>-1</sup>) (Szarvas, 1998–2002). (1) Years, (2) Grain yield (t ha<sup>-1</sup>), (3) LSD<sub>5%</sub>, (4) Average, (5) Relative yield (%)

*N×P kölcsönhatás*

A lóbab tápanyag-ellátási kísérleteiben csak a N- és P-ellátottság között tudtunk kimutatni kölcsönhatást 1998-ban és 2002-ben (7. táblázat).

7. táblázat. *N×P kölcsönhatások a lóbab magtermésében (t/ha)*  
(Szarvas, 1998, 2002)

P-ellátottság (1)	N-ellátottság (2)				SzD <sub>5%</sub> (3)	Átlag (4)
	N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>		
1998 (t/ha)						
P <sub>0</sub>	1,68	1,97	1,95	1,86	0,17	1,86
P <sub>1</sub>	1,81	2,04	2,01	1,97		1,96
P <sub>2</sub>	1,67	1,99	2,06	1,92		1,91
P <sub>3</sub>	1,75	1,99	2,01	1,67		1,85
SzD <sub>5%</sub> (3)			0,17			0,10
Átlag (4)	1,72	1,99	2,00	1,85	0,09	-
2002 (t/ha)						
P <sub>0</sub>	2,47	2,76	2,78	2,86	0,16	2,71
P <sub>1</sub>	2,75	2,99	2,92	2,88		2,88
P <sub>2</sub>	2,84	3,04	3,01	2,91		2,95
P <sub>3</sub>	2,70	2,91	2,92	2,90		2,86
SzD <sub>5%</sub> (3)			0,13			0,12
Átlag (4)	2,69	2,92	2,90	2,88	0,06	-

Table 7. *N×P interactions in the grain yield of broad bean (t ha<sup>-1</sup>) (Szarvas, 1998–2002). (1) P supply, (2) N supply, (3) LSD<sub>5%</sub>, (4) Average*

Kedvezőtlen csapadék eloszlású, virágzás-hüvelyképződéskor hiányos vízellátottságú tenyészidőben (1998), amikor a termés hozam a 2 t/ha-t nem haladta meg, a P-trágyázás megbízható termésbefolyásoló hatása sem N-trágyázás nélkül, sem 80, 160 kg/ha adagú N-trágyázásnál nem érvényesült. Ugyanakkor a túlzott N-ellátottsági (240 kg/ha) szinten a talaj 257 mg/kg AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-tartalma (P<sub>3</sub>) jelentős termésnövekedést okozott. A 240 kg/ha-os N-trágyázás a termésmaximumhoz képest csak a 257 mg/kg AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ellátottsági szinten váltott ki szignifikáns termésdepressziót. A 2002-es kísérleti évben a jobb P-ellátottság



(175–195 mg/kg AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) megbízhatóan növelte a lóbab magtermését a kontroll kezelés 120 mg/kg AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> szintjéhez viszonyítva mind N-trágyázás nélkül, mind 80, 160 kg/ha adagú N-trágyázás esetén. Azonban a termésgyarapodás 240 kg/ha-os N-trágyázásnál már nem érvényesült.

### Fehérjetartalom és fehérjetermés

A lóbab nyersfehérje-tartalmának és nyersfehérje-termésének adatait a 8. táblázat tartalmazza.

8. táblázat. A N-ellátottság hatása a lóbab nyersfehérje-tartalmára (%) és nyersfehérje termésére (kg/ha) (Szarvas, 1998–2002)

Évek (1)	Nyersfehérje-tartalom (%)				SzD <sub>5%</sub> (3)	Átlag (4)
	(2)					
	N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>		
1998	25,0	26,6	26,7	26,9	0,99	26,3
1999	28,1	28,5	28,3	27,6	0,68	28,1
2001	27,0	27,5	27,5	28,0	0,71	27,5
2002	33,3	33,1	33,9	34,0	NS	33,5
SzD <sub>5%</sub> (3)						0,90
Átlag (4)	28,3	28,9	29,1	29,1	-	-
Nyersfehérje-termés (kg/ha)						
(5)						
1998	431	530	534	497	32	498
1999	685	789	834	783	48	772
2001	811	904	896	890	31	875
2002	897	972	983	979	58	957
SzD <sub>5%</sub> (3)						76
Átlag (4)	706	798	811	787	-	-

Table 8. Impact of N supply level on the crude protein content (%) and crude protein yield (kg ha<sup>-1</sup>) of broad bean (Szarvas, 1998–2002). (1) Years, (2) Crude protein content (%), (3) LSD<sub>5%</sub>, (4) Average, (5) Crude protein yield (kg ha<sup>-1</sup>)

Bódis (1983) vizsgálatai szerint a lóbab nyersfehérje-tartalmát az évjárat, a tenyészidő alatti klimatikus viszonyok erőteljesebben befolyásolják, mint a ta-

lajtani viszonyok. A hétéves OMFI (Országos Mezőgazdasági Fajtakísérleti Intézet) kisparcellás kísérletekben a lóbab nyersfehérje-tartalma 23,8 és 31,6% között változott. A nyersfehérje-termés vonatkozásában pedig azt tapasztalták, hogy annak mennyisége jobban függ a terméshezamtól, mint a fehérjetartalomtól. Kísérleteinkben a lóbab nyersfehérje-tartalma 26,3–33,5% között ingadozott. Legnagyobb volt a nyersfehérje-tartalom 2002-ben, amikor a vetést a legkorábban (március 19-én) tudtuk elvégezni. *Kurnik* (1970) szerint a késői vetés a fehérjetartalmat csökkenti.

A N-ellátottság hatását vizsgálva megállapítható, hogy a korai vetésű évben (2002), amikor a legmagasabb nyersfehérje-tartalmat mértük, a N-ellátottság a fehérjetartalmat érdemben nem befolyásolta. A megelőző három kísérleti évben N-trágyázás nélkül a nyersfehérje átlaga 26,7% volt, ami 80 kg/ha-os N-trágyázás esetén, a talaj 0–60 cm-es rétege vetés előtti 48–79 kg/ha  $\text{NO}_3\text{-N}$  szintjén 27,5%-ra növekedett. Ennél magasabb N-ellátottsági szinten a magtermés nyersfehérje-tartalma már további megbízható növekedést nem mutatott, hanem 1999-ben a túlzott N-trágyázás (240 kg/ha) még csökkentette is a fehérjetartalmat a maximális értékhez képest. A nyersfehérje-termésben (498–957 t/ha) az évjáráthatás ugyancsak jelentős, mert minden kísérleti év között szignifikáns eltérések vannak. A nyersfehérje-termés minden évben megbízhatóan növekedett a talaj 0–60 cm-es rétege vetés előtti 76–85 kg/ha  $\text{NO}_3\text{-N}$  szintjéig, amit az évek többségében a 80 kg/ha N-trágyázás ( $\text{N}_1$ ) eredményezett. Ennél magasabb N-ellátottsági szint már további statisztikailag igazolható nyersfehérje-termés növekedést nem eredményezett.

A talaj P-ellátottsága négy kísérleti évből csak kettőben befolyásolta jelentősebben a lóbab nyersfehérje-tartalmát. Az 1999-es évben P-trágyázás nélkül a talaj művelt rétegének 158 mg/kg  $\text{AL-P}_2\text{O}_5$ -tartalmánál a mag nyersfehérje-tartalma 27,7% volt, amit a jobb P-ellátottság (217 mg/kg  $\text{AL-P}_2\text{O}_5$ ) megbízhatóan 0,8%-kal növelt. Ellentétes hatást tapasztaltunk 2002-ben, amikor a 195, 339 mg/kg  $\text{AL-P}_2\text{O}_5$  ellátottság a nyersfehérje-tartalmat szignifikánsan csökkentette (9. táblázat).

### Köszönetnyilvánítás

A kísérleti eredmények részben az OTKA (T-034436, T-048816) támogatásával megvalósult kutatási programok keretében születtek.

9. táblázat. A P-ellátottság hatása a lóbab nyersfehérje-tartalmára (%)  
(Szarvas, 1998–2002)

Évek (1)	Nyersfehérje-tartalom (%)				SzD <sub>5%</sub> (3)
	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	
1998	26,5	26,0	26,2	26,5	NS
1999	27,7	28,2	28,5	28,5	0,7
2001	27,4	27,7	27,6	27,3	NS
2002	34,4	33,8	33,1	33,0	0,83
Átlag (4)	29,0	28,9	28,8	28,8	-

Table 9. Impact of P supply level on the crude protein content (%) of broad bean (Szarvas, 1998–2002). (1) Years, (2) Crude protein content (%), (3) LSD<sub>5%</sub>, (4) Average

## Irodalom

- Abau-Amer, A. I.–Hassan, A. F.–Abdel, W.*: 2014. Effect of mineral fertilization and plant density on faba bean (*Vicia faba* L.) production in Siwa Oasis. Alexandria Journal of Agricultural Research. 59. 1: 19–26.
- Barlóg, P.–Niewiadomska, A.–Ambrozy-Deregowska, K.*: 2014. Effect of sulphur fertilisation on seed yield and yield components of broad bean on the background of different levels of potassium content in soil. Fragmenta Agronomica. 31. 2: 7–17.
- Bódis L.*: 1983. Az abrakhüvelyesek termesztése. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Cserni I.*: 1983. A talaj AL-oldható foszfortartalmának alakulása évenkénti és feltöltő műtrágyázás esetén lepelhomoktalajon. Agrokémia és talajtan. 32. 1–2: 97–119.
- Day, J. M.–Rougheey, R. J.–Witty, J. F.*: 1979. The effect of planting density, inorganic fertiliser and supplementary carbon dioxide on yield of *Vicia faba* L. Journal of Agricultural Science. 93. 3: 629–633.
- El Habbasha, S. F.–Hozayn, M.–Khalafallah, M. A.*: 2007. Integration effect between phosphorus levels and biofertilizers on quality and quantity yield of faba bean (*Vicia faba* L.) in newly cultivated sandy soils. Research Journal of Agricultural and Biological Science. 3. 6: 966–971.
- Fan, S.–Lifang, H.–Jin, H.–Li, Z.*: 1997. Improvement of root nodule nitrogen fixation and soil fertility by balanced fertilisation of broad beans. Better Crops International. 11. 2: 22–23.
- FAOSTAT: <http://faostat3.fao.org>

- Ihsanullah, D.–Sepetoglu, H.–Marwat, K. B.–Hassan, G.–Khan, I. A.:* 2008. Effect of different levels of nitrogen on dry matter and grain yield of faba bean (*Vicia faba* L.). *Pakistan Journal of Botany*. 40. 6: 2453–2459.
- Izsáki Z.:* 2010. A N-műtrágyázás hatása a csernozjom réti talaj nitrogénmérlegére a NO<sub>3</sub>-N mélységi eloszlására 1990–2007 között. *Agrokémia és Talajtan*. 59. 2: 233–248.
- Izsáki Z.:* 2015. A szarvasi műtrágyázási tartamkísérletek eredményei I.1990–2010. Kukorica, cukorrépa, zab, olajlen és silócirok tápanyagellátása. Agroiinform Kiadó és Nyomda Kft. Budapest.
- KSH:* <https://www.ksh.hu> (STADAT)
- Kurnik E.:* 1970. Étkezési és abraktakarmány hüvelyesek termesztése. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- MÉM NAK:* 1979. Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer. Budapest.
- MSZ 20135:* 1999. A talaj oldható tápelemtartalmának meghatározása.
- MSZ 6830-4:* 1981. Nyersfehérje, nyersfehérje tartalom (Makro-Kjeldahl módszer) meghatározása.
- Pocsai K.:* 1986. A lóbab műtrágya hasznosítása kisparcellás és tenyészedény kísérletekben. *Növénytermelés*. 35. 4: 333–340.
- Pocsai K.:* 1987. A lóbab trágyareakciójának vizsgálata nagyüzemi műtrágyázási kísérletekben. *Növénytermelés*. 36. 6: 455–461.
- Pocsai K.:* 2005. Lóbab. [In: Antal J. (szerk.) *Növénytermesztés* 2. Gyökér- és gumós növények, hüvelyesek, olaj- és ipari növények, takarmánynövények.] Mezőgazda Kiadó. Budapest. 168–174.
- Richards, J. E.–Soper, R. J.:* 1982. N fertilization of yield – grown faba beans in Manitoba. *Canadian Journal of Soil Science*. 62. 1: 21–30.
- Somorjai F.:* 1966. A lóbab. [In: Láng G. (szerk.) *A növénytermesztés kézikönyve I.*] Mezőgazda Kiadó. Budapest. 410–413.
- Sváb J.:* 1981. Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

A szerző levelezési címe – Address of the author:

Dr. Izsáki Zoltán  
Szent István Egyetem GAEK  
Agrártudományi és Vidékfejlesztési Intézet  
Szarvas  
Szabadság út 1-3.  
H-5540  
izsakizk@szarvasnet.hu

## A N×Cu×Mo kezelések hatása a burgonyára

KÁDÁR IMRE

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

### Összefoglalás

Mészlepedékes csernozjom vályogtalajon beállított szabadföldi kísérletben vizsgáltuk a N×Cu×Mo elemek közötti kölcsönhatásokat 1993-ban burgonyával. Termőhely talaja a szántott rétegben 3% humuszt, 5% körüli CaCO<sub>3</sub>-ot és 20% körüli agyagot tartalmazott. Talajelemzések alapján a terület jó Ca, Mg, K, Mn, kielégítő Cu, valamint gyengéközepes P és Zn ellátottságú volt. A talajvíz 13–15 m mélyen található, a terület aszályérzékeny. A kísérletet 4N×3Cu=12 kezelés×3 ismétlés=36 parcellával állítottuk be osztott parcellás (split-plot) elrendezéssel. A N 0, 100, 200, 300 kg/ha, a Cu 0, 50, 100 kg/ha adagokat jelentett Ca-ammóniumnitrát, illetve CuSO<sub>4</sub> formájában. A kísérlet 5. évében a 15 m hosszú parcellákat megfeleztük és 1 m-es úttal elválasztottuk. A kísérlet sávos split-plot elrendezésűvé vált 4N×3Cu×2Mo=24 kezelés×3 ismétlés=72 parcellával. A 48 kg/ha Mo-t (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>·4H<sub>2</sub>O formában alkalmaztuk.

Főbb eredmények:

- A burgonya 150 napos tenyészideje alatt mindössze 140 mm csapadékban részesült. A N-trágyázás depressziót okozott. A N-kontroll 16 t/ha gumótermése a 300 kg/ha/év N-adagnál 9,8 t/ha-ra esett. A Cu és a Mo adagok a termést nem befolyásolták.
- A N-bősséggel emelkedett a N, Mg, Na, Fe, Zn koncentrációja a levélben, míg a S, B, Ba elemek felvételét a N gátolta. A 6 évvel ezelőtt adott CuSO<sub>4</sub> hatására a levélben megkétszereződött a Cu-tartalom, míg a gumótermésben 20–25%-kal nőtt. A Mo-trágyázás két nagyságrenddel növelte a levelek, illetve egy nagyságrenddel (10–20-szorosára) a gumó Mo-készletét.
- A NO<sub>3</sub>-molibdenát antagonizmus eredményeképpen a levelek Mo-tartalma közel a felére, a gumó Mo-tartalma 1/3-ával mérséklődött a Mo-nal szennyezett talajon. A nö-

vény korával a Mo-koncentráció csökken. A gumótermés bizonyos fokig védett volt a Mo hiperakkumulációjával szemben.

- A 6 évvel korábban adott  $\text{CuSO}_4$  nyomán a levelek Cu-tartalma megduplázódott. Mérsékelten emelkedett a gumó Cu-tartalma is. A 10 t/ha gumótermés elemigénye hasonló termesztési körülmények között 18 kg N, 25 kg  $\text{K}_2\text{O}$ , 8 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 1 kg CaO, 1–2 kg MgO mennyiségnek felelhet meg. Adataink felhasználhatók a tervezett burgonyatermés elemszükségletének számításakor a szaktanácsadásban.

**Kulcsszavak:** N×Cu×Mo kezelések, szabadföldi kísérlet, burgonya, mészlepedékes csernozjom talaj

## The impact of N×Cu×Mo treatments on potato

I. KÁDÁR

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

### Summary

The interactions between N×Cu×Mo were examined in potato in a field trial on calcareous chernozem loamy soil in 1993. The ploughed layer of the soil at the production site contained 3% humus, 5%  $\text{CaCO}_3$  and 20% clay. Based on the performed soil analyses, the area contained proper amounts of Ca, Mg, K, Mn, satisfactory amount of Cu and weak-average P and Zn. The groundwater level was 13–15 m and the area is drought sensitive. The experiment was established with  $4\text{N} \times 3\text{Cu} = 12$  treatments  $\times$  3 replications = 36 plots and a split-plot design. N fertilisation was applied in doses of 0, 100, 200, 300 kg  $\text{ha}^{-1}$ , while Cu was applied in doses of 0, 50, 100 kg  $\text{ha}^{-1}$  in the form of Ca ammonium nitrate and  $\text{CuSO}_4$ . In the 5<sup>th</sup> year of the experiment, the 15 m long plots were divided in half and separated from each other with 1 m wide paths. The experiment became a striped split-plot trial with  $4\text{N} \times 3\text{Cu} \times 2\text{Mo} = 24$  treatments  $\times$  3 replications = 72 plots. The 48 kg  $\text{ha}^{-1}$  Mo was applied in the form of  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . Main conclusions:

- The total amount of rainfall was only 140 mm during the 150-day-long growing season of potato. N fertilisation caused depression. The 16 t  $\text{ha}^{-1}$  potato tuber yield

of the N control was 9.8 t ha<sup>-1</sup> in the case of 300 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> N. Cu and Mo doses did not affect yield.

- As a result of the abundant N fertilisation, the concentration of N, Mg, Na, Fe and Zn increased in the leaf, while the uptake of S, B and Ba was blocked. As a result of CuSO<sub>4</sub> applied six years ago, the Cu content doubled in the yield, while it increased by 20–25% in the tuber yield. Mo fertilisation increased the Mo stock of leaves by two magnitudes, and that of the tubers by one magnitude (10–20 times as high).
- As a result of NO<sub>3</sub>-molybdenate antagonism, the Mo content of leaves decreased nearly to half, while the Mo content of the tubers decreased by one third on soils contaminated with Mo. Also, Mo concentration decreases with the age of leaves. The tuber yield was prevented from the hyperaccumulation of Mo to a certain extent.
- As a result of CuSO<sub>4</sub> applied six years ago, the Cu content doubled in the yield. The Cu content of the tubers also increased moderately. In the case of similar production circumstances, the element need of the 10 t ha<sup>-1</sup> tuber yield equals to 18 kg N, 25 kg K<sub>2</sub>O, 8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1 kg CaO and 1–2 k MgO. Our data can be used in the calculation of the element need of the planned potato yield for consultancy purposes.

**Key words:** N×Cu×Mo treatment, field trial, potato, calcareous chernozem soil

## Влияния обработок (доз) N×Cu×Mo на картофель

И. КАДАР

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

### Резюме

В установленном грунтовом опыте на чернозёмной с известковым налётом, суглинистой почве, исследовали взаимовлияния элементов N×Cu×Mo с картофелем в 1993 году. Почва места выращивания в пашенном слое содержала 3% гумуса, около 5% CaCO<sub>3</sub> и около 20% глины. На основе анализа почвы территория была хорошо обеспечена Ca, Mg, K, Mn-ем, удовлетворительно Cu-ом, средне-слабо P и Zn-ом. Грунтовые воды находятся на глубине 13–15 м, территория чувствительна к засухе.

Опыт установили в  $4N \times 3Cu = 12$  обработках (дозах)  $\times 3$  повторениях = 36 парцеллах с разделённым по парцеллам («split-plot») расположением. Обработки N 0, 100, 200, 300 kg/ha, обработки Cu 0, 50, 100 kg/ha означали дозы Са-нитрат аммония, и в форме  $CuSO_4$ . В 5-ом году опыта парцеллы, длиной 15 m, разделили пополам и отделили друг от друга дорогой шириной 1 m. С этим опыт стал полосного «split-plot» расположения с  $4N \times 3Cu \times 2Mo = 24$  обработками  $\times 3$  повторениях = 72 парцеллами. 48 kg/ha Мо применяли в форме  $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ .

Главные результаты:

- За 150 дневный вегетационный период картофель получил всего 140 mm осадков. Внесение удобрения N вызвало депрессию. При контрольной дозе N урожай клубней картофеля в 16 t/ha упал при дозе N в 300 kg/ha/год до 9,8 t/ha. Дозы Cu и Mo не повлияли на урожай.
- С увеличением N-а повысилась концентрация N, Mg, Na, Fe, Zn в листе, при этом приёму элементов S, B, Ba мешал N. Под влиянием внесённого 6 лет назад  $CuSO_4$  в листе удвоилось содержание Cu, а в урожае клубней выросло на 20–25%. Внесение удобрения Mo увеличило листья в два раза, а также многократно увеличило (в 10–20 раз) содержание клубнями Mo.
- В результате антагонизма  $NO_3$ -молибденат содержание листьями Mo уменьшилось почти в два раза, а содержание клубнями Mo сократилось на 1/3 на загрязнённой Mo-ом почве. С возрастом растения концентрация Mo уменьшилась. Урожай клубней до определённого уровня был защищён от гипераккумуляции Mo.
- В результате внесённого 6 лет назад  $CuSO_4$  содержание листьями Cu удвоилось. Также умеренно повысилось содержание Cu клубнями. Потребность в элементах 10 t/ha урожая клубней в схожих условиях выращивания может соответствовать количествам 18 kg N, 25 kg  $K_2O$ , 8 kg  $P_2O_5$ , 1 kg CaO, 1–2 kg MgO. Наши данные можно использовать в профессиональном консультировании для вычисления потребности в элементах при планировании урожая картофеля.

**Ключевые слова:** обработки (дозы)  $N \times Cu \times Mo$ , грунтовой опыт, картофель, чернозёмная почва с известковым налётом

## Bevezetés

A világ számos helyén a burgonya ma is fontos étkezési, takarmány és ipari növény. A fejlett országokban csökkent a közvetlen fogyasztása, inkább feldol-



gozott formában (chips, burgonyaliszt stb.) igénylik. Takarmányként elsősorban a sertéshizlalásban, ipari nyersanyagként pedig keményítő és alkohol előállításában hasznosul. Vegetatív szaporítása miatt a vetőgumó a termés 10–20%-át is elhasználhatja. Jelentőségét tekintve vetésterülete alapján (18–20 millió ha) a 12., össztermése alapján a 6., míg átlagtermése alapján (18–20 t hektáronként) a 3. legfontosabb kultúrnövénynek minősült világviszonylatban 1989-ben *Perrenoud* (1993), illetve az újabb FAO statisztikák szerint.

Az egyes országok közötti eltérések óriásiak az átlagterméseket tekintve, 5–42 t/ha a szórás, a maximumot Hollandia képviseli. A világszerte csak mintegy 1/6-a a terméspotenciálnak, amely 85–100 t/ha gumóhozammal jellemezhető (*Evans* 1977). *Cooke* (1981) említi, hogy Angliában a magas szintű termesztéstechnikát megvalósító ún. "blueprint" rendszerben már elértek 90 t/ha gumótermést kísérleti és üzemi területeken egyaránt. *Jakuskin* (1950) magyarul is megjelent "Növénytermelés" c. könyvében arról tudósít, hogy a volt Szovjetunióban a sztahanovista rekordok már az 1940-es években 90 t/ha gumótermést eredményeztek. A gondos ápolás és az extrém adagú trágyázás nyomán 2–3 kg/tő gumóhozamokat nyertek.

Az érett gumónak átlagosan 25%-a szárazanyag (döntően keményítő), míg 75%-a víz. Keményítőben szegény a gumó 13% alatt, közepesen gazdag 14–17% között, 18% feletti keményítőtartalom inkább az ipari célú felhasználásra való. A kisméretű gumók keményítőben, ezzel párhuzamosan szárazanyagban általában gazdagabbak. A késői fajták többet teremnek és gumóikban több keményítőt halmoznak fel. A 120–150 napos hosszabb tenyészidejű burgonyafajták jobb lehetőséget nyújtanak a szárazanyag-gyapodásra és tápelem-felvételre, ebből adódóan a rövid tenyészidejű fajták a trágyaigényesebbek. A lomb éréskor elszárad és összeomlik. Mivel a gumót takarítjuk be, a gumótermésbe épült és a tábláról elvitt tápelemek mennyisége lehet irányadó a fenntartó, a talaj termékenységét megőrző trágyázás számára (*Becker-Dillingen* 1934, *Mándy és Csák* 1965, *Varis* 1970, *Németh* 1974, *Perrenoud* 1993).

A régi és az újabb-kori irodalom egyaránt hangsúlyozza a burgonya kifejezett tér-, oxigén-, víz- és trágya igényességét. A nagytömegű gumótermés fejlesztéséhez laza talaj szükséges. *Korizmics et al.* (1856) az alábbiakat közlik a "Mezei Gazdaság Könyve" c. munkájukban: „*Mínthogy eme növény a mélyen porhanyított talajt szereti, a mélyen felszántott lóherés, luczernás és baltaczi mes földben, s a friss gyeptörésben díszlik legjobban. Továbbá a telkesített friss földben, erdő-irtásokban stb., hol a gabona megdőlné, sok szalmát és*

*kevés szemet adna, a burgonya a leghálásabb növény.*” Tehát a tápanyagdús, könnyen bomló szerves anyagban és nitrogénben gazdag talajra való, ahol a gabonatermesztés a káros tápanyag (nitrogén) túlsúly miatt veszteséges lehet.

Cserhádi (1901) szerint: *“A legjobb burgonyatalaj a mélyrétegű, tápdús, közép kötött vagy könnyebb minőségű humózus vályog, amely eléggé légjárható és amelynek altalaja vízátbocsátó.”* Szerinte a homoktalajon kisebb gumók teremnek, de jobban eltarthatók, ízesebbek, több bennük a keményítő, míg tőzegtalajon fordítva. Friss törésben, erdőirtásokban különösen jól terem. A forgóban e növény az istállótrágyázott kapás. A K-igényét az istállótrágya kielégítheti a legtöbb talajon, a P-igényét is, ezért N-műtrágyákat javasol a burgonya alá. Hasonló véleményen van Bittera (1923) és Grábner (1948) is, bár szerintük az erősebb mérvű istállótrágyázás rontja a burgonya minőségét, eltarthatóságát, csökkenti keményítőtartalmát. Cserhádi (1901) ezzel szemben a keményítőhozam döntő szerepét hangsúlyozza a termesztésben, mely a keményítőszázalék csökkenése esetén is nőni fog a bőséges istállótrágyázás nyomán.

Mivel a burgonya gyökérzete csak a talaj felső 50–60 cm-es rétegét hálózza be érdemben és gyengén fejlett (hiszen a gumóról szaporítva nem főgyökere, hanem csupán földalatti járulékos gyökere van), víz- és tápelem-igénye különösen kifejezetté válik az intenzív szerves anyag képződés idején, a virágzással kezdődő gumófejlődés során. A hazai országos felvételezések szerint, melyet a MÉM NAK hálózata végzett 1979-ben 20–26 termőhelyen, a burgonya szárazanyag-gyarapodásának közel felét, 47%-át a virágzás ideje alatt regisztrálták (Németh és Fridrich 1979, Biczók et al. 1984).

Az általános vélemény szerint a N-ellátás különösen fontos a lombfejlődés és a gumószám kialakulása számára, tehát a vegetáció első felében. Túlsúlyra viszont túlzott vegetatív fejlődést és csökkent betegség-ellenállóságot idézhet elő, ezenkívül rontja a minőséget, eltarthatóságot, késlelteti az érést. A P-ellátás növelése általában kisebb terméstartalommal jár, siettetni az érést, javítja a minőséget, ellensúlyozhatja az egyoldalú N-túlsúly káros következményeit. A burgonya közismerten K-igényes növény. A K-ellátás növeli a gumók tömegét, javítja vízgazdálkodását, minőségét és keményítő %-át. Egyoldalú túlsúlyra viszont a N-túlsúlyhoz hasonlóan negatív következményekkel járhat, különösen a KCl forma alkalmazásakor (Grábner 1948, Prjanisnyikov 1965, Black és White 1973, Németh 1973, 1975, Láng 1976, Radics 1994).

A minőség a felhasználás céljától függő (étkezési, ipari, vetőgumó) komplex fogalom, amely érintheti a gumó méretét, összetételét, ízét, színét, mechanikai

sérüléssel és betegségekkel szembeni érzékenységét, eltarthatóságát, konyhatechnikai feldolgozhatóságát. Étkezési burgonyánál a nagyobb gumóméret előnyös, mert kisebb a hámozási veszteség. A túl kevés keményítő "szappanos" jelleget adhat, míg a keményítőben túl gazdag gumó főzéskor szétesik, lisztesebb. Hámozáskor, vágáskor a gumó elszíneződik. Alapvetően két színeződési reakciót különböztetnek meg: az enzimes vagy nyers, valamint a nem enzimes vagy főzési-sütési színeződést.

A N túlsúlya, illetve a relatív K és P hiánya növeli a redukáló cukrok és az aminosavak mennyiségét. A tirozin aminosav részt vesz a sötét színű növényi festékek képzésében, míg a redukáló cukrok a burgonyaszeletek színeződését befolyásolják. Az enzimes elszíneződés, a szürkefoltosság, a fenolszerű festékanyagok enzimes oxidációja nyomán alakul ki. A főtt és a sült burgonyaszeletek barnulását, feketedését elősegíti a redukáló cukrok nagyobb mennyisége. Egyes szerzők szerint a burgonyagumó minőségének, mint a megfelelő keményítőtartalom, íz, eltarthatóság, elszíneződés védelme érdekében célszerű a gumó szárazanyagában K-trágyázással a K tartalmat 2 % fölé növelni (*Vertregt* 1968, *Birkmann* 1974, *Effmert* 1974). Az Osztrák Szaktanácsadó Intézet pl. 2-2,5% K, illetve 1:1,6=N:K arány optimumokat tart kívánatosnak a gumó szárazanyag-összetételében (*ÖDB* 1973).

A továbbiakban saját kísérletünkben vizsgáljuk a műtrágyázás és a termés, minőség, illetve eltarthatóság összefüggéseit. Bemutatjuk a betakarítást követően vett talajminták elemzésének adatait is.

A burgonya tápelem-felvételében meghatározónak tekintik a kálium szerepét, melynek mennyisége 1,5-szerese lehet a nitrogénnek, 4-5-szöröse a foszforénak. Az egyéb elemek - mint a Ca, Mg, S mikroelemek - felvétele lényegesen kisebb mennyiséggel jellemezhető. A hazai és külföldi irodalmi források szerint a fajlagos, azaz 1 tonna gumó a hozzá tartozó lombterméssel együtt 4,0-5,3 kg N, 1,2-2,0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 6-10 kg K<sub>2</sub>O, 2,7-3,2 kg CaO, 1-2 kg MgO, 50-160 g Fe, 16-21 g Mn, 8-55 g Zn, 4-22 g Cu, 2-3 g B, 0,1-0,2 g Mo elemet tartalmazhat (*Jakuskin* 1950, *Biczók et al.* 1984, *Perrenoud* 1993) stb.

Mivel napjainkban a lombtermés a talajon marad, illetve csak a gumót takarítjuk be, a talajtermékenység megőrzése és a trágyázási szaktanácsadás számára a gumótermésbe épült elemek mennyisége lehet irányadó. Az 1 tonna friss gumóban 2,8-3,0 kg N, 0,7-1,2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 4,6-6,3 kg K<sub>2</sub>O, 0,1-0,2 kg CaO, 0,2-0,3 kg MgO, 10-30 g Fe, 5-15 g Zn, 3-4 g Mn, 1-2 g B és Cu mennyiséggel számolnak. Az adatokból látható, hogy a főbb tápelemek mint a N, P, K átla-

gosan 1/3-a a lombban található, míg a Ca és Mg, illetve némely mikroelem esetén a felvétel akár 9/10-ét is a lomb adhatja.

A nagyobb termések elemigénye óriási lehet, különösen, ami a káliumot illeti. *Perrenoud* (1993) szerint Angliában az úgynevezett "blueprint" rendszerben 78 t/ha gumó + a hozzá tartozó lombterméssel 350 kg N, 95 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 450 kg K<sub>2</sub>O felvételt mértek ha-onként. Braziliában kapott maximumok 102–166 kg N, 30–62 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 207–307 kg K<sub>2</sub>O, 37–80 kg CaO, 16–25 kg MgO, 17–38 kg S mennyiségeket jeleztek. Termésszinteket a szerző nem említi. *Loué* 1977-es közlése szerint (In: *Perrenoud* 1993) a 37,3 t/ha átlagos gumótermésben az alábbi elemmennyiségeket találták Franciaországban, lombtermés nélkül: 113 kg N, 45 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 196 kg K<sub>2</sub>O, 7 kg CaO, 13 kg MgO.

*Kunkel et al.* (1973) arról tudósít, hogy 1 tonna gumó 3 kg N, 0,7 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 4,4 kg K<sub>2</sub>O, 0,08 kg CaO, 0,25 kg MgO felvétellel jellemezhető az Amerikai Egyesült Államok burgonyatermő vidékein. A szerzők nem találtak lényeges különbséget az egyes fajták elemösszetétele között.

Megállapításaink szerint a gumó összetétele jobban függhet a tenyészidő hosszától, mint a kezeléstől. A túltrágyázással létrehozott luxuskínálat a vegetatív földfeletti részben, a lomb luxusfelvételében tükröződik, míg a gumó elemtartalma állandóbb.

A burgonya kiegyensúlyozott tápelem-ellátását a tenyészidő folyamán is biztosítani kell, mert a talaj gyakran nem képes a nagymérvű elemigény kielégítésére. Emiatt világszerte elterjedt a levélanalízis módszere, mely képes a tápelem-hiányokat jelezni és adatai iránymutatóul szolgálnak a kiegészítő levéltrágyák, fejtrágyák megválasztásához, illetve a termőhely tápelem-szolgáltatásának megítéléséhez. A növény összetétele, tápláltsági állapota nemcsak a terméslehetőségeket határoolja be, hanem befolyásolhatja a betegségekkel szembeni viselkedését, minőségét és tárolhatóságát is. A gyakrabban idézett iroda- lomi források szerint a burgonya teljesen kifejlett felső levelei virágzás elején 6–9% K, 6–6,5 % N, 0,4–0,6% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 0,7–3,0% Ca, 0,2–1,0% Mg, 60–300 mg/kg Fe, 50–300 mg/kg Mn, 30–90 mg/kg Zn, 20–50 B, 5–30 mg/kg Cu koncentrációt mutatnak a szárazanyagban, kielégítő ellátottságon (*Neubert et al.* 1970, *Bergmann* és *Neubert* 1976, *Bergmann* 1988).

A burgonya levele és gumótermése egyaránt vegetatív növényi szervet jelent, ezért extrém módon képesek jelezni a tápelem-kínálatot. Különösen igaz mindez homoktalajon, ahol a tápelemek/trágyák leköttődése kevésbé kifejezett. Buzás I. és munkatársai vizsgálatai során (*MÉM NAK* 1979) a 20 termőhelyen

vett virágzás elejei levelek összetétele az alábbi szélső koncentrációkat mutatta (Biczók *et al.* 1984): 2–11% K; 2,4–5,0% N, 0,18–0,79% P, 1,2–2,5% Ca, 0,3–1,1% Mg, 165–4624 mg/kg Fe, 79–260 mg/kg Mn, 24–81 mg/kg Zn, 15–42 mg/kg B, 9–39 mg/kg Cu. A maximum koncentrációk nyírségi savanyú homokon, erősen műtrágyázott termőhelyeken jelentkeztek. A csapadékosabb, párásabb 1978. évben 30–50%-kal alacsonyabb N-, P- és K-tartalmakat, valamint átlagosan többszörös Fe koncentrációkat mértek ugyanezen termőhelyeken országosan és a Nyírségben.

Vajon mennyire változékonyságát tekintve a gumótermés? A már említett Buzás I. *et al.* vizsgálataiban (MÉM NAK 1979) a K 1,7–3,4%, N 0,9–2,5%, P 0,24–0,55%, Ca 0,02–0,23%, Mg 0,08–0,15%, Fe 48–335 mg/kg, Mn 5–53 mg/kg, Zn 12–46 mg/kg, Cu 5–22 mg/kg, B 4–11 mg/kg minimum–maximum értéket mutatott a szárazanyagban. A termőhelyi hatások tehát itt is kifejezettek, bár elemenként eltérő mértékben. Szélsőséges különbségeket a Ca, Fe, Mn mutat, hiszen az eltérések egy nagyságrendbeliek. Megemlítjük, hogy a csapadékosabb 1978. évben 30–50%-kal alacsonyabb N, P és K koncentrációkat kaptak a nyírségi termőhelyek átlagában (Biczók *et al.* 1984).

A továbbiakban egy szabadföldi műtrágyázási tartamkísérletben vizsgáljuk az eltérő N-, P- és K-ellátás hatását a burgonya összetételére és elemfelvételére. Ellenőrizzük az irodalomban közölt levéldiagnosztikai ellátottsági határkoncentrációkat, a hazai szaktanácsadásban elfogadott, illetve bevezetett fajlagos elemigény irányszámait, valamint bemutatjuk a hektáronként kivont fontosabb makro- és mikroelemek mennyiségeit. A kísérletben nyert terméseredményeket, keményítőhozamokat, konyhatechnikai vizsgálatok adatait, valamint az agrotechnikai műveletek és megfigyelések idejét előző közleményünk ismertette (Kádár *et al.* 2000).

Ugyanezen a talajon 1978-ban vizsgáltuk az eltérő NPK ellátottsági szintek és azok kombinációinak hatását a Desiré fajtájú burgonyára. A bőséges NPK-kínálattal a gumótermés 13-ról 36 t/ha-ra, keményítő %-a 15,9-ről 19-re, keményítőhozam 2,1 t/ha-ról 5,9 t/ha-ra emelkedett. Az optimális terméshez tartozó NPK-összetétel diagnosztikai szempontból az alábbiak adódott: 4,5–5,0% N, 0,4–0,5% P, 3,0–4,0% K a virágzás elején; 3,5–4,0% N, 0,25–0,30% P, 2,0–3,0% K a virágzás végén; 1,5–2,0% N, 0,25–0,30% P, 1,5–2,0% K a gumóban betakarításkor. A 10 tonna gumó + a hozzátartozó lomb fajlagos elemtartalma 55 kg N, 53 kg K<sub>2</sub>O, 19 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 25 kg CaO, 14 kg MgO mennyiséget tett ki (Kádár 2000, Kádár *et al.* 2000).

A nyírlugosi savanyú homoktalajon 1973–1979 között 6–29 t/ha közötti gumótermést kaptunk Desiré fajtával az évek és az NPKMg-kezelések hatására. A gumó átlagosan 0,32% N, 0,05% P, 0,32% K, 168 mg/kg Mg, 27 mg/kg Ca, 2 mg/kg Mn elemet tartalmazott 1979-ben, a 10 t/ha körüli átlagtermésében (Kádár és Szemes 1994). A Desiré fajta gumótermése 1978-ban, mészlepedékes csernozjom talajon beállított kísérletben ugyanakkor átlagosan 1,77% N, 0,29% P, 1,48% K, 1000 mg/kg Mg, 320 mg/kg Ca, 6 mg/kg Mn összetételt mutatott, tehát 5–6-szor gazdagabb volt N, P, K, valamint egy nagyságrenddel gazdagabb Mg és Ca elemekben (Kádár 2000).

A továbbiakban a N×Cu×Mo kezelések hatását vizsgáljuk a burgonya termésére, összetételére és elemfelvételére. A kísérlet előzményeit-módszertanát korábbi munkáink ismertetik (Kádár 2013).

### Anyag és módszer

A N×Cu kölcsönhatásokat vizsgáló kéttényezős kísérletet 1988 tavaszán állítottuk be az MTA TAKI nagyhőrcsöki kísérleti telepén. A kísérlet talaja löszön képződött meszes csernozjom, mely a kísérlet beállítása előtt 1988 március elején végzett talajvizsgálataink szerint mintegy 5% CaCO<sub>3</sub>-ot és 3% humuszt tartalmazott a szántott rétegben. A pH<sub>KCl</sub>=7,3; az AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 128 mg/kg, AL-K<sub>2</sub>O 243 mg/kg, KCl-Mg 150–180 mg/kg, az EDTA-Mn 127 mg/kg, az EDTA-Cu 2–3 mg/kg, EDTA-Zn 1–2 mg/kg értékekkel jellemezhető. A KCl-oldható NH<sub>4</sub>-N 9 mg/kg, NO<sub>3</sub>-N 12 mg/kg a feltalajban. A Buzás I. és munkatársai (MÉM NAK 1979) által elfogadott módszerek és határértékek alapján ezek az adatok a talaj jó Ca, Mg, K, Mn; kielégítő Cu; valamint gyenge P és Zn ellátottságáról tanúskodnak. A talajvíz szintje 13–15 m mélyen helyezkedik el, a terület aszályérzékeny. Éghajlata az Alföldéhez hasonlóan szárazságra hajló, átlagos középhőmérséklete 11 °C, éves átlagos csapadékösszege 576 mm.

A kísérlet osztott parcellás (split-plot) elrendezésű 4N×3Cu=12 kezeléssel és 3 ismétléssel, összesen 36 parcellával. A parcellák mérete 4,9×15=73,5 m<sup>2</sup> volt. Az alaptrágyázás évente 100 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és 100 kg/ha K<sub>2</sub>O adagot jelentett szuperfoszfát és kálisó formájában. A N-t 25%-os pétisó (Ca-NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>), a Cu trágyát 25,5%-os CuSO<sub>4</sub>×5H<sub>2</sub>O formában alkalmaztuk. A PK-műtrágyákat és a N felét az elővetemény lucerna törésére szórtuk ki 1987 őszén és leszántottuk, míg a N másik felét és a CuSO<sub>4</sub> trágyát 1988 tavaszán kevertük a talajba vetés előtt. Az 5. évben 1992 tavaszán a 15 m hosszú parcellákat megfeleztük

és egy 1 m-es úttal elválasztottuk. Az osztott parcellás (split-plot) elrendezésű kísérletünk háromtényezősé vált  $4N \times 3Cu \times 2Mo = 24$  kezeléssel  $\times 3$  ismétléssel = 72 parcellával. A felezett parcellákra 48 kg/ha Mo-t szórtunk ki egyszeri alkalommal kora tavasszal N-fejtrágyával egy időben. A Mo trágyát  $(NH_4)_6 Mo_7 O_{24} \cdot 4H_2O$  formában adagoltuk. A N és a Mo sókat a következő napok csapadéka a talajba mosta. A vizsgált tényezők az alábbiak:

1. tényező (főparcellák):

$N_0$  = kontroll,

$N_1$  = 100 kg/ha/év N,

$N_2$  = 200 kg/ha/év N,

$N_3$  = 300 kg/ha/év N;

2. tényező (alparcellák):

$Cu_0$  = kontroll,

$Cu_1$  = 50 kg/ha Cu 1988-ban,

$Cu_2$  = 100 kg/ha Cu 1988-ban;

3. tényező (al-alparcellák)

Mo = kontroll,

Mo = 48 kg/ha 1992-ben.

A kísérlet 1. évében 1988-ban tavaszi árpa, 1989-ben őszi búza, 1990-ben őszi árpa, 1991-ben kukorica, 1992-ben tritikále, 1993-ban burgonya volt a természetű növény. A növényi sorrendet a 15 év folyamán az 1. táblázat tünteti fel.

Az alaptrágyázás évente 100 kg/ha  $P_2O_5$  és 100 kg/ha  $K_2O$  adagot jelentett szuperfoszfát és kálisó formájában. A N-t 25%-os pétisó ( $Ca-NH_4NO_3$ ), a Cu trágyát 25,5%-os  $CuSO_4 \times 5H_2O$  formában alkalmaztuk. A PK-műtrágyákat és a N felét az elővetemény lucerna törésére szórtuk ki 1987 őszen és leszántottuk, míg a N másik felét és a  $CuSO_4$  trágyát 1988 tavaszán kevertük a talajba vetés előtt.

A kísérlet 1. évében 1988-ban tavaszi árpát 1989-ben őszi búzát, 1990-ben őszi árpát 1991-ben kukoricát természetűnk. Ezt követően a kísérlet 5. évében tritikálét vetettünk. A burgonya ültetése 1993. április 8-án történt 8–10 cm mélyen  $70 \times 25$  cm kötésben. Állománybonitálást végeztünk virágzás elején és végén. Ekkor parcellánként 20–20 db kifejlett levelet is gyűjtöttünk szár nélkül. Betakarításkor megállapítottuk a tőszámot, majd 20–20 bokrot emel-

tünk ki parcellánként a lomb és a gumó mérése céljából. A növénymintákat szárítottuk, majd előkészítettük analízisre. A parcellák teljes gumótermését ekével forgattuk ki a talajból majd súlyukat megállapítottuk. A kísérletben végzett agrotechnikai műveletekről és módszertani megjegyzésekről az 1. táblázat tájékoztat.

1. táblázat. *Agrotechnikai műveletek és megfigyelések a burgonya kísérletben 1993-ban (mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörscök, Mezőföld)*

Műveletek (1)	Időpont (2)	Egyéb megjegyzések (3)
1. Őszi műtrágyázás (N, P, K) (4)	1992. 12. 01.	Parcellánként kézzel (19)
2. Egyirányú szántás (5)	1992. 12. 01.	MTZ-50+Lajta eke (20)
3. Szántás elmunkálása (6)	1993. 04. 01.	MTZ-50+fogas (21)
4. Tavaszi műtrágyázás (7)	1993. 04. 01.	Parcellánként kézzel (19)
5. Vetőágy készítés (8)	1993. 04. 01.	MTZ-50+kombinátor (22)
6. Burgonya ültetése (9)	1993. 04. 08.	Kézzel 70×25 cm kötésbe (23)
7. Kapálás, töltögetés (10)	1993. 05. 15.	Kézi kapálás, töltögetés (24)
8. Bonitálás állományra (11)	1993. 05. 20.	Parcellánként 1–5 skálán (25)
9. Bonitálás burgonyabogár (12)	1993. 06. 09.	Parcellánként 1–5 skálán (25)
10. Bonitálás állományra (13)	1993. 06. 14.	Parcellánként 1–5 skálán (25)
11. Levélmintavétel virágzaskor (14)	1993. 06. 14.	Parcellánként 20 db levél (26)
12. Bonitálás virágzásra (15)	1993. 06. 16.	Parcellánként 1-5 skálán (25)
13. Levélmintavétel (16)	1993. 07. 12.	Parcellánként 20 db levél (26)
14. Tőszámlálás betakarításkor (17)	1993. 09. 08.	Parcellánként db/19,6 m <sup>2</sup> (27)
15. Betakarítás kézzel (18)	1993. 09. 08.	Parcellánként 19,6 m <sup>2</sup> (28)

Megjegyzés: Desiré fajta 8–10 cm mélyre ültetve. Május végétől július elejéig kéthetente permetezés burgonyabogár ellen Dimecrom 0,1% oldatával.

*Table 1. Agrotechnical operations and observations in the potato trial in 1993 (Calcareous chernosem loamy soil, Nagyhörscök, Mezőföld). (1) Operations, (2) Time, (3) Other notes, (4) Autumn fertilisation (N, P, K), (5) Unidirectional ploughing, (6) Finishing ploughing, (7) Spring fertilisation, (8) Seeded preparation, (9) Planting potato, (10) Hoeing, filling up, (11) Classification for population, (12) Classification for potato beetle, (13) Classification for population, (14) Leaf sampling at flowering, (15) Classification for flowering, (16) Leaf sampling, (17) Stem counting at harvesting, (18) Manual harvesting, (19) Manually per plot, (20) MTZ-50+Lajta plough, (21) MTZ-50+tine, (22) MTZ-50+combinator, (23) Manually into 70×25 cm units, (24) Manual hoeing, filling up, (25) On a scale from 1 to 5 per plot, (26) 20 leaves per plot, (27) One unit per 19.6 m<sup>2</sup> per plot, (28) 19.6 m<sup>2</sup> per plot. Note: Desiré variety planted 8–10 cm deep. Note: protection against potato beetle was performed using 0.1% solution of Dimecrom every two weeks between late May and early July.*



Az elővetemény tritikále betakarítását követően 1992 végéig még 230 mm esőt kapott a terület, mely a talaj vízkészletét részben feltölthette. 1993-ban lehullott havi csapadékösszegek az alábbiak voltak: január 10, február 4, március 15, április 28, május 8, június 12, július 60, augusztus 32 mm. Száraz volt az I. negyedév, aszályos a május és június hónap. A burgonya 5 hónapos, 150 napos tenyészideje során mindössze 140 mm csapadékban részesült. A burgonyabogár ellen május végétől július elejéig kéthetenkénti Dimecrom permetezéssel védekezésre kényszerültünk.

### Eredmények

Május 20-án és virágzáskor végzett bonitálásaink szerint a 100 kg/ha/év N-adag zöldebb, látszólag fejlettebb állományt eredményezett. A nagyobb N-adagok hatástalanok voltak. A N-túlsúly lassította, késleltette a virágzást. A levelek légszárazanyag tartalma a virágzás kezdetén átlagosan 12%, a virágzás végén 14%, míg a gumóban betakarításkor 18% volt. A N-trágyázással némileg nőtt a levéltömege is a 2. táblázatban bemutatott eredményeink szerint.

2. táblázat. N-szintek hatása a burgonyára 1993-ban  
(mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörcsök, Mezőföld)

N-szintek (kg/ha/év)	Bonitálás állományra		Virágzás	Légszáraz levél (20 db/g)	
	(1)	(2)	(3)	(4)	
	05. 20.	06. 14.	06. 16.	06. 14.	07. 12.
0	3,2	2,9	4,8	8,3	9,7
100	4,5	4,1	3,9	9,5	10,7
200	4,4	4,6	3,1	10,9	11,4
300	4,6	4,7	2,1	10,4	11,9
SzD <sub>5%</sub> (5)	0,5	0,5	0,6	1,1	1,4
Átlag (6)	4,2	4,1	3,5	9,8	10,9

Megjegyzés: bonitálás: 1 = gyengén fejlett világoszöld, 5 = jól fejlett sötétzöld állomány. Légszárazanyag a levélben virágzás elején 12%, virágzás végén 14%, gumóban betakarításkor 18%.

Table 2. Impacts of N levels on potato in 1993 (Calcareous chernosem loamy soil, Nagyhörcsök, Mezőföld). (1) N levels (kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>), (2) Classification for population, (3) Flowering, (4) Air-dry leaf (20 leaves per g), (5) LSD<sub>5%</sub>, (6) Mean. Note: classification: 1 = weakly developed light green, 5 = well developed dark green population. The amount of air-dry material in the leaf at the beginning of flowering: 12%; at the end of flowering: 14%; in the tuber at the time of harvesting: 18%.

*Szemes et al.* (1984) szintén a nyírlugosi talajon egy termékenyebb és humuszosabb NPK-műtrágyázással a kontrollon mért 9 t/ha gumótermést 23 t/ha-ra tudta növelni 1979-ben Desiré fajtánál. A kísérletben 200 kg/ha N mellett 500–1500 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, illetve K<sub>2</sub>O feltöltő adagokat alkalmaztak. A gumóban 1,40–1,90% N, 1,6–2,3% K, 0,30% P, 500 mg/kg Ca és 200 mg/kg Mg koncentrációt mértek. A termékenyebb, humuszban gazdagabb a gumó összetétele közelálló volt az NPK elemek tekintetében a csernozjom talajon mérthez.

A N-kínálattal emelkedett a N, Mg, Fe, Na elemek koncentrációja a lombban mindkét mintavétel idején (3. táblázat).

3. táblázat. N-szintek hatása a légszáraz burgonyalevél elemtartalmára 1993-ban (mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörscök, Mezőföld)

N-szintek (kg/ha/év) (1)	N		Mg		S		Fe		Na		B		Zn		Ba	
	(%)															
Levél 06. 14-én virágzás elején (2)																
0	4,30	0,43	0,32	177	56	33	13	16								
100	4,75	0,45	0,32	175	53	28	14	13								
200	4,80	0,48	0,31	203	57	26	16	13								
300	5,00	0,48	0,30	234	70	26	16	12								
SzD <sub>5%</sub> (4)	0,20	0,03	0,02	22	11	0,8	2	2								
Átlag (5)	4,71	0,46	0,31	197	59	28	15	13								
Levél 07. 12-én virágzás után (3)																
0	2,70	0,55	0,29	139	80	33	11	20								
100	3,30	0,65	0,26	140	81	28	11	15								
200	3,93	0,68	0,25	144	82	28	11	15								
300	4,42	0,64	0,24	165	85	27	10	14								
SzD <sub>5%</sub> (4)	0,24	0,07	0,02	23	8	2	2	3								
Átlag (5)	3,59	0,63	0,26	147	82	29	11	16								

Megjegyzés: P 0,39 és 0,27%; K 3,84 és 2,49% a virágzás elején és a virágzás végén átlagosan.

Table 3. Impacts of N levels on the element content of the air-dry potato leaf in 1993 (Calcareous chernosem loamy soil, Nagyhörscök, Mezőföld). (1) N levels (kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>), (2) Leaf on 14/06 at the beginning of flowering, (3) Leaf at 12/07 at the end of flowering, (4) LSD<sub>5%</sub>, (5) Mean. Note: P 0.39 and 0.27%; K 3.84 and 2.49% on average at the beginning and end of flowering.

A Zn dúsulását a N-bősség gátolta. Ugyanezen a talajon végzett korábbi vizsgálataink szerint a burgonya kielégítő/optimális NPK-ellátottságát virágzás elején a levél 4,5–5,0% N, 0,4–0,5% P, 3,0–4,0% K koncentráció tartománya

jellemezheti. Virágzás végén az optimumok 3,5–4,0% N, 0,25–0,30% P, 2,0–3,0% K, míg a betakarításkor a nagyobb termés az 1,5–2,0% N, 0,25–0,30% P, 1,5–2,0% gumóösszetételhez kötődik (Kádár 2000). A közölt – virágzás elején és végén mért – elemtartalmak megerősíthetik a korábban közölt levéldiagnosztikai optimumokat, amennyiben a megadott tartományokban található.

A Mo-trágyázás mintegy két nagyságrenddel növelte meg a burgonya levelek, illetve egy nagyságrenddel, 10–20-szorosára a gumó Mo-készletét. Látványosan érvényesült a nitrát/molibdenát antagonizmus. A N-bősséggel a levelekbe épült Mo mintegy a felére, míg a gumóban 1/3-ával mérséklődik a Mo-nal szennyezett talajon. Megállapítható, hogy a Mo ezen a jól szellőzött meszes talajon mobilis marad és hiperakkumulációt mutatva felhalmozódhat a gumóban és a földfeletti lombban egyaránt. A 4. táblázat adataiból az is leszűrhető, hogy a növény korával a felvett Mo mennyisége csökken. A gumó némileg védett a Mo-akkumulációval szemben.

4. táblázat. N×Mo kezelések hatása a légszáraz burgonya Mo-tartalmára 1993-ban (mg/kg)  
(mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörscök, Mezőföld)

N-szintek (kg/ha/év) (1)	Levél 06.14-én (2)		Levél 07. 12-én (3)		Gumó 09. 08-án (4)	
	Mo <sub>0</sub>	Mo <sub>1</sub>	Mo <sub>0</sub>	Mo <sub>1</sub>	Mo <sub>0</sub>	Mo <sub>1</sub>
0	1,6	106	0,2	86	0,6	12,6
100	1,2	77	0,2	61	0,5	9,0
200	1,8	71	0,1	51	0,8	8,3
300	0,9	57	<0,1	36	0,5	8,0
SzD <sub>5%</sub> (5)	-	16	-	11	-	2,7
Átlag (6)	1,4	78	0,1	58	0,6	9,5

Megjegyzés: Mo<sub>0</sub>=kontroll, Mo<sub>1</sub>= 48 kg/ha Mo tavaszán.

Table 4. Impacts of N×Mo treatments on the element content of the air-dry potato leaf in 1993 (mg kg<sup>-1</sup>) (Calcareous chernosem loamy soil, Nagyhörscök, Mezőföld). (1) N levels (kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>), (2) Leaf on 14/06, (3) Leaf on 12/07, (4) Tuber on 08/09, (5) LSD<sub>5%</sub>, (6) Mean, Note: Mo<sub>0</sub>=control, Mo<sub>1</sub>= 48 kg ha<sup>-1</sup> Mo in the spring.

A 6 évvel korábban adott Cu-só hatására a burgonya leveleiben átlagosan megkétszereződött a Cu-tartalom. A gumóban is igazolható az akkumuláció. Ezen túlmenően tendenciájában vagy igazolhatóan emelkedett az Al, illetve mérséklődött a Na mennyisége a levelekben (5. táblázat).

5. táblázat. *Cu-kezelések hatása a burgonya elemtartalmára 1993-ban (mg/kg) (mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörscsök, Mezőföld)*

Cu-kezelés (kg/ha/év) (1)	Levél 06.14-én (2)			Levél 07. 12-én (3)			Gumó 09. 08-án (4)
	Al	Na	Cu	Al	Na	Cu	Cu
0	126	67	11	104	95	8	7,2
50	122	59	18	101	76	13	8,8
100	145	51	21	116	74	15	8,8
SzD <sub>5%</sub> (5)	14	9	2	14	8	2	0,5
Átlag (6)	131	59	17	107	82	12	8,1

Table 5. Impact of Cu treatments on the element content of potato in 1993 (mg kg<sup>-1</sup>) (Calcareous chernosem loamy soil, Nagyhörscsök, Mezőföld). (1) Cu treatment (kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>), (2) Leaf on 14/06, (3) Leaf on 12/07, (4) Tuber on 08/09, (5) LSD<sub>5%</sub>, (6) Mean.

A N-trágyázás drasztikus terméscsökkenést eredményezett ebben a száraz évben (6. táblázat). A N által okozott mérgezésre utal, hogy a gumó légszáraz-anyag-tartalma csökkenő az elszáradó termésben.

6. táblázat. *N-szintek hatása a gumóra betakarításkor (1993. 09. 08.) (mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörscsök, Mezőföld)*

N-szintek (kg/ha/év) (1)	Gumó (t/ha) (2)	Légszáraz anyag (%) (3)	Légszáraz gumó elemtartalomra (4)				
			N (%)	S (%)	Ca (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Sr (mg/kg)
0	16,1	18,6	1,60	0,12	544	4,6	3,3
100	13,3	18,3	1,80	0,13	649	5,0	3,4
200	10,6	17,6	1,92	0,14	682	5,8	3,8
300	9,8	17,8	2,00	0,14	861	5,7	3,9
SzD <sub>5%</sub> (5)	2,1	0,6	0,15	0,01	82	0,9	0,4
Átlag (6)	12,4	18,0	1,83	0,13	684	5,3	3,6

Megjegyzés: tőszám átlagosan 60 ezer db/ha.

Table 6. Impact of N levels on tubers at harvesting (08/09/1993) (Calcareous chernosem loamy soil, Nagyhörscsök, Mezőföld). (1) N levels (kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>), (2) Tuber (t ha<sup>-1</sup>), (3) Air-dry matter (%), (4) Air-dry tuber in terms of element content, (5) LSD<sub>5%</sub>, (6) Mean. Note: average plant number: 60 thousand plants per hectare.

Normál években, pozitív N-hatások esetén a N-bőség fiatalít, növeli a szövetek víztartalmát a K-hoz hasonlóan. A gumóban a töményedési effektus nyilvánult meg. A csökkenő termésben nőtt a N, S, Ca, Mn, Sr elemek koncentrációja (6. táblázat).

A légszáraz burgonya levelének és gumótermésének átlagos elemösszetételéről nyújt áttekintést a 7. táblázat. Összesen 6 makroelemet és 12 mikroelemet mutatunk be. Az As, Hg, Cd, Pb méréshatár alatt maradt a növényi szövetekben. Látható, hogy a fiatal, virágzás kezdetén vett levél a leggazdagabb N, K, P, S, Fe, Al, Cu, Ba, Mo elemekben. A keményítőben dús gumótermésben az ásványi elemek felhígulnak. A gumó P, Zn, Se elemektől eltekintve minden más elemben szegény. A N, P, K, tartalma az irodalmi optimum tartományban van. A 12,4 t/ha átlagos kicsi gumóterméssel mindössze kerekítve 23 kg N, 26 kg K (31 kg K<sub>2</sub>O), 4 kg P (9–10 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) mennyiséggel szegényedett a talaj.

A 10 tonna gumó tervezett elemigénye hasonló kísérleti körülmények között 18 kg N, 25 kg K<sub>2</sub>O, 8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1 kg CaO, 1–2 kg MgO mennyiségnek felelhet meg. Adataink felhasználhatók a tervezett burgonyatermés elemigényének számításakor a szaktanácsadásban.

7. táblázat. A légszáraz burgonya átlagos összetétele és az átlagos gumótermés elemfelvétele 1993-ban (mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörcsök, Mezőföld)

Elem jele (1)	Mérték-egység (2)	Levélben (3)		Gumó (4)	
		06. 14.	07. 12.	09. 08.	09. 08.
N	%	4,71	3,59	1,83	kg/ha 22,7
K	%	3,84	2,49	2,11	kg/ha 26,2
Ca	%	1,91	3,01	0,07	kg/ha 0,8
Mg	%	0,46	0,63	0,09	kg/ha 1,1
P	%	0,39	0,27	0,34	kg/ha 4,2
S	%	0,31	0,26	0,13	kg/ha 1,6

A 7. táblázat folytatása a következő oldalon ...

... a 7. táblázat folytatása

Elem jele (1)	Mérték- egység (2)	Levélben (3)		Gumó (4)	Mérték- egység (2)	Gumó (4)
		06. 14.	07. 12.	09. 08.		09. 08.
Fe	mg/kg	202	147	53	g/ha	65
Al	mg/kg	131	107	29	g/ha	36
Mn	mg/kg	64	73	5	g/ha	6
Sr	mg/kg	53	79	4	g/ha	5
Na	mg/kg	59	82	28	g/ha	35
B	mg/kg	28	29	5	g/ha	6
Cu	mg/kg	17	12	8	g/ha	10
Zn	mg/kg	15	11	21	g/ha	26
Ba	mg/kg	13	16	4	g/ha	5
Ni	mg/kg	1,1	0,6	0,6	g/ha	0,7
Mo	mg/kg	1,4	0,1	0,6	g/ha	0,7
Se	mg/kg	0,8	0,9	1,1	g/ha	1,4

Megjegyzés: optimum virágzás elején - *Bergmann* (1992) szerint: 5,0–6,5% N, 0,4–0,6% P, 5,0–6,6% K, 0,6–2,0% Ca, 0,25–0,80% Mg, 40–100 Mn, 20–80 Zn, 25–70 B, 7–15 Cu, 0,2–0,5 mg/kg Mo; - *Kádár* (2000) szerint: a virágzás elején 4,5–5,0% N, 0,4–0,5% P, 3,0–4,0% K, a virágzás végén 3,5–4,0% N, 0,25–0,30% P, 2,0–3,0% K, a gumóban betakarításkor 1,5–2,0% N, 0,25–0,30% P, 1,5–2,0% K.

*Table 7.* Average composition of the air-dry potato and element uptake of the average tuber yield in 1993 (calcareous chernosem loamy soil, Nagyhörcsök, Mezőföld). (1) Element, (2) Measurement unit, (3) In the leaf, (4) Tuber. Note: According to *Bergmann* (1992), optimal values at the beginning of flowering: 5.0–6.5% N, 0.4–0.6% P, 5.0–6.6% K, 0.6–2.0% Ca, 0.25–0.80% Mg, 40–100 Mn, 20–80 Zn, 25–70 B, 7–15 Cu, 0.2–0.5 mg kg<sup>-1</sup> Mo; - According to *Kádár* (2000), at the beginning of flowering: 4.5–5.0% N, 0.4–0.5% P, 3.0–4.0% K, at the end of flowering: 3.5–4.0% N, 0.25–0.30% P, 2.0–3.0% K, in the tuber, at the time of harvesting: 1.5–2.0% N, 0.25–0.30% P, 1.5–2.0% K.

## Irodalom

- Antal J.*: 1987. Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Becker-Dillingen, J.*: 1934. Handbuch der Ernährung der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen. Paul Parey Verlag. Berlin.
- Bergmann, W.-Neubert, P.*: 1976. Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. VEB Gustav Fischer Verlag. Jena.
- Bergmann, W.*: 1988. Ernährungstörungen bei Kulturpflanzen. VEB Gustav Fischer Verlag. Jena.

- Biczók Gy.–Németh T.–Ruda M.*: 1984. A burgonya tápelemfelhalmozás fenodinamikájának statisztikai és szimulációs vizsgálata. Working Paper. MTA SZTAKI. Budapest. 106.
- Birkmann, K. H.*: 1974. Einfluss der Kaliumernährung auf die Blaufleckigkeit der Kartoffel. Der Kartoffelbau. (Hildesheim). 25. 12: 362–363.
- Bittera M.*: 1923. Növénytermesztés. Pátria. Budapest.
- Black, W. N.–White, R. P.*: 1973. Effect of N, P, K and manure factorially applied to potatoes in a long-term study. Can. J. Soil Sci. 53. 2: 205–211.
- Cooke, G. W.*: 1981. Value of “Blueprints” in research and advisory work. Proc. 16<sup>th</sup> Colloquium of IPI. Bern. Switzerland. 199–207.
- Cserháti S.*: 1901. Általános és különleges növénytermelés II. kötet. Czéh Sándor-féle Könyvnyomda. Magyar-Óvár.
- Effmert, B.*: 1974. Wie verhindern wir das Auftreten von Blaufleckigkeit? Feldwirtschaft. (Berlin). 15. 8: 355–359.
- Evans, S. A.*: 1977. The place of fertilizers in “Blueprints” for the production of potatoes and cereals. Proc. 13<sup>th</sup> IPI. Bern. Switzerland. 231–241.
- Grábner E.*: 1948. Szántóföldi növénytermesztés III. Átdolgozott és bővített kiadás. Pátria. Budapest.
- Jakuskin, I. V.*: 1950. Növénytermelés I. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Kádár I.–Szemes I.*: 1994. A nyírlugosi tartamkísérlet 30 éve. MTA Talajtani és Agrokémiail Kutató Intézete. Budapest.
- Kádár I.*: 2000. A burgonya (*Solanum tuberosum* L.) tápelemfelvétele karbonátos csernozjom talajon. Növénytermelés. 49. 4: 533–545.
- Kádár I.–Márton L.–Horváth S.*: 2000. A burgonya (*Solanum tuberosum* L.) műtrágyázása meszes csernozjom talajon. Növénytermelés. 49. 2: 291–306.
- Kádár I.*: 2013. A NxCu×Mo kezelések hatása a tritikáléra. Agrokémia és Talajtan. Megjelenés alatt.
- Kortizics B. D.–Morocz I.*: 1856. Mezei gazdaság könyve. (Stephens Henry “The book of the farm” c. munkája nyomán.) Herz János Nyomda. Pest.
- Kunkel, R.–Holstad, N.–Butala, H.*: 1973. Fertilization and the blackspot problem in Washington’s Columbia Basin. Am. Pot. J. 50: 339–348.
- Láng G.*: 1976. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Mándy Gy.–Csák Z.*: 1965. A burgonya. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- MÉM NAK (Buzás I. et al. szerk.)*: 1979. Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer. Budapest.
- Neubert, P.–Wrazidlo, W.–Vielemeyer, H. P.–Hundt, I.–Gollmick, Fr.–Bergmann, W.*: 1970. Tabellen zur pflanzenanalyse – Erste orientierende übersicht – Inst. Fur Pflanzenernährung Jena. 69 Jena Naumburger Strasse 98. 40.
- Németh I.*: 1973. Trágyázás hatása különféle burgonyafajták hozamának és beltartalmának alakulására I. Trágyázás hatása a termésre. Növénytermelés. 22. 1: 73–82.

- Németh I.*: 1974. Trágyázás hatása különféle burgonyafajták hozamának és beltartalmának alakulására II. Növénytermelés. 23. 1: 55-69.
- Németh I.*: 1975. Trágyázás és csapadék hatása a különböző burgonyafajták tövenkénti gumószámának alakulására és összefüggése a terméssel. Növénytermelés. 24. 2: 227-234.
- Németh T.-Fridrich Z.*: 1979. Alapadatok a burgonya tápanyagfelvételi görbéjének kiméréséhez - A mezőgazdaság kemizálása. NEVIKI KAE. Keszthely. 114-121.
- Prjanisnyikov, D. N.*: 1965. Cszatnoe Zemledelije. Izbrannüe Szocsinenija II. Izd. "Kolosz". Moszkva.
- Perrenoud, S.*: 1993. Potato. Fertilizing for high yield. IPI Bulletin. N. 8. Basel. Switzerland.
- Radics L. (szerk.)*: 1994. Szántóföldi növénytermesztéstan. KÉE Kertészeti Kar. Budapest.
- Szemes I.-Lásztity B.-Mazsolán I.*: 1984. Adatok a feltöltő PK-műtrágyázás vizsgálatához rozsdabarna erdőtalajon. Növénytermelés. 33. 4: 351-356.
- Varis, E.*: 1970. Variation in the quality of table potato and the factors influencing it in Finland. Acta Agr. Fennica. 118. 3: 1-99.
- Vertregt, N.*: 1968. Relation between black spot and composition of potato tuber. Europ. Potato J. 11. 1: 34.

A szerző levelezési címe - Address of the author:

Dr. Kádár Imre  
MTA ATK Talajtani és Agrokémiiai Intézet  
Budapest  
Herman O. u. 15.  
H-1022  
kadar@rissac.hu



## Kukorica genotípusok tápanyag-reakciója és vízhasznosítása eltérő évjáratokban

PEPÓ PÉTER – KARANCSI LAJOS GÁBOR – NOVÁK ADRIENN

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

### Összefoglalás

Tartamkísérletben mészlepedékes csernozjom talajon vizsgáltuk eltérő genotípusú kukorica hibridek vízhasznosítását a Hajdúságban 2012–2014. években. A tartamkísérletben növekvő műtrágyakezelésekben (kontroll, N=30 kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=22,5 kg/ha, K<sub>2</sub>O=26,5 kg/ha alapkezelés, valamint ennek két-, három-, négy-, ötszörös dózisa) teszteltük a PR37M81 (FAO 360), a PR37N01 (FAO 380), a P9494 (FAO 390) és az SY Afinity (FAO 470) hibridet. Az eltérő vízellátottságú évjáratok ellenére a hibridek kontroll (műtrágyázás nélkül) termése igen magas termésszintet ért el (10,0–14,6 t/ha évjáratról függően). A műtrágyázás hatására mindhárom évben jelentős terméstöbbletet (2,6–6,1 t/ha) adtak a vizsgált hibridek. A kukorica hibridek termésmaximuma 13,2–18,6 t/ha között változott évjáratról függően. A kukorica hibridek fajlagos vízhasznosítását (WUE) elsősorban az évjárat vízellátottsága és a tápanyagellátás határozta meg, de a genotípusok között is különbségek voltak. A kontroll kezelésben a hibridek WUE értékei 26,57–59,90 kg/ha/mm, az N<sub>opt</sub>+PK kezelésben pedig 34,37–76,65 kg/ha/mm között változtak évjáratról függően. A legkedvezőbb vízhasznosítást a 2013. évben kaptuk, amikor a csernozjom talaj vízkészlete az őszi + téli hónapok csapadéka által feltöltődött. A régebbi kukorica genotípus (PR37M81) WUE értékeit az újabb hibridek (PR37N01, P9494, SY Afinity) vízhasznosítása meghaladta, kedvezőbb értékeket értek el az eltérő vízellátottságú évjáratokban és tápanyag-ellátottsági szinteken.

**Kulcsszavak:** kukorica, genotípus, trágyázás, fajlagos vízhasznosítás (WUE)

## Nutrient response and water use efficiency of maize genotypes in different crop years

P. PEPÓ – L. G. KARANCSI – A. NOVÁK

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

### Summary

The water use efficiency of different genotype maize hybrids was examined on calcareous chernozem soil in a long-term experiment in the Hajdúság region between 2012–2014. In the long-term experiment, increasing doses of fertilisation were applied (control,  $N=30 \text{ kg ha}^{-1}$ ,  $P_2O_5=22.5 \text{ kg ha}^{-1}$ ,  $K_2O=26.5 \text{ kg ha}^{-1}$  basic treatment, and doses 2, 3, 4 and 5 times as high) to test hybrids PR37M81 (FAO 360), PR37N01 (FAO 380), P9494 (FAO 390) and SY Afinity (FAO 470). Despite crop years with various water supply levels, the control yields of hybrids (non-fertilised) reached a rather high yield level ( $10.0\text{--}14.6 \text{ t ha}^{-1}$ , depending on crop year). As a result of fertilisation, the examined hybrids provided significant yield surplus ( $2.6\text{--}6.1 \text{ t ha}^{-1}$ ) in all three years. The maximum yield of maize hybrids was between  $13.2\text{--}18.6 \text{ t ha}^{-1}$ , depending on the given crop year. The specific water use efficiency of maize hybrids was mainly determined by the water supply level of the given crop year and their nutrient supply, but there were also differences between each genotype. In the control treatment, the WUE values ranged between  $26.57\text{--}59.90 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ , while they ranged between  $34.37\text{--}76.65 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$  in the  $N_{opt}+PK$  treatment, depending on the given crop year. The most favourable WUE value was observed in 2013, when the water stock of the chernozem soil was replenished by the rainfall of the autumn and winter months. The WUE values of the older maize genotype (PR37M81) was surpassed by that of newer hybrids (PR37N01, P9494, SY Afinity), as they had more favourable results in different crop years and nutrient supply levels.

**Key words:** maize, genotype, fertilisation, specific water use efficiency

## Реакция генотипов кукурузы на питательные вещества и её усвоение воды в различные годы выращивания

П. ПЕПО – Л. Г. КАРАНЧИ – А. НОВАК

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

### Резюме

В продолжительном опыте, на чернозёмной с известковым налётом почве, исследовали усвоение воды кукурузных гибридов различных генотипов в области Хайдусаг (Hajdúság) в 2012–2014 годы. В продолжительном опыте в растущих дозах искусственных удобрений (контроль, N=30 kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=22,5 kg/ha, K<sub>2</sub>O=26,5 kg/ha основная доза, и также двух-, трёх-, четырех-, пятикратные дозы этого) тестировали гибрид PR37M81 (FAO 360), PR37N01 (FAO 380), P9494 (FAO 390) и SY Afinity (FAO 470). Несмотря на различные по водообеспеченности годы урожай гибридов контроля (без искусственных удобрений) достиг высокого уровня (10,0–14,6 t/ha в зависимости от года). Под влиянием искусственных удобрений во всех трёх годах исследованные гибриды дали значительную прибавку урожая (2,6–6,1 t/ha). Максимумы урожая гибридов кукурузы изменялись между 13,2–18,6 t/ha в зависимости от года выращивания. Удельную водоусвояемость кукурузных гибридов (WUE) в первую очередь определяли обеспеченность водой года выращивания и обеспеченность питательными веществами, но и между генотипами были различия тоже. В контрольной дозе величины WUE гибридов были в рамках 26,57–59,90 kg/ha/mm, а в обработке N<sub>opt</sub>+PK изменялись в пределах 34,37–76,65 kg/ha/mm в зависимости от года. Самое благоприятное усвоение воды получили в 2013 году, когда запас воды чернозёмной почвы за время осенних + зимних месяцев наполнился в ходе осадков. Величины WUE более старых генотипов кукурузы (PR37M81) превосходили усвоение воды новыми гибридами (PR37N01, P9494, SY Afinity), получили более благоприятные показатели в различные по обеспеченности водой годы и на разных уровнях обеспечения питательными веществами.

**Ключевые слова:** кукуруза, генотип, внесение удобрений, удельное усвоение воды (WUE)

## Bevezetés

A magyar növénytermesztést a gabonacentrikus vetésszerkezet jellemzi. Napjainkban a kalászos gabonák és a kukorica együttes vetésterülete megközelíti a hazai szántóterület 70%-át. A kukoricát 1,1–1,3 millió ha területen termesztik Magyarországon, az országos termésátlagok pedig 4,5–7,5 t/ha között változnak részben az évjáráttól, részben a genotípustól, részben pedig az alkalmazott agrotechnikától függően. A kukorica termése jelentősen változik ezen túlmenően üzemi és tábla szinten egyaránt, amely e növény kifejezett érzékenységét mutatja az ökológiai és agrotechnikai tényezőkkel szemben (Pepó et al. 2006). Az agrotechnikai tényezők közül a trágyázás, a biológiai alapok (genotípus), a növényvédelem, a tőszám, az öntözés meghatározó szerepet játszik a kukorica terméseredményének kialakításában (Győrffy 1976, Nagy 1996, Sárvári és Szabó 1998, Pepó 2001, Pepó és Csajbók 2014). A globális klímaváltozás hatása miatt hazánk időjárása jelentős mértékben szélsőségesé vált az elmúlt évtizedekben. Az időjárási tényezők kedvezőtlen hatása, mint abiotikus stresszhatás jelentkezik a kukorica vegetatív és generatív fejlődési szakasaiban, ezáltal jelentősen csökkentve a termésmennyiséget (Ruzsányi 1990, Pepó et al. 2005, Hoffmann et al. 2007, Plavsic et al. 2007). Az időjárási stressztényezők negatív hatását részben a megfelelő hibrid megválasztásával, részben az agrotechnikai tényezők, így a tápanyagellátás szakszerű alkalmazásával mérsékelni lehet (Pepó et al. 2007).

A kukorica kifejezetten tápanyagigényes növény, a kijuttatott műtrágyákat kedvező hatékonysággal veszi fel és hasznosítja. A trágyázás hatására kapott termésnövekedés mértékét az évjárat vízellátottsága (Ruzsányi 1990), az alkalmazott hibrid (Sárvári és Boros 2010), valamint bizonyos agrotechnikai elemek (állománysűrűség, öntözés, gyomirtás stb.) befolyásolják (Berényi et al. 2007, Pepó 2009).

A kukorica a C4 típusú növények közé tartozik, mely növények potenciális CO<sub>2</sub>-hasznosítása, a tápanyagok és a víz felvétele és azok szerves anyagokba történő beépítése sokkal hatékonyabb a C3 típus szerint fotoszintetizáló növényeknél. A kukorica vízhasznosítása (WUE=Water Use Efficiency) megközelítőleg kétszerese a C3 növényeknek azonos ökológiai feltételek mellett (Huang et al. 2006). Száraz és öntözött körülmények között a kukorica vízhasznosítása (WUE) és öntözővíz hasznosítása (IWUE) jelentősen eltért egymástól (Blümling et al. 2011, Hamdy 2011).

A kutatásunk során célunk az volt, hogy az eltérő évjáratokban (vízellátottságbeli különbségek a kukorica vegetációs periódusában, illetve azt megelőzően, a hőmérséklet változása), különböző tápanyag-ellátottsági szinteken határozzuk meg a kukorica genotípusok termésmennyiségét, valamint a hibridek vízhasznosítását. A kukorica vízhasznosítását (WUE) a termésmennyiség (kg/ha) és a vegetációs periódusban (április–szeptember) lehullott csapadék hányadosaként határozzuk meg.

### Anyag és módszer

#### *A kísérleti telep fontosabb jellemzői*

A vizsgálatokat a Debreceni Egyetem ATK Látóképi Kísérleti Telepén végeztük a 2012–2014. években. A kísérleti telep Debrecentől 15 km-re nyugati irányban fekszik, a Hajdúsági löszháton (északi szélesség  $47^{\circ} 33'$ , keleti hosszúság  $21^{\circ} 27'$ ). A kísérlet talaja löszön képződött, mély humusrétegű ( $H=2,6\%$ , vastagsága 80–100 cm) alföldi mészlepedékes csernozjom talaj. A kísérleti terület talaja jó kultúrállapotú, középkötött, talajfizikailag a vályog ( $K_A=42$ ) kategóriába sorolható. A talaj eredeti AL-oldható  $P_2O_5$ -tartalma 130 mg/kg, AL-oldható  $K_2O$ -tartalma 240 mg/kg.

A split-split-plot elrendezésű tartamkísérlet beállítására 1983. évben került sor. A tartamkísérletben 6 tápanyagszintet alkalmaztunk. A kontroll (műtrágyázás nélkül) kezelés mellett az alap műtrágya adagot ( $N=30$  kg/ha,  $P_2O_5=22,5$  kg/ha,  $K_2O=26,5$  kg/ha) és annak két-, három-, négy- és ötszörös mennyiségét jutattuk ki. A nitrogén műtrágya 50%-a ősszel, 50%-a a vetés előtt, tavasszal került kiszórásra. A foszfor és kálium kijuttatása ősszel, a szántást megelőzően történt. A bruttó és nettó parcellaterület 9,12 m<sup>2</sup>, illetve 7,60 m<sup>2</sup> volt. A kísérletet négy ismétlésben állítottuk be.

#### *A kísérletben vizsgált hibridek*

A kísérletben a következő kukorica genotípusok vizsgálatát végeztük el:

- PR37M81 (FAO 360),
- PR37N01 (FAO 380),
- P9494 (FAO 390),
- SY Afinity (FAO 470).

A kísérletben mindhárom évben őszi búza szerepelt előveteményként. A kísérletben egységes agrotechnikát (talajművelés, vetés, növényvédelem,

betakarítás) alkalmaztunk, amely a korszerű kukorica termesztés feltételeit kielégítette és jellemző volt a tájkerületben alkalmazott technológiára.

#### *A kísérleti évek időjárása*

A kísérleti évek fontosabb időjárási adatait – a 30 éves átlagokkal együtt – az 1–2. táblázat tartalmazza. A három vizsgálati évben a tenyészidő előtti hónapok (október–március) csapadék mennyiségét is feltüntettük, mivel a kísérleti terület mészlepedékes csernozjom talaja jelentős vízmennyiség raktározására képes. A 2012. évben a téli félév száraz (136,4 mm) volt, a vegetációs periódusban átlagos csapadékmennyiséget (256,6 mm) mértünk, igen kedvező eloszlással (május 71,9 mm, június 91,7 mm, július 65,3 mm). A 2013. év vegetációs periódusa előtt rendkívül jelentős volt a csapadék mennyisége (332,7 mm), amely rendkívül kedvező módon kompenzálni tudta az átlagos mennyiségű (242,9 mm) vegetációs periódusbeli csapadékot, amelynek eloszlása is kedvezőtlen volt (május 68,7 mm, június 30,8 mm, július 15,6 mm). A 2014. évben átlagos mennyiségű (167,1 mm) volt a vegetációs periódus előtti időszak csapadék mennyisége, viszont jelentős mennyiségű csapadék (385,4 mm) hullott a tenyészidőszakban, de annak eloszlása kedvezőtlen volt (május 69,4 mm, június 7,9 mm, július 128,0 mm). Mindhárom vizsgálati évben a kritikus hónapok (június, július, augusztus) havi átlaghőmérséklete meghaladta a 30 éves átlagot.

1. táblázat. *A csapadék mennyisége a kukorica vegetációs periódusa előtt és a tenyészidőszak alatt (Debrecen)*

Tenyészév (1)	Vegetáció előtti csapadék (X–III.) (mm) (2)	Csapadék (mm) (3)						
		Ápr. (4)	Máj. (5)	Jún. (6)	Júl. (7)	Aug. (8)	Szept. (9)	Összes (10)
2012	136,4	20,7	71,9	91,7	65,3	4,1	2,9	256,6
2013	332,7	40,8	68,7	30,8	15,6	32,2	47,6	242,9
2014	167,1	39,6	69,4	7,9	128,0	44,8	95,7	385,4
30 éves átlag (11)	220,2	42,4	58,8	79,5	65,7	60,7	38,0	345,1

*Table 1.* Amount of rainfall before the vegetation period and during the growing season of maize (Debrecen). (1) Agricultural year, (2) Rainfall before the vegetation period (months X–III.) (mm), (3) Rainfall (mm), (4) April, (5) May, (6) June, (7) July, (8) August, (9) September, (10) All, (11) 30-year-average

2. táblázat. A havi átlaghőmérséklet a kukorica tenyészideje alatt (Debrecen)

Tenyészév (1)	Havi átlaghőmérséklet (°C) (2)					
	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl.	Aug.	Szept.
	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
2012	11,7	16,4	20,9	23,3	22,5	18,5
2013	12,0	16,6	19,6	21,2	21,5	14,0
2014	12,3	15,4	19,0	21,2	19,8	16,7
30 éves átlag (9)	10,7	15,8	18,7	20,3	19,6	15,8

Table 2. Monthly mean temperature during the growing season of maize (Debrecen). (1) Agricultural year, (2) Monthly mean temperature (°C), (3) April, (4) May, (5) June, (6) July, (7) August, (8) September, (9) 30-year-average

## Eredmények

### A kukorica hibridek tápanyag-reakciója

A kísérlet mészlepedékes csernozjom talaja kiváló tápanyag- és vízgazdálkodási tulajdonságokkal rendelkezik. Az 1983. évben beállított tartamkísérlet talajának természetes tápanyag-szolgáltató képességét jól jelzik a kontroll kezelésben kapott terméseredményei a vizsgált kukorica hibrideknek (3–5. táblázat). Annak ellenére, hogy ezeken a parcellákon mintegy 30 éve nem juttattunk ki műtrágyát, a kontroll kezelés termésszintje rendkívül magas, 10 t/ha körüli volt a vizsgált genotípusoknál. Bár a vizsgált három évjárat eltérő agrometeorológiai paraméterekkel (csapadék, hőmérséklet) jellemezhető, mégis jelentősebb különbségeket az évjáratok között nem tapasztaltunk a kontroll kezelés termésében. A 2012. vegetációs periódusban a kontroll kezelésben a termés 10 012–11 581 kg/ha, 2013. évben 10 630–14 550 kg/ha, 2014. évben 10 434–11 355 kg/ha között változott kukorica hibridtől függően. Mindhárom évben kedvező természetes tápanyag-hasznosító képességgel (magas kontroll termés) volt jellemezhető az SY Afinity és a PR37N01 hibrid.

A növekvő műtrágya adagok hatására a kukorica hibridek terméseredménye jelentős mértékben növekedett (3–5. táblázat). A három vizsgálati év közül a legnagyobb termést 2013. évben kaptuk, amikor a termésmaximumok 16 754–18 619 kg/ha között változtak. Ebben az évben hullott a legkevesebb csapadék a vegetációs periódusban (242,9 mm), viszont az őszi + téli hónapok

csapadék rendkívül kedvező mennyiségű (332,7 mm) volt. A 2012. és 2014. évi termésmaximumok közel hasonló szinten változtak. 2012. évben 13 402–14 972 kg/ha, 2014. évben 13 247–14 736 kg/ha között változott a hibridek legnagyobb termése, annak ellenére, hogy a két évjárat időjárás szempontjából jelentősen különbözött egymástól, de ezek az ellentétes hatások egymást kiegyenlítették. A 2012. év tenyészidejét megelőző őszi + téli hónapok csapadéka (136,4 mm) és a vegetációs periódusé (256,6 mm) is szerényebb mértékű volt, de a csapadék eloszlása nagyon kedvezett a kukorica vegetatív és generatív fejlődésének (május 71,9 mm, június 91,7 mm, július 65,3 mm). A 2014. év vegetációs periódusában (385,4 mm) és az azt megelőző időszakban (október–március 167,1 mm) is több csapadék hullott, de a kritikus időszakban (június 7,9 mm) rendkívüli szárazság és meleg volt a jellemző.

3. táblázat. A műtrágyázás hatása a kukorica genotípusok termésére és terméstöbbletére (kg/ha)  
(Debrecen, 2012)

	PR37M81		PR37N 01		P9494		SY Afinity	
	Termés (1)	Termés- többlet (2)	Termés (1)	Termés- többlet (2)	Termés (1)	Termés- többlet (2)	Termés (1)	Termés- többlet (2)
∅	10 012	0	11 581	0	11 372	0	10 768	0
N <sub>30</sub> +PK	11 471	1459	12 840	1259	12 558	1186	12 191	1423
N <sub>60</sub> +PK	12 517	2505	13 618	2037	13 970	2598	13 576	2808
N <sub>90</sub> +PK	13 402	3390	14 145	2564	14 276	2904	14 972	4204
N <sub>120</sub> +PK	12 760	2748	13 470	1889	13 871	2499	14 073	3305
N <sub>150</sub> +PK	12 535	2523	13 962	2381	13 608	2236	14 105	3337
SzD <sub>5%</sub> (3)					1548			

Table 3. The impact of fertilisation on the yield and yield surplus of maize genotypes (kg ha<sup>-1</sup>) (Debrecen, 2012). (1) Yield, (2) Yield surplus, (3) LSD<sub>5%</sub>

A műtrágyázás hatására a kukorica hibridek eltérő terméstöbblettel reagáltak. A 2012. tenyészévben a műtrágyázás terméstöbblete 2564–4204 kg/ha, a 2013. évben 3226–6124 kg/ha, a 2014. vegetációs periódusban pedig 2813–3381 kg/ha között változott genotípustól függően.



4. táblázat. A műtrágyázás hatása a kukorica genotípusok termésére és terméstöbbletére (kg/ha)  
(Debrecen, 2013)

	PR37M81		PR37N 01		P9494		SY Afinity	
	Termés (1)	Termés- többlet (2)	Termés (1)	Termés- többlet (2)	Termés (1)	Termés- többlet (2)	Termés (1)	Termés- többlet (2)
∅	10 630	0	14 250	0	11 293	0	14 550	0
N <sub>30</sub> +PK	14 123	3493	15 641	1391	14 388	3095	16 570	2020
N <sub>60</sub> +PK	14 611	3981	15 965	1715	15 092	3799	16 643	2093
N <sub>90</sub> +PK	14 757	4127	16 519	2269	16 263	4970	16 736	2186
N <sub>120</sub> +PK	14 838	4208	17 476	3226	17 132	5839	18 619	4069
N <sub>150</sub> +PK	16 754	6124	17 127	2877	15 206	3913	17 718	3168
SzD <sub>5%</sub> (3)					1363			

Table 4. The impact of fertilisation on the yield and yield surplus of maize genotypes (kg ha<sup>-1</sup>) (Debrecen, 2013). (1) Yield, (2) Yield surplus, (3) LSD<sub>5%</sub>

5. táblázat. A műtrágyázás hatása a kukorica genotípusok termésére és terméstöbbletére (kg/ha)  
(Debrecen, 2014)

	PR37M81		PR37N 01		P9494		SY Afinity	
	Termés (1)	Termés- többlet (2)	Termés (1)	Termés- többlet (2)	Termés (1)	Termés- többlet (2)	Termés (1)	Termés- többlet (2)
∅	10 434	0	11 289	0	10 218	0	11 355	0
N <sub>30</sub> +PK	12 420	1986	12 712	1423	12 703	2485	13 491	2136
N <sub>60</sub> +PK	12 712	2278	12 918	1629	12 892	2674	13 663	2308
N <sub>90</sub> +PK	12 891	2457	13 825	2536	13 130	2918	14 571	3216
N <sub>120</sub> +PK	13 247	2813	14 596	3307	13 858	3640	14 736	3381
N <sub>150</sub> +PK	11 521	1087	13 440	2159	13 524	3306	13 295	1940
SzD <sub>5%</sub> (3)					1472			

Table 5. The impact of fertilisation on the yield and yield surplus of maize genotypes (kg ha<sup>-1</sup>) (Debrecen, 2014). (1) Yield, (2) Yield surplus, (3) LSD<sub>5%</sub>

A hibrideknek nem csak a természetes tápanyag-hasznosítása különbözött vizsgálati eredményeink alapján. Különbségeket lehetett megállapítani a hibridek termésmaximumában és az  $N_{opt}+PK$  adagjában is az évjáratoktól függően. Mindhárom vizsgált évjáratban a legnagyobb termést az SY Afinity hibrid adta (2012. évben 14 972 kg/ha, 2013. évben 18 619 kg/ha, 2014. évben 14 736 kg/ha). Különbségek voltak az  $N_{opt}+PK$  adagokban az egyes évjáratokban (3–5. táblázat). A 2012. évben a vizsgált kukorica genotípusok az  $N_{90}+PK$  kezelésben, a 2013. évben az  $N_{120-150}+PK$  kezelésben, a 2014. évben pedig az  $N_{120}+PK$  kezelésben érték el a termésmaximumukat.

#### *A kukorica hibridek vízhasznosítása*

A kukorica vízhasznosítását jellemző WUE (Water Use Efficiency) értékek jól jellemzik egyrészt az ökológiai tényezők (évjárat), másrészt a genotípus (hibrid), harmadrészt pedig az agrotechnika (trágyázás) hatását a növényállományok fajlagos vízfogyasztására. A vizsgált évek és hibridek WUE értékeit a kontroll és az  $N_{opt}+PK$  kezelésben a 1–3. ábrák tartalmazzák.

1. ábra. A tápanyagellátás hatása a kukorica genotípusok fajlagos vízhasznosítására (Debrecen, 2012)

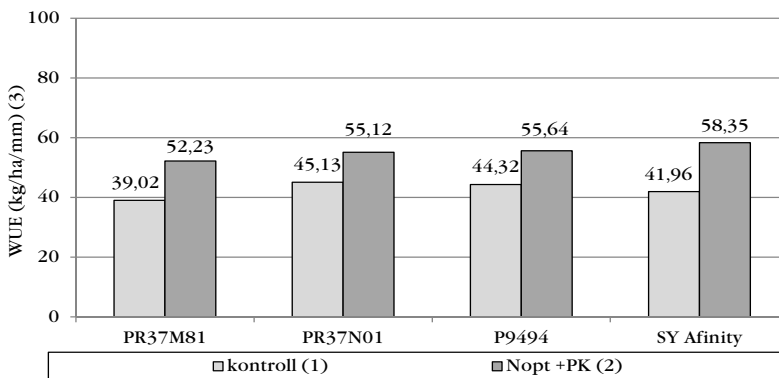


Figure 1. The impact of nutrient supply on the specific WUE of maize genotypes (Debrecen, 2012). (1) Control, (2)  $N_{opt}+PK$ , (3) WUE ( $\text{kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$ )

A vizsgálati eredményeink azt bizonyították, hogy a WUE értékeket a legnagyobb mértékben az évjárat befolyásolta. A legkedvezőbb értékeket a 2013. évben kaptuk mind a kontroll (43,76–59,90 kg/ha/mm), mind az  $N_{opt}+PK$  ke-

zelésben (68,97–76,65 kg/ha/mm). Ennél kisebb WUE értékekkel volt jellemezhető mind a 2012., de főleg a 2014. tenyészév.

2. ábra. A tápanyagellátás hatása a kukorica genotípusok fajlagos vízhasznosítására (Debrecen, 2013)

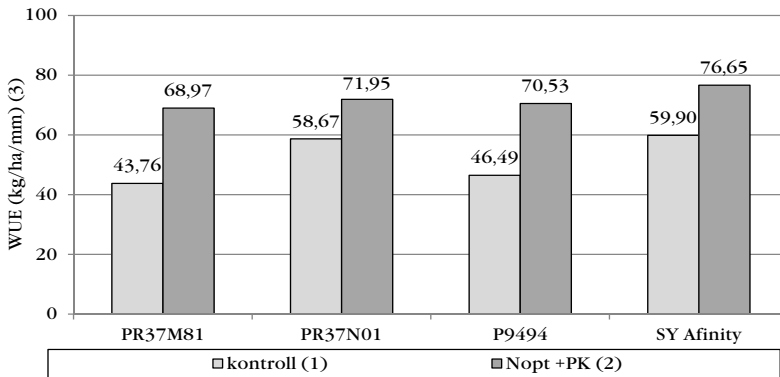


Figure 2. The impact of nutrient supply on the specific WUE of maize genotypes (Debrecen, 2013). (1) Control, (2)  $N_{opt}+PK$ , (3) WUE ( $\text{kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$ )

3. ábra. A tápanyagellátás hatása a kukorica genotípusok fajlagos vízhasznosítására (Debrecen, 2014)

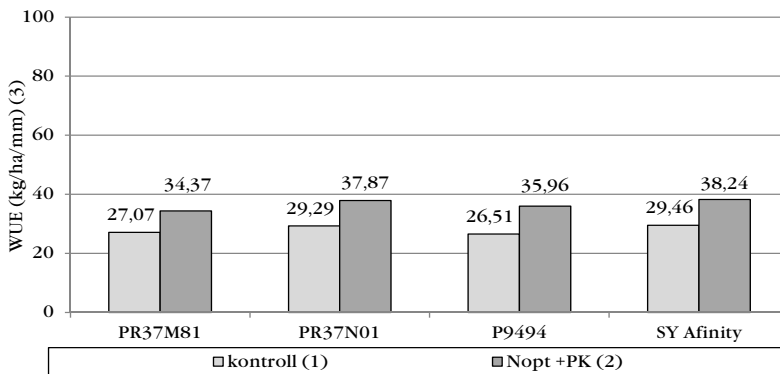


Figure 3. The impact of nutrient supply on the specific WUE of maize genotypes (Debrecen, 2014). (1) Control, (2)  $N_{opt}+PK$ , (3) WUE ( $\text{kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$ )

Igen jelentős volt a tápanyagellátás hatása a WUE értékekre. Mindhárom évjáratban, valamennyi vizsgált hibrid esetében a kontroll kezelést lényegesen kisebb WUE értékek jellemezték (2012. évben 39,02–45,13 kg/ha/mm, 2013. évben 43,76–59,90 kg/ha/mm, 2014. évben 27,07–29,46 kg/ha/mm), mint az optimális NPK-műtrágya kezelésben (52,23–58,35 kg/ha/mm, 68,97–76,65 kg/ha/mm, illetve 34,37–38,24 kg/ha/mm). Relatíván a legkisebb különbségeket a WUE értékekben a kukorica hibridek között lehetett tapasztalni. A vizsgálati eredményeink azt bizonyították, hogy a relatíve régebbi genotípus (PR37M81) WUE értékei mérsékeltőbbek voltak az új genotípusok (PR37N01, P9494, SY Afinity) értékeihez viszonyítva. Az optimális műtrágya ellátással tehát nemcsak a kukorica hibridek termésmennyiségét lehetett növelni jelentős mértékben még a kiváló víz- és tápanyag-gazdálkodású csernozjom talajon, hanem javítani lehetett a kukorica hibridek fajlagos vízhasznosítását is (kedvezőbb WUE értékek az  $N_{opt}+PK$  kezelésekből). A kukorica hibridek WUE értékei az egyes évjáratokban különbségeket mutattak, de eltérések voltak a hibridek vízhasznosításában (eltérő WUE értékek) adott évjáraton belül is.

### Következtetések

Tartamkísérleteink eredményei azt bizonyították, hogy a kukorica a környezeti feltételekre (időjárás, talaj) kifejezetten érzékeny növényi kultúra. Az évjáratok (részben az őszi + téli hónapok, részben a vegetációs periódus) eltérő csapadék mennyiségéből, illetve annak változó eloszlásából eredő különbségeit a kiváló vízgazdálkodású csernozjom talaj mérsékelni, képes volt pufferni. Az egymástól jelentősen eltérő 2012., 2013. és 2014. vizsgálati években ennek megfelelően meglehetősen magas termésszintet értünk el az  $N_{opt}+PK$  műtrágya-kezelésekben (2012-ben 13,4–15,0 t/ha, 2013-ban 16,8–18,6 t/ha, 2014-ben 13,2–14,7 t/ha). A mészlepedékes csernozjom talaj kiváló természetes tápanyag-szolgáltató képességét bizonyították a relatíve magas termésszintek a kontroll kezelésben az egyes évjáratokban (2012-ben 10,0–11,6 t/ha, 2013-ban 10,6–14,6 t/ha, 2014-ben 10,4–11,4 t/ha). A magas kontroll termésszintek ellenére a műtrágyázás termésnövelő hatása, terméstöbblete mindhárom évjáratban jelentős mértékű volt (2012-ben 2,6–4,2 t/ha, 2013-ban 3,2–6,8 t/ha, 2014-ben 2,8–3,6 t/ha műtrágyázási terméstöbblet). Optimális műtrágya adagnak 2012-ben az  $N_{90}+PK$ , 2013-ban az  $N_{120-150}+PK$ , 2014-ben az  $N_{120}+PK$  kezelés bizonyult. Mindhárom évben a legnagyobb termést az SY Afinity hibrid adta.

A kukorica hibridek vízhasznosítását (WUE) elsősorban az évjárat és a tápanyagellátás befolyásolta. A kontroll kezeléshez képest mindhárom évjáratban, valamennyi vizsgált hibridnél sokkal kedvezőbb WUE értékeket kaptunk kedvező tápanyagellátás esetén. Optimális tápanyagellátással tehát nemcsak a hibridek termésmennyisége növelhető hatékonyan, hanem a kukorica genotípusok vízhasznosítása is. Vizsgálataink szerint a régebbi genotípushoz (PR37M81) képest az újabb kukorica genotípusok (PR37N01, P9494, SY Afinity) kedvezőbb WUE értékekkel jellemezhetők.

### Irodalom

- Berényi, S.–Vad, A.–Pepó, P.*: 2007. Effects of fertilization and cropyears on maize (*Zea mays* L.) yields is different crop rotation. *Cereal Res. Commun.* 35. 2: 241–244.
- Blümling, B.–Yang, H.–Pahl-Wostl, C.*: 2011. Proposal for the integration of irrigation efficiency and agricultural water productivity. *Options méditerranéennes. Series B.* 57: 263–280.
- Győrffy B.*: 1976. A kukorica termésére ható növénytermesztési tényezők értékelése. *Agrártudományi Közlemények.* 35: 239–266.
- Hamdy, A.*: 2011. Water use efficiency in irrigated agriculture: an analytical review. *Options méditerranéennes. Series B.* 57: 9–19.
- Hoffmann, S.–Debreczeni, K.–Hoffmann, B.–Berecz, K.*: 2007. Grain yield of wheat and maize as affected by previous crop and seasonal impact. *Cereal Res. Commun.* 35. 2: 469–472.
- Huang, R.–Birch, J.–George, D. L.*: 2006. Water use efficiency in maize production – the challenge and improvement strategies. [In: Hutchins et al. (eds.) *Maize Association of Australia.*] 6<sup>th</sup> Triennial Conference and Proceedings.
- Nagy, J.*: 1996. Effects of tillage, fertilization, plant density and irrigation on maize (*Zea mays* L.) yields. *Acta Agronomica Hungarica.* 196. 2–3: 189–202.
- Pepó P.*: 2001. A genotípus és a vetésváltás szerepe a kukorica tápanyagellátásában csernozjom talajon. *Növénytermelés.* 50. 2–3: 189–202.
- Pepó P.*: 2009. A kukorica (*Zea mays* L.) termése és növénydőlése száraz és csapadékos évjáratban csernozjom talajon. *Növénytermelés.* 58. 3: 53–66.
- Pepó P.–Csajbók J.*: 2014. Agrotechnikai tényezők szerepe a kukorica (*Zea mays* L.) termesztésben. *Növénytermelés.* 63. 2: 45–68.
- Pepó P.–Vad A.–Berényi S.*: 2005. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica termésére monokultúras termesztésben. *Növénytermelés.* 54. 4: 317–326.
- Pepó P.–Vad A.–Berényi S.*: 2006. Effect of some agrotechnical elements on the yield of maize on chernozem soil. *Cereal Res. Commun.* 34. 1: 621–624.

- Pepó, P.–Zsombik, L.–Vad, A.–Berényi, S.–Dóka, L.:* 2007. Agroecological and management factors with impact on the yield and yield stability of maize (*Zea mays* L.) in different crop rotation. *Analele Universitatii Oradea. Facultatea de Protectia Mediului.* 13: 181–187.
- Plavsic, H.–Josipovic, M.–Andric, L.–Jambrovic, A.–Sostaric, J.:* 2007. Influence of irrigation and fertilization on maize (*Zea mays* L.) properties. *Cereal Res. Commun.* 35. 2: 933–936.
- Ruzsányi L.:* 1990. A növények elővetemény-hatásának értékelése vízháztartási szempontból. *Növénytermelés.* 40. 1: 71–77.
- Sárvári M.–Boros B.:* 2010. A vetésváltás és az NPK tápanyagellátás hatása a kukorica termésére. *Növénytermelés.* 59. 3: 37–52.
- Sárvári M.–Szabó P.:* 1998. A termesztési tényezők hatása a kukorica termésére. *Növénytermelés.* 47. 2: 213–221.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

\*Dr. Pepó Péter – Karancsi Lajos Gábor – Novák Adrienn  
Debreceni Egyetem MÉK  
Növénytudományi Intézet  
Debrecen  
Böszörményi út 138.  
H-4032  
\*pepopeter@agr.unideb.hu

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

SURÁNYI SZILVIA - IZSÁKI ZOLTÁN

Szent István Egyetem Gazdasági, Agrár- és Egészségtudományi 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 N-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. és 2012. évben végzett kísérletek N-trágyázási eredményeit mutatjuk be.

1. A talaj 320-324 mg/kg AL-K<sub>2</sub>O és 118-251 mg/kg AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ellátottsága mellett 2011-ben a növekvő adagú N-trágyázás szignifikánsan emelte az őszi árpa bokrosodáskori tápelem-koncentrációját a N-, a K-, a Ca- és a Mn-tápelemek esetében a kontrollhoz képest. Míg a 2012-es kísérleti évben csak a N, a Mn és a Zn tápelemeknél tapasztaltunk megbízható koncentráció-növekedést a jobb N-ellátottság eredményeként.
2. A legmagasabb tápelem-koncentrációkat mind a makroelemek, mind a mikroelemek esetében túlnyomó részt a 240 kg/ha N-ellátás eredményezte, azonban a termés-maximumot mindkét vizsgálati évben a 160 kg/ha N-ellátás használata mellett kaptuk.
3. A maximális terméshozamhoz tartozó kielégítő tápláltsági állapotot a következő tápelem-koncentrációkkal jellemezhetjük az őszi árpa bokrosodáskori fejlettségi állapotában: N 3,47-3,85%, P 0,29-0,41%, K 3,07-4,16%, Ca 0,46-0,57%, Mg 0,18-0,22%, Na 0,18-0,23%, Mn 57-74 mg/kg, Zn 22-30 mg/kg, Cu 5-7 mg/kg, B 4-5 mg/kg, Mo 0,19-0,22 mg/kg.

4. Az őszi árpa bokrosodáskori tápelem-koncentrációja és a szemtermés alakulása között a N-tápelem esetében szoros, míg, K és a Ca esetében közepes korrelációt a kaptunk.

**Kulcsszavak:** N-ellátottság, őszi árpa, makro- és mikroelemek, tápelem-koncentráció

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

SZ. SURÁNYI - Z. IZSÁKI

Szent István University, Faculty of Economics, Agricultural and Medical Sciences,  
Tessedik Campus, Szarvas

### **Summary**

The purpose of the experimental development of winter barley fertilisation consultancy was examine the impact of different N 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 a whole treatment combination with 64 treatments and three replications. This study presents the N fertilisation results of experiments performed in 2011 and 2012.

1. In 2011, when the AL-K<sub>2</sub>O supply of the soil was 320-324 mg kg<sup>-1</sup> and the AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> supply was 118-251 mg kg<sup>-1</sup>, the increasing dose of N fertilisation significantly increase the nutrient concentration of winter barley at tillering in the case of N, K, Ca and Mn in comparison with the control treatment. In 2012, significant increase in concentration was observed only in the case of N, Mn and Zn as a result of better N supply.
2. The highest nutrient concentrations resulted from 240 kg ha<sup>-1</sup> N supply both in the case of macro- and microelements, but the maximum yield was obtained in the case of 160 kg ha<sup>-1</sup> N supply in both examined years.
3. The satisfactory nourishment status of the maximum yield can be characterised with the following nutrient concentrations in the development level of winter



barley at tillering: N 3.47–3.85%, P 0.29–0.41%, K 3.07–4.16%, Ca 0.46–0.57%, Mg 0.18–0.22%, Na 0.18–0.23%, Mn 57–74 mg kg<sup>-1</sup>, Zn 22–30 mg kg<sup>-1</sup>, Cu 5–7 mg kg<sup>-1</sup>, B 4–5 mg kg<sup>-1</sup>, Mo 0.19–0.22 mg kg<sup>-1</sup>.

4. There was a close correlation between the nutrient concentration of winter barley and grain yield in the case of N, while the correlation was moderate in the case of K and Ca.

**Key words:** N supply, winter barley, macro- and microelements, nutrient concentration

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

С. ШУРАНЬИ – З. ИЖАКИ

Университет им. Св. Иштвана Экономический, Аграрный и Санитарный Факультет,  
Tessedik Campus, г. Сарваш

### Резюме

Для развития профессионального консультирования удобрения озимого ячменя целью нашей исследовательской работы было изучить на хорошо различимых уровнях обеспеченности питательными элементами почвы, в продолжительном опыте искусственных удобрений влияние различного обеспечения N-ом на концентрацию макро- и микроэлементов озимого ячменя во время кушения и на количество урожая на чернозёмной луговой почве.

Продолжительный опыт искусственных удобрений заложили в 1989 году на чернозёмной, в глубине карбонатной, луговой почве, на 4x4 уровнях обеспеченности N, P и K-ем, в полной комбинации доз, с 64 дозами, в трёх повторениях. В этой нашей работе показываем результаты опытов удобрения N-ом, проведённых в 2011 и 2012 годах.

1. Вместе с обеспеченностью почвы 320–324 mg/kg AL-K<sub>2</sub>O и 118–251 mg/kg AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в 2011-ом году растущая доза N-удобрения значительно повысила концентрацию питательных элементов озимого ячменя во время кушения в случае питательных элементов N, K, Ca и Mn по сравнению с контролем. А в 2012-ом

- году только у питательных элементов N, Mn и Zn установили доказуемый рост концентрации как результат лучшей обеспеченности N-ом.
2. Большую часть самых высоких концентраций питательных элементов как в случае макроэлементов, так и в случае микроэлементов дала обеспеченность N-ом дозой 240 kg/ha, однако максимум урожая во обоих годах исследования получили при использовании дозы 160 kg/ha N-ом.
  3. Относящиеся к максимальным урожаям удовлетворительный уровни обеспеченности можно охарактеризовать следующими концентрациями питательных элементов в состоянии кущения озимого ячменя: N 3,47–3,85%, P 0,29–0,41%, K 3,07–4,16%, Ca 0,46–0,57%, Mg 0,18–0,22%, Na 0,18–0,23%, Mn 57–74 mg/kg, Zn 22–30 mg/kg, Cu 5–7 mg/kg, B 4–5 mg/kg, Mo 0,19–0,22 mg/kg.
  4. Между концентрацией питательных элементов озимого ячменя при кущении и формированием урожая зерна в случае питательного элемента N получили тесную корреляцию, а в случае элементов K и Ca получили среднюю корреляцию.

**Ключевые слова:** обеспеченность N-ом, озимый ячмень, макро- и микро-элементы, концентрация питательных элементов

## Bevezetés

Az agrokémiai kutatás a 19. század végére megállapította, hogy a szenet (C), a hidrogént (H), az oxigént (O), a nitrogént (N), a foszfort (P), a ként (S), a káliumot (K), a kalciumot (Ca), a magnéziumot (Mg) és a vasat (Fe) igénylik a növények, továbbá, hogy ezen elemek hiánya vagy kevés mennyisége eredményezi a növény pusztulását vagy gyenge növekedését a velejáró vizuális tünetekkel. 1922 és 1954 között további elemeket, mint esszenciális elemeket határoztak meg, úgymint a mangánt (Mn), a rezet (Cu), a cinket (Zn), a molibdént (Mo), a bórt (B) és a klórt (Cl) (Jones 1998). A növények számára a szén, az oxigén és a hidrogén elérhető a levegőből és a talajból (Munson 1998) és általában nem limitáló tényezők (Campbell és Plank 2000). A 13 esszenciális elem két csoportra bontható. Azokat az elemeket, melyeket nagyobb koncentrációban igényli a növény, makrotápelemként ismertessek, úgymint a N, P, K, Ca, Mg és a S. A növények alacsonyabb koncentrációban igénylik a B-t, a Cl-t, a Cu-t, a Fe-t, a Mo-t, a Mn-t és a Zn-et, melyek mikroelemként ismeretesek (Jones 2012).

A növények kiegyenlített fejlődéséhez egyik alapvető feltétel, hogy a számukra szükséges tápanyagok megfelelő mennyiségben és arányban álljanak rendelkezésre. Az egyensúly eltolódásának mértékétől függően megváltozhat az anyagcsere, ami a növény fejlődésbeni csökkenéséhez vagy a termés mennyiségi és/vagy minőségi visszaeséséhez vezethet. A műtrágyahasználat során növényfajonként és talajtípusonként eltérő mértékben befolyásolhatjuk a talajt, ezáltal a növény tápelemtartalmát. Míg a növény tápláltsági állapotára a talaj tápelem-ellátottságából közvetett módon következtetünk, addig növényanalízissel direkt módon a növényt kérdezzük meg (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 növények analízisének alapjai az 1800-as évekig vezethető vissza, amikor de Saussure megkísérelte a növények tápanyagszükségletét a növényi szövetek kémiai analízisével meghatározni (Buzás 1983). Növényanalízissel de Saussure kijavította azt a félreértést, ami szerint a növények ásványi anyag tartalma nem fontos. Kimutatta továbbá, hogy a növények ásványi anyag tartalma a talajból és nem a levegőből származik (Barker és Bryson 2007).

Mivel a tápelem-koncentrációt befolyásolja a növény faja, élettani kora, valamint eltérő az egyes növényi részek tápelem-tartalma is, a mintavételeket szigorúan növényfajra, fejlődési stádiumra és növényi szervre vagy részre írják elő (Kádár 2005). A növényvizsgálat céljára az aktív szövetek felelnek meg, melyek elsősorban a levelekben találhatók. A kifejlett levelekben a tápelemek koncentrációja kevésbé gyorsan változik, mint a még fejlődő vagy már előregedő levelekben. A fiatal növények főleg levelekből állnak, illetve az egész földfeletti növényi rész zöld és fotoszintetizál. Kalászosok esetében mintavétel szempontjából a bokrosodás vége és a virágzás kezdete a legkedvezőbb időszak, mikor nyugalmi állapotban van a növény. A szárbainduláskori gyors megnyúlás, az intenzív növekedés a koncentráció hígulásával jár (Kádár 1992). Több szántóföldi növény esetében megfigyelték, hogy a fő tápelemek szezonális változásában a K és a N hígulása kifejezettebb, míg a P koncentrációja mérsékeltebben csökken a korról (Kádár 1992). A növény tápelem-tartalmának időbeni változását befolyásolja a talaj tápelemekkel való ellátottsága is. Így tápelemekkel jól ellátott talajok esetében, azok koncentrációja stabilabb, a hígulás kevésbé jelentkezik, mert a szárazanyag-felhalmozódásával a talajból való felvétel bizonyos mértékig lépést tud tartani. Ezzel szemben egy rosszul ellá-

tott talajon a növény szövetei gyorsabban kiürülnek (Kádár és Lásztity 1981).

A tápelemfelvételt befolyásoló tényezők közül Debreczeni (1979) megemlíti a légkör tényezőit úgy, mint a fényt és a hőmérsékletet. Jelentős befolyásoló tényezőnek mondható továbbá az adott közeg kémhatása illetve annak fizikai és kémiai jellemzői, továbbá nem hagyható figyelmen kívül a közeg nedvességtartalma sem. Csak a közeg megfelelő nedvességtartalma esetén lehetséges az ionok mozgása, mivel a növények elsősorban oldott állapotban veszik fel a számukra szükséges ásványi elemeket (Kádár 1992). Amennyiben minden tápelemből kielégítő mennyiség van a növényben, Kádár (1992) ezt az állapotot kiegyensúlyozott tápláltságnak nevezi.

A növényelemzés klasszikusai szerint a tápelemtartalom a tápláltság mennyiségét, míg a tápelemek arányai a tápláltság minőségét, annak kiegyensúlyozottságát tükrözik, beleértve a kölcsönhatásokat (Kádár és Lásztity 1981, Izsáki 2015). Egy elem esetlegesen „kielégítő” ellátottsága ugyanis más elem hiányán alapulhat vagy fordítva, az alacsony tápelemtartalom nem minden esetben jelent „hiányt” (Elek és Kádár 1980, Csathó et al. 2000). Az arány két elem egymáshoz viszonyított mennyiségéről tájékoztat, nem ad információt a két elem egyikének aktuális mennyiségéről sem (Kádár és Lásztity 1981).

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

### Anyag és módszer

A műtrágyázási tartamkísérletet 1989-ben állították be a Szent István Egyetem Gazdasági, Agrár- és Egészségtudományi Kar Kísérleti Telepén Szarvason.

A kísérleti terület mélyben karbonátos csernozzjom réti talajának fontosabb jellemzői a következők: a humuszos réteg vastagsága 85–100 cm, a művelt réteg  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ -ja 5,0–5,2, humusztartalma 2,8–3,2%,  $\text{CaCO}_3$ -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 4–4 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 kezelésekkel:

$K_0$  = K-trágyázás nélkül,

$K_1$  = 300 kg/ha/év  $K_2O$  1989-1992 között, 100 kg/ha/év 1993-tól

$K_2$  = 600 kg/ha  $K_2O$  1989-ben, 1000 kg/ha 1993-ban és 600 kg/ha 2001-ben,

$K_3$  = 1200 kg/ha  $K_2O$  1989-ben, 1500 kg/ha 1993-ban és 1200 kg/ha 2001-ben;

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

$P_0$  = P-trágyázás nélkül,

$P_1$  = 100 kg/ha/év  $P_2O_5$ ,

$P_2$  = 500 kg/ha  $P_2O_5$  1989-ben, 1993-ban és 2001-ben,

$P_3$  = 1000 kg/ha  $P_2O_5$  1989-ben, 1993-ban és 2001-ben;

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

$N_0$  = 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 alakítsanak 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 4 növény szerepelt kiterített vetésforgóban,  $4 \times 192$  db parcellán, ahol a főparcellák területe  $320 \text{ m}^2$ , az elsőrendű alparcellák területe  $80 \text{ m}^2$ , 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, két-soros őszi árpa fajtát használtunk. A dolgozatban a tartamkísérlet 22. (2010/11) és 23. évi (2011/12) 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 kísér-

letben nem volt szükség vegyszeres gyomirtásra, a többi növényvédelmi kezelést szükség szerint végeztük el. Az őszi árpa betakarítása teljesérésben történt parcellakombájnnal, június végén.

Az egyes kísérleti évek vízellátottságát a tenyészidő alatt lehullott csapadék mennyiségével jellemezzük. 2010/2011-ben 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).

1. ábra. A kísérleti helyszín csapadék viszonyai (mm)  
(Szarvas, 2011–2012)

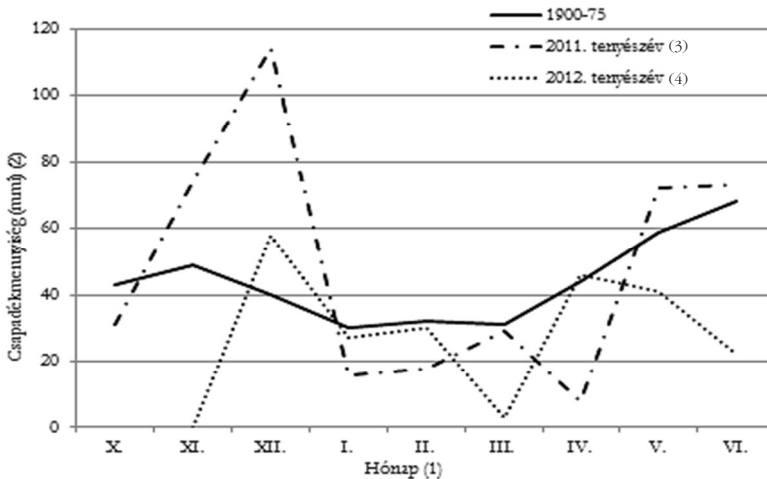


Figure 1. Percipitation of field experiment (Szarvas, 2011–2012) (1) Month, (2) Amount of precipitation (mm), (3) Agricultural year of 2011, (4) Agricultural year of 2012

A hőmérséklet esetében az őszi árpa tenyészideje során az évi középhőmérséklet 8,2 °C volt, ami meghaladta a sokéves átlagot (7,5 °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 °C), azonban nem volt negatív hatással az állomány egyenletes kelésére. A vízellátottság szempontjából egyik kritikus időszakban, a szárba szökéskor a csapadék mennyisége jóval alacsonyabb (8 mm) volt, mint a sokéves átlag (44 mm). A vízellátottság szempontjából másik kritikus időszakban, a virágzáskor pedig a csapadék mennyisége (72 mm) meghaladta a sokévi átlagot (59 mm), továbbá a hőmérséklet is magasabb (17,1°C) volt az átlagosnál (16,5 °C). 2011-ben a csírázáshoz

szükséges csapadék hiányában kissé vontatott volt a kelés, azonban vízellátottság szempontjából kritikus időszakban, a szárba szökéskor a csapadék mennyisége a sokéves átlagnak megfelelően alakult (46 mm). A további fenofázisokban, úgymint a kalászhányás, virágzás és érés időszakában kevesebb csapadék hullott a 75 éves átlagnál. A 2012. tenyészévben szárazabb (227 mm) időjárás volt, mint 2011-ben. A hőmérséklet a sokéves átlaghoz hasonlóan alakult (2. ábra).

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

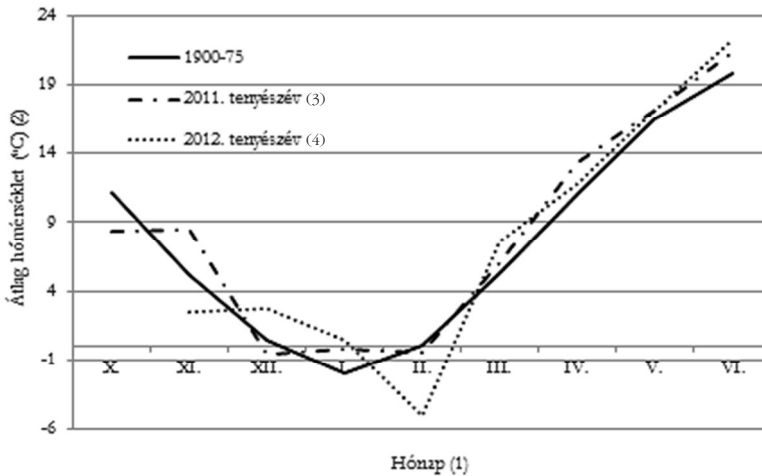


Figure 2. Temperature of field experiment (Szarvas, 2011–2012) (1) Month (2) Average temperature (°C), (3) Agricultural year of 2011, (4) Agricultural year of 2012

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 (0–30 cm) réteg értékeit használtuk (1. táblázat).

Az őszi árpa tápelem-tartalmának meghatározásához a N-fejtrágyázás előtt, bokrosodáskor (Feekes skála 4), a  $K_1$  kezelés parcelláiból  $2 \times 1$  folyóméterről növénymintát gyűjtöttünk. A teljes földfeletti növényi részek szárított és ledarált mintáiból 2 kísérleti évben (2011–2012) vizsgáltuk a következő tápelemeket: N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu és Mo. A tápelem-tartalom meghatáro-

zását a minták salétromsavas, majd hidrogén-peroxidos roncsolása után ICP-OES módszerrel határoztuk meg. A kísérletek matematikai-statisztikai értékelését variancia-analízissel végeztük *Sváb* (1981) módszere szerint. Az eredmények ismertetése a N-főhatásokra terjed ki.

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

Kezelés jele (1)	Kísérleti évek (2)	
	2010	2011
	AL- K <sub>2</sub> O a művelt rétegben (mg/kg) (3)	
K <sub>0</sub>	218	210
K <sub>1</sub>	324	320
K <sub>2</sub>	294	286
K <sub>3</sub>	346	335
	AL- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> a művelt rétegben (mg/kg) (4)	
P <sub>0</sub>	133	118
P <sub>1</sub>	206	224
P <sub>2</sub>	194	186
P <sub>3</sub>	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-K<sub>2</sub>O in cultivated layer (mg kg<sup>-1</sup>), (4) AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in cultivated layer (mg kg<sup>-1</sup>)

## Eredmények

### *N-trágyázás hatása a makro- és mikroelemek koncentrációjára*

Az őszi árpa tesztnövényen vizsgált N, P, K, Ca, Mg, Na, Mn, Zn, Cu, B és Mo tartalom változását a bokrosodás időszakában a 2. táblázatban szereplő adatok alapján értékelhetjük. A N-trágyázás nélküli kezeléshez képest 2011-ben a növekvő adagú N-trágyázás szignifikánsan emelte a tápelem-koncentrációt a N, a K, a Ca és a Mn esetében. Hasonló eredményeket közöl *Kádár* (2000) is. A N-trágyázás az árpalevél P, Mg, Na, Zn és Mo koncentrációját csak tendencia-jelleggel növelte, míg a B esetében azt csökkentette. A legmagasabb koncentrációkat mind a makroelemek, mind a mikroelemek esetében túlnyomó részt a 120 kg/ha N-ellátás eredményezte.



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

N-adag (kg/ha) (1)	Tápelem-koncentráció (2)					
	Makroelemek (%) (3)					
	N	P	K	Ca	Mg	Na
0	3,00	0,38	2,81	0,41	0,17	0,16
40	3,27	0,40	3,00	0,44	0,17	0,15
80	3,47	0,41	3,07	0,46	0,18	0,18
120	3,66	0,41	3,07	0,51	0,19	0,19
SzD <sub>5%</sub> (4)	0,29	NS	0,25	0,06	NS	NS
Átlag (5)	3,35	0,40	2,99	0,46	0,18	0,17
	Mikroelemek (mg/kg) (6)					
	Mn	Zn	Cu	B	Mo	
0	49,35	20,76	5,21	4,80	0,22	
40	51,23	22,79	5,14	4,60	0,20	
80	56,57	22,10	5,14	4,49	0,22	
120	61,75	22,75	5,29	4,59	0,24	
SzD <sub>5%</sub> (4)	10,40	NS	NS	NS	NS	
Átlag (5)	54,72	22,10	5,20	4,62	0,22	

Table 2. Effect of N-supply on nutrient concentration of aboveground shoot of winter barley at tillering (Szarvas, 2011 March). (1) N-dose (kg ha<sup>-1</sup>), (2) Nutrient-concentration, (3) Macronutrients (%), (4) LSD<sub>5%</sub>, (5) Average, (6) Micronutrients (mg kg<sup>-1</sup>)

A N-trágyázás őszi árpa tápelem-koncentrációjára gyakorolt hatását a 2012-es kísérleti évben a 3. táblázat alapján követhetjük nyomon. A N-trágyázás megbízható növekedést csak a N, a Mn és a Zn tápelemek esetében idézett elő a N-trágyázás nélküli kontrollhoz viszonyítva. A K, Ca, Na és Cu elemek koncentrációja csak tendencia jelleggel növekedett. A jobb N-ellátottság az előző évhez hasonlóan a B koncentrációját kismértékben csökkentette. Legmagasabb mikroelem koncentrációt a 120 kg/ha-os N-ellátottság esetében értük el, a B kivételével.

Az árpalevél N-koncentrációja 2011-ben 3,00–3,66%, 2012-ben pedig 2,94–4,11% intervallumban alakult a N-trágyázástól függően. Elek és Kádár (1980) az őszi árpa kielégítő N-koncentrációjának 4,70–5,25%-os intervallumot jelöli

meg, az általunk is vizsgált fejlődési fázisban. FS 5–6 stádiumban *Reuter* és *Robinson* (1997) szerint a kielégítő N-koncentráció határértéke 2,5–5,0%.

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

N-adag (kg/ha) (1)	Tápelem-koncentráció (2)					
	Makroelemek (%) (3)					
	N	P	K	Ca	Mg	Na
0	2,94	0,33	3,89	0,54	0,22	0,21
40	3,67	0,30	4,11	0,57	0,20	0,19
80	3,85	0,29	4,16	0,57	0,22	0,23
120	4,11	0,32	4,12	0,50	0,23	0,22
SzD <sub>5%</sub> (4)	0,32	NS	NS	NS	NS	NS
Átlag (5)	3,64	0,31	4,07	0,55	0,22	0,21
	Mikroelemek (mg/kg) (6)					
	Mn	Zn	Cu	B	Mo	
0	65,60	20,05	6,94	4,74	0,20	
40	63,20	25,55	7,30	4,24	0,18	
80	73,60	29,49	7,09	3,97	0,19	
120	86,50	31,08	7,80	3,83	0,22	
SzD <sub>5%</sub> (4)	20,00	5,80	NS	NS	NS	
Átlag (5)	72,20	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) N-dose (kg ha<sup>-1</sup>), (2) Nutrient-concentration, (3) Macronutrients (%), (4) LSD<sub>5%</sub>, (5) Average, (6) Micronutrients (mg kg<sup>-1</sup>)

*Lásztity* (1985) 5,94% N-koncentrációról számolt be, amennyiben 200 kg/ha N-ellátásban részesült az őszi árpa. A fejlődés korai szakaszában a koncentrációk magasabbak az egész növényben (*Barker* és *Bryson* 2007). Ezen a véleményen van *Lásztity* (1985) is, aki arról számolt be, hogy az őszi árpa nitrogéntartalma a kalászosítás időpontjáig meglehetősen gyorsan csökkent. Kísérletünkben a P-koncentráció 2011-ben 0,38–0,41% volt, míg 2012-ben 0,29–0,33% között alakult. *Elek* és *Kádár* (1980) a 0,39–0,44% P-koncentrációt tartja kielégítő ellátottnak. A K-koncentráció esetében 2,81–3,07% illetve 3,89–

4,11%-t mértünk. *Elek* és *Kádár* (1980) kielégítőnek tartja a 4,2–5,0%, míg *Reuter* és *Robinson* (1997) (FS 5–6) a 3,5–5,0% K-koncentráció értékhatárt. Kísérletünkben a N-trágyázás növekvő mennyisége emelte a K-koncentrációt, ellenben *Debreczeni* (1979) szerint a túlzott nitrogénellátottság a N növekedéséhez és a K csökkenéséhez vezethet.

### Tápelem-koncentráció és a szemtermés közötti összefüggés

Az őszi árpa levél N-koncentrációja bokrosodáskor szoros pozitív ( $r=0,76$ ) korrelációt mutatott a szemtermés alakulásával 2011-ben (3. ábra). Hasonló trend alakult ki a következő vizsgálati évben is. A koncentráció és a hozam között szorosabb pozitív összefüggés volt kimutatható ( $r=0,83$ ), annak ellenére, hogy a 2012. tenyészévben a vízellátottságban jelentős eltérés volt a korábbi tenyészévhez képest.

3. ábra. Az őszi árpa bokrosodáskori N-koncentrációja és a szemtermés közötti összefüggés (Szarvas, 2011–2012)

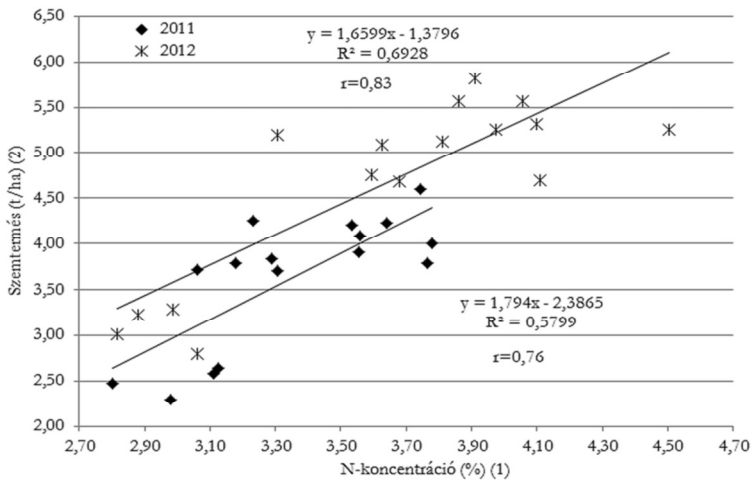


Figure 3. Correlation between N-concentration at tillering of winter barley and grain yield (Szarvas, 2011–2012). (1) N-concentration (%), (2) Yield (t ha<sup>-1</sup>)

A 324 mg/kg AL-K<sub>2</sub>O-ellátottságú talajon az őszi árpa bokrosodáskor elvégzett növényanalízis eredményei szerint közepes pozitív korreláció ( $r=0,52$ ) alakult ki a K-koncentráció és a szemtermés között (4. ábra).

4. ábra. Kapcsolat az őszi árpa bokrosodáskori K-koncentrációja és a szemtermés között (Szarvas, 2011)

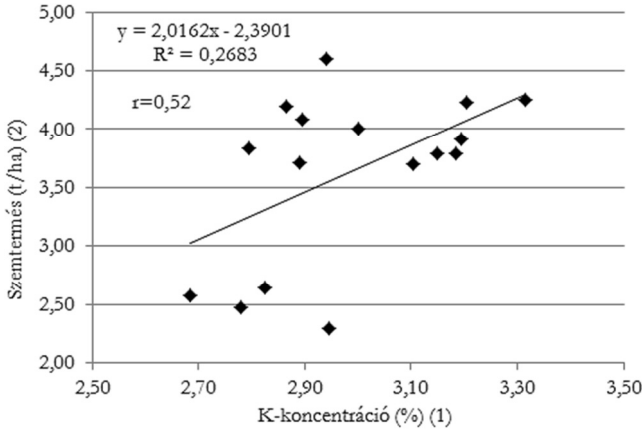


Figure 4. Correlation between K-concentration at tillering of winter barley and grain yield (Szarvas, 2011). (1) K-concentration (%), (2) Yield (t ha<sup>-1</sup>)

A Ca-koncentráció és az őszi árpa hozama között 2011-ben pozitív összefüggés alakult ki (5. ábra), azonban a kapcsolat erőssége korábban tárgyalt elemekhez képest lazább volt,  $r=0,43$ , ami még közepes erősségűnek tekinthető.

#### A N-trágyázás hatása és a szemtermésre

A talaj 324 mg/kg AL-K<sub>2</sub>O és 133–251 mg/kg AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ellátottsága mellett a növekvő dóziséjú N-trágyázás emelte az árpa szemtermését. A hozam 4,23 t/ha-os szinten maximalizálódott, amit 160 kg/ha N-dózis alkalmazása mellett értünk el 2011-ben (6. ábra). Berhanu et al. (2013) Ramann-féle barna erdőtalajon 100 kg/ha K<sub>2</sub>O- és P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ellátás és 120 kg/ha-os N-trágyázás mellett, míg Alazmani (2014) 225 kg/ha N-dózis esetén ért el termésmaximumot. Kísérletünkben a legmagasabb N-adag (N 240 kg/ha) kijuttatása már csökkentette a szemtermést (3,94 t/ha). A hektáronként betakarított szemtermés és a N-ellátottság szintje között igen szoros korrelációt ( $r=0,99$ ) tapasztaltunk. A terméshozam 160 kg/ha N-adagig 1,74 t/ha-ral fokozatosan növekedett a kontrollhoz viszonyítva, míg a N-túladagolás már 0,29 t/ha-os termésdepressziót váltott ki.

5. ábra. Az őszi árpa bokrosodáskori Ca-koncentrációja és a szemtermés közötti összefüggés (Szarvas, 2011)

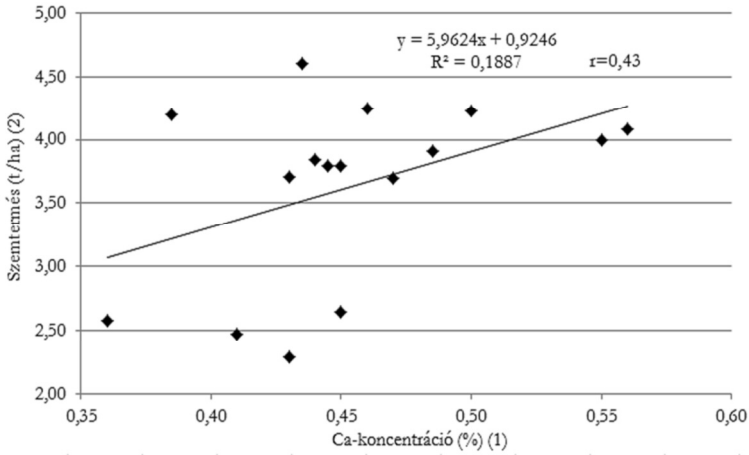


Figure 5. Correlation between Ca-concentration at tillering of winter barley and grain yield (Szarvas, 2011). (1) Ca-concentration (%), (2) Yield (t ha<sup>-1</sup>)

6. ábra. A N-trágyázás és a szemtermés közötti összefüggés (Szarvas, 2011)

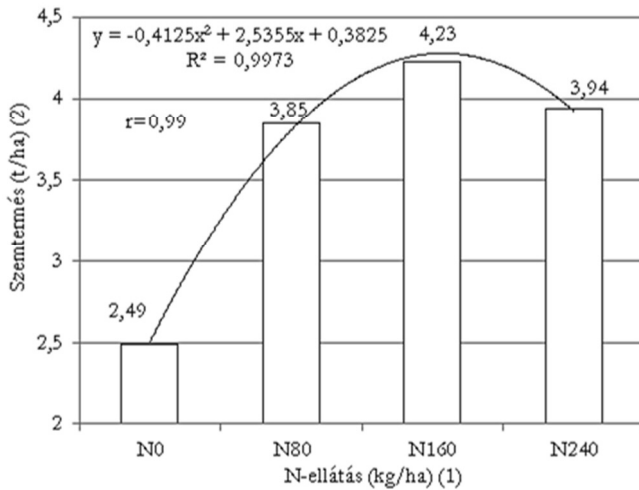


Figure 6. Correlation between N-supply and yield (Szarvas, 2011). (1) N-supply (kg ha<sup>-1</sup>), (2) Yield (t ha<sup>-1</sup>)

A 2012. kísérleti évben a talaj 320 mg/kg AL-K<sub>2</sub>O és 118–233 mg/kg AL-

$P_2O_5$ -ellátottsága szintjén a N-trágyázás szignifikánsan növelte a szentermést a N-trágyázás nélküli kezeléshez képest. A szentermés maximumát (5,4 t/ha) a 160 kg/ha N-adag eredményezte. A maximális N-ellátás ugyancsak csökkentőleg hatott az őszi árpa szentermésére (5,19 t/ha). *Berhanu et al.* (2013) is a túlzott N-ellátás termés-csökkentő hatásáról számoltak be (7. ábra). A N-ellátás és a szentermés közötti összefüggés hasonlóan alakult az előző évhez, a korreláció mértéke  $r=0,99$  volt.

7. ábra. A N-trágyázás és a szentermés közötti összefüggés  
(Szarvas, 2012)

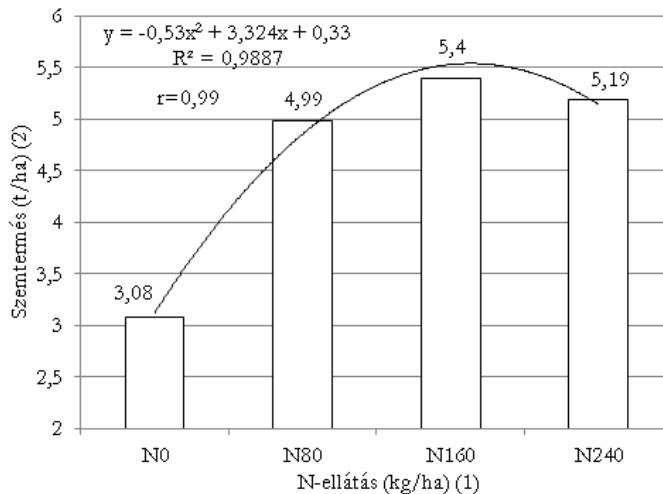


Figure 7. Correlation between N-supply and yield (Szarvas, 2012). (1) N-supply ( $kg\ ha^{-1}$ ), (2) Yield ( $t\ ha^{-1}$ )

### Következtetések

A talaj  $324\ mg/kg\ AL-K_2O$  és  $133-251\ mg/kg\ AL-P_2O_5$ -ellátottsága mellett 2011-ben a növekvő adagú N-trágyázás szignifikánsan emelte a N-, a K-, a Ca- és a Mn-koncentrációkat a kontrollhoz képest. Tendenciális koncentráció emelkedést a P, a Mg, a Na, a Zn és a Mo elemek, míg a B esetében csökkenést tapasztaltunk. A legmagasabb koncentrációkat mind a makroelemek, mind a mikroelemek esetében túlnyomó részt a  $120\ kg/ha$  N-ellátás eredményezte.

A 2012-es kísérleti évben, amikor a talaj  $AL-K_2O$ -ellátottsága  $320\ mg/kg$ , az

AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> szintje 118–233 mg/kg volt, a N-trágyázás megbízható koncentráció-növekedést csak a N, a Mn és a Zn tápelemek esetében idézett elő a kontrollhoz viszonyítva. A K, Ca, Na és Cu elemek koncentrációjának növekedése csak tendencia jellegű volt, míg a B koncentrációja az előző évhez hasonlóan alakult. Míg a makroelemek esetében a maximális koncentrációk a 80, illetve a 120 kg/ha-os N-dózis használata mellett jelentkeztek, addig a mikroelemek koncentráció-maximumát a 120 kg/ha-os N-ellátottságnál tapasztaltuk a B kivételével.

A maximális terméshozamhoz tartozó kielégítő tápláltsági állapotot a következő tápelem-koncentrációkkal jellemezhetjük az őszi árpa bokrosodáskori fejlettségi állapotában: N 3,47–3,85%, P 0,29–0,41%, K 3,07–4,16%, Ca 0,46–0,57%, Mg 0,18–0,22%, Na 0,18–0,23%, Mn 57–74 mg/kg, Zn 22–30 mg/kg, Cu 5–7 mg/kg, B 4–5 mg/kg, Mo 0,19–0,22 mg/kg.

Az őszi árpa bokrosodáskori N-koncentráció és a szemtermés között szoros ( $r=0,76$  és  $0,83$ ) összefüggést, míg a K és Ca esetében közepes korrelációt tudunk kimutatni a vizsgált években.

A maximális termést (4,23, illetve 5,4 t/ha) a 160 kg/ha N-dózis kijuttatása esetén kaptuk, míg a túlzott (240 kg/ha) N-ellátás már terméscsökkenést okozott.

## Irodalom

- Alazmani, A.*: 2014. Nitrogen fertilizer response of grain and forage yield of barley genotypes. *Journal of Current Research in Science*. 2. 6: 671–674.
- Barker, A. V.–Bryson, G. M.*: 2007. Nitrogen. [In: Barker and Pilbeam (eds.) *Handbook of plant nutrition*.] CRC Press. Taylor and Francis. Boca Raton. FL. 21–51.
- Berhanu, G. W.–Kismányoki, T.–Sárdi, K.*: 2013. Effect of nitrogen fertilization and residue management on the productivity of winter barley (*Hordeum vulgare* L.). *Acta Agronomica Hungarica*. 61. 2: 101–111.
- Buzas I.*: 1983. A növénytáplálás zsebkönyve. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Campbell, C. R.–Plank, C. O.*: 2000. Foundation for practical application of plant analysis. [In: Campbell, C. R. (ed.) *Reference sufficiency ranges for plant analysis in the southern region of the United States*.] Southern Cooperative Series Bulletin. 394: 1–6.
- Csathó, P.–Debreczeni, K.–Sárdi, K.*: 2000. K-Ca-Mg interaction in winter wheat in a network of Hungarian field trials. *Communications in Soil Science Plant Analysis*. 31. 11–14: 2067–2079.
- Debreczeni B.*: 1979. Kis agrokémiai útmutató. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

- Elek É.-Kádár I.*: 1980. Álló kultúrák és szántóföldi növények mintavételi módszere. Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium Növényvédelmi és Agrokémiai Központja. 29.
- Izsáki Z.*: 2015. A szarvasi műtrágyázási tartamkísérletek eredményei I. 1990–2010. Kukorica, cukorrépa, zab, olajlen és silócirok tápanyagellátása. Agroinform Kiadó és Nyomda Kft. Budapest.
- Jones, J. B. Jr.*: 1998. Plant nutrition manual. CRC Press. Taylor and Francis. Boca Raton-London-New York-Washington. 26.
- Jones, J. B. Jr.*: 2012. Plant nutrition and soil fertility manual. Second edition. CRC Press. Taylor and Francis. Boca Raton-London-New York. 21.
- Kádár I.*: 1992. A növénytáplálás alapelvei és módszerei. Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete. Budapest.
- Kádár I.*: 2000. Az őszi árpa műtrágyázása karbonátos csernozjom talajon. Növénytermelés. 49. 6: 661–675.
- Kádár I.*: 2005. A növénytáplálás alapelvei és módszerei [In: Kovács G. J.–Csathó P. (szerk.) A magyar mezőgazdaság tápelemforgalma 1901 és 2003 között.] MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet. Budapest. 61–87.
- Kádár I.–Lásztity B.*: 1981. Az őszi búza tápelemarányainak változása a tenyészidő folyamán. Agrokémia és Talajtan. 30. 3–4: 291–305.
- Lásztity B.*: 1985. A műtrágyázás hatása a tavaszi árpa száraanyag felhalmozódására, tápelem-tartalmára és arányaira. Növénytermelés. 34. 5: 417–427.
- MÉM NAK*: 1979. Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszere. Budapest.
- Munson, R. D.*: 1998. Principles of plant analysis. [In: Kalra, Y. P. (eds.) Handbook of Methods for Plant Analysis.] CRC Press. Taylor & Francis Group. Boca Raton-Boston-London-New York-Washington D.C. 2.
- Reuter, D. J.–Robinson, J. B.*: 1997. Plant analysis: An interpretation manual. Second Edition. Collingwood. Ausztrália. CSIRO.
- Sváb J.*: 1981. Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

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



## Kommunális szennyvíziszap-komposzt hatása a tritikálé, a kukorica és a borsó terméshozamára tartamkísérletben

<sup>1</sup>TOMÓCSIK ATTILA - <sup>2</sup>FÜLEKY GYÖRGY - <sup>1</sup>ARANYOS TIBOR JÓZSEF -  
<sup>1</sup>MAKÁDI MARIANNA

<sup>1</sup>Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság,  
Nyíregyházi Kutatóintézet, Nyíregyháza

<sup>2</sup>Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,  
Talajtani és Agrokémiail Tanszék, Gödöllő

### Összefoglalás

A hulladékként kezelt szennyvíziszapot, amely a mezőgazdasági felhasználáshoz megfelelő beltartalmi mutatókkal rendelkezik, komposztálás után tápanyag-utánpótlásra használhatjuk a növénytermesztésben. A kommunális szennyvíziszap-komposzt alkalmas lehet a Nyírség homoktalajából hiányzó makro-, mikroelemek, a szervesanyag és az ásványi kolloidok pótlására.

A Debreceni Egyetem AKIT Nyíregyházi Kutatóintézetében 2003-tól a mai napig fenntartjuk a szennyvíziszap-komposzt mezőgazdasági hasznosítását vizsgáló tartamkísérletet. Ez lehetőséget teremt a szerves trágyához hasonlóan 3 évente kijuttatott, szennyvíziszapot is tartalmazó termékünknek (Nyírkomposzt) a Nyírségben található homoktalaj kémiai, fizikai és mikrobiológiai tulajdonságaira, potenciálisan toxikuseltartalmára és a termesztett növények termésmennyiségére gyakorolt hatásának vizsgálatára.

A kísérletben kijuttatott korlátozásmentesen felhasználható termésmenővelő anyag összetétele: 40% szennyvíziszap, 25% szalma, 30% riolit, 5% bentonit. Az alkalmazott dózisok öt ismétlésben kerültek beállításra, melyek a következők: 0, 9, 18, 27 t/ha. A kiszórás éve: 2006, 2009 és 2012. A kísérletben zöldborsó (*Pisum sativum* L.), tritikálé (*x Triticosecale Wittmack*) és kukorica (*Zea mays* L.) teszt növények kiterített vetésforgóban követik egymást.

Cikkünkben a 2007–2013 közötti időszakban a komposztkezelésnek a zöldborsó, tritikálé és kukorica terméseredményeire gyakorolt kezeléshatását mutatjuk be. A kijuttatott komposztkészítmény elemtartalma megfelel a rendeletben előírtaknak. Az adatok kiértékelése után megállapítottuk, hogy a különböző növények eltérően reagáltak a komposztkezelésre. A tritikálé a kezelést követő második évben adott több termést. A kukorica termését is kedvezően befolyásolta a kezelés, de az időjárás is erősen hatott a növényre. A zöldborsó termését nem befolyásolta a komposztkezelés. Eredményeinket tehát mind a komposzt kijuttatása, mind a vetésforgó tervezése előtt érdemes figyelembe venni.

**Kulcsszavak:** szennyvíziszap-komposzt, tápanyag-utánpótlás, termésmennyiség, tartamkísérlet

## **Effect of municipal sewage sludge compost on triticale, maize and pea yields in a long-term experiment**

<sup>1</sup>A. TOMÓCSIK – <sup>2</sup>GY. FÜLEKY – <sup>1</sup>T. J. ARANYOS – <sup>1</sup>M. MAKÁDI

<sup>1</sup>University of Debrecen Centre for Agricultural Sciences,  
Research Institute of Nyíregyháza, Nyíregyháza

<sup>2</sup>Szent István University Faculty of Agricultural and Environmental Sciences,  
Department of Soil Science and Agricultural Chemistry, Gödöllő

### **Summary**

The sewage sludge is a waste but it has many favourable properties in respect of agricultural use, therefore it can be used in crop production for nutrient supply after composting. The sewage sludge compost may be suitable for nutrient supply of sandy soil in the Nyírség region which has low macro- and micro-nutrients and organic matter content.

In the University of Debrecen CAS Research Institute of Nyíregyháza a field experiment was started in 2003 for examining the regular (in every 3<sup>rd</sup> years) sewage sludge compost application for agricultural purposes. It makes possible to measure the effect of the applied sewage sludge compost (called Nyírkomposzt) on the chemical, physical and microbiological properties of sandy soil, its potentially toxic element content and the yield of crops.

The applied compost contains the following (in m/m% dw.): 40% of sewage sludge, 25% of straw, 30% of rhyolite, 5% of bentonite. The doses applied in five replications were used at the rates of 0, 9, 18, 27 t ha<sup>-1</sup>. The years of the re-treatments were 2006, 2009 and 2012. In the experiment, pea (*Pisum sativum* L.), triticale (x *Triticosecale Wittmack*) and maize (*Zea mays* L.) test plants followed each other in a crop rotation.

In this article we present the effect of compost treatment on the yield of pea, triticale and maize during the period from 2007 to 2013. The elements content of the compost used meets the requirements of the regulations. We found different plant responses to the compost application. Triticale had higher yield in the second year after the treatment. The yields of maize increased in the sewage sludge compost treatments but they were strongly affected by weather conditions while the yield of green pea was not affected by sewage sludge compost application. Therefore, our results should be taken into account before compost application and planning the crop rotation.

**Key words:** composted sewage sludge, nutrient supply, crop yield, long-term experiment

## **Влияние компоста из ила коммунальных сточных вод на урожай тритикале, кукурузы и гороха в продолжительном опыте**

<sup>1</sup>А. ТОМОЧИК – <sup>2</sup>ДЬ. ФЮЛЕКИ – <sup>1</sup>Т. Ё. АРАНЬОШ – <sup>1</sup>М. МАКАДИ

<sup>1</sup>Дебреценский Университет, Аграрные Исследовательские Институты и Учебное Хозяйство, Ниредьхазский исследовательский Институт, г. Ниредьхаз (Nyíregyháza)

<sup>2</sup>Университет им. Св. Иштвана, Факультет Сельского Хозяйства и Экологии, Кафедра Почвоведения и Агрохимии, г. Гёдёллё (Gödöllő)

### **Резюме**

Ил сточных вод – обычно считаемый отходами – располагает пригодными для использования в сельском хозяйстве показателями внутреннего содержания, после его компостирования можно применять для дополнения питательных веществ в растениеводстве. Компост из ила коммунальных сточных вод может быть пригоден для дополнения отсутствующих в песчаной почве местности Ньиршег (Nyírség) макро- и микроэлементов, органического вещества и минеральных коллоидов.

В Исследовательском Ньиредьхазском Институте (АКИТ) Дебреценского Университета с 2003 года до настоящего времени проводим продолжительный опыт, исследующий использование компоста из ила сточных вод в сельском хозяйстве. Этот наш продукт (Nyírkomposzt), вносимый как и органическое удобрение каждые три года, содержащий ил сточных вод, создаёт возможность исследовать его влияние на химические, физические и микробиологические свойства песчаной почвы, расположенной в местности Ниршег (Nyírség), а также потенциально на содержание токсичных элементов и на количество урожая выращенных здесь растений.

Состав увеличивающего урожай вещества, внесенного в опыте, используемого без ограничения количества следующий: 40% ил сточных вод, 25% солома, 30% риолит, 5% бентонит. Применённые дозы в пяти повторениях были установлены следующие: 0, 9, 18, 27 t/ha. Годы внесения: 2006, 2009 и 2012. В опыте в севоосе не высеянные тест-растения зелёный горошек (*Pisum sativum* L.), тритикале (x *Triticosecale Wittmack*) и кукуруза (*Zea mays* L.) следовали одно за другим.

В этой нашей статье показываем влияния доз обработок компостом в 2007–2013 годы на результаты урожая зелёного горошка, тритикале и кукурузы. Содержание элементов внесённого препарата компоста соответствует предписаниям распоряжений. После оценки данных установили, что разные растения по разному реагировали на обработки компостом. Тритикале на второй год после внесения дало больший урожай. На урожай кукурузы также благоприятно повлияло внесение этих доз, но влияние погоды также сильно сказалось на растении. На урожай зелёного горошка обработка компостом не оказала влияния. Таким образом, наши результаты как и при внесении компоста, так и в планировании севоосе стоит принять во внимание.

**Ключевые слова:** компост из ила сточных вод, дополнение питательных веществ, количество урожая, продолжительный опыт

## Bevezetés

Az istállótrágya, amelyet általában a mezőgazdaságban használtak annak érdekében, hogy pótolják a talaj szervesanyag- és tápanyag-tartalmát, egyre ritkább és drágább (Tidsell és Breslin 1995). Ezzel szemben 2012-ben több mint 10 millió tonna (szárazanyagban) szennyvíziszap keletkezett az Európai Unióban. Ennek mintegy 40%-át iszap formájában juttatták ki mezőgazdasági területekre (Milieu Ltd. 2008). Amikor ezt az anyagot a növénytermesztésben trágyázásra

használják, akkor az emberi fogyasztásra és a takarmány előállításra termesztett növényeknél egyaránt erős hangsúlyt kap a biológiai és a kémiai biztonság (Roig *et al.* 2012).

A szennyvíziszapokat önmagukban vagy természetes adalék anyagokkal történő komposztálásuk után a mezőgazdaságban tápanyagforrásként alkalmazhatjuk. Ezáltal ezeket a másodlagos anyagokat, vagy melléktermékeket újrahasznosítjuk és a természeti körforgásba visszahelyezzük a gazdaságosság biztosításával (Juhász 2000).

A komposzt tápanyag-szolgáltató képességét meghatározza annak érettségi foka. Általában megállapítható, hogy a kevésbé érett komposztok több könnyen oldható tápanyagot tartalmaznak, ezért trágyázó hatásuk jobb, bár a növények növekedését gátló hatásuk is nagyobb lehet. Az érett komposztok talajjavító hatása jobb. Makrotápanyagokkal a komposztok jól ellátottak. Az érés során a foszfor, a kálium, a magnézium, a kalcium és a mikroelemek részben feltáródnak, a talajba kerülve a növények számára felvehetőek lesznek (Solti 2000).

Végeredményben a szennyvíziszap-komposzttal a talajba jutott szervesanyag, makro- és mikrotápanyagok javítják a talajok fizikai (Aranyos *et al.* 2014), kémiai (Tomócsik *et al.* 2015) és mikrobiológiai (Makádi 2010) tulajdonságait. Hatására nő a talajok szerves szén tartalma, javul a talaj pufferkapacitása és a tápanyag-szolgáltató képessége (Mantovi *et al.* 2005). Szintén a talaj szerkezetének, vízgazdálkodásának és tápelem-szolgáltató képességének javulását tapasztalta Kádár *et al.* (2002), valamint Silvia és Tomasso (2013) komposztálás nélküli szennyvíziszap alkalmazásakor is.

A talajon keresztül a szennyvíziszap alkalmazása a termesztett növényekre is hat. Napraforgóban végeztek tápanyag-utánpótlás összehasonlító kísérletet Thomas *et al.* (2006), ahol a szennyvíziszap kezelés a nettó asszimilációs index emelkedését eredményezte. Termésmennyiség emelkedést mutattak ki Silvia és Tomasso (2013) a szennyvíziszap alkalmazását követő két évben kukorica és búza tesztnövényeknél.

A talaj- és növénytulajdonságokra gyakorolt hatások mellett a termés mennyiségét és minőségét is képes befolyásolni a szennyvíziszap-komposzt. Munkánkban a tesztnövények termésmennyiségének változását vizsgáltuk szántóföldi kispárcellás tartamkísérletben, az első kijuttatás utáni 4–10. évben. Az adatok elemzése során választ keresünk arra, hogy a termésben megfigyelhető éves ingadozások mivel magyarázhatóak, és az eredmények alapján javaslatot teszünk a szennyvíziszap-komposzt gyakorlati alkalmazására.

### Anyag és módszer

A kisparcellás kísérlet a DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézet 0414/a hrsz-ú tábláján kapott helyet, amelynek GPS koordinátái: N; 47° 98' 69, E; 21° 70' 23. A kísérletet 2003 tavaszán állítottuk be a Nyírségvíz Zrt.-vel közösen kidolgozott NYÍRKOMPOSZT korlátozásmentesen felhasználható komposztkészítmény felhasználásával. Magyarországon egyedülálló módon a komposztált szennyvíziszapra, mint táp- és szervesanyag-forrásra alapozott tartamkísérletként tartjuk fenn a területet, ahol a szennyvíziszap-komposztot – az istállótrágyához hasonlóan – három évenként juttatjuk ki a területre. Célunk, hogy ezen készítmény hosszú távú felhasználásával kapcsolatban felmerülő aggályokra és kérdésekre választ kapjunk.

A kísérleti terület talaja típusos besorolás szerint: kovárványos barna erdőtalaj (*Makádi et al.* 2008). Paramétereit a kezelés előtt a Magyar Szabványban meghatározott módszerek szerint mértük, amelyek a következők voltak:  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  6,20;  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  5,31; humusz 0,90%,  $\text{NO}_3\text{-N}$  9,6 mg/kg,  $\text{P}_2\text{O}_5$  240,1 mg/kg;  $\text{K}_2\text{O}$  183,3 mg/kg.

A bemutatott időszakban átlagos csapadékmennyiség hullott, a 2007-ben 532 mm, 2008-ban 561 mm és 2009-ben 624 mm. Kiemelkedő mennyiség esett 2010-ben (995 mm). Az Alföld ezen részére jellemző csapadék hullott 2011-ben (454 mm), majd ezt követően 2012-ben igen kevés csapadékot mérhettünk (382 mm). A 2013. év ismét az átlagnak megfelelő (485 mm) csapadékot hozott. 2007-ben a sokévi átlaghoz viszonyítva melegebb volt a tavasz és a nyár, viszont szeptembertől hűvösebb volt az idő az ilyenkor megszokottakhoz képest. 2008-ban minden hónapban magasabbak voltak a középhőmérsékletek. 2009 áprilisában 4,2 °C-kal volt magasabb a havi átlaghőmérséklet. 2010 egy átlagos évnek számított a hőmérsékleti értékeket figyelembe véve. Ehhez képest melegebb idő volt 2011-ben. Az elmúlt 112 év második legmelegebb nyara volt a 2012-es nyár. A 2013-as év nem sokkal maradt el a 2012-ben mért hőmérsékletektől.

A kijuttatott komposzt összetétele szárazanyagban: kommunális szennyvíziszap 40%, szalma 25%, riolit 30%, bentonit 5%. A kisparcellás kísérletet 2006, 2009 és 2012 őszén újrakezeltük. A kijuttatások alkalmával bevizsgált komposzt készítmények beltartalmi paramétereit a 36/2006 (V.18.) FVM rendeletben előírtaknak (a magnézium és a kálium kivételével) megfeleltek mind egyik időpontban, így csak a 2012-ben kiszórt készítmény vizsgálati eredmé-

nyeit közöljük az *1. táblázatban*. A paraméterek meghatározását a Magyar Szabványban leírtak szerint végeztük.

1. táblázat. A 2012-ben kijuttatott szennyvíziszap komposzt vizsgált paraméterei

Paraméter (1)	Érték (2)
pH (H <sub>2</sub> O)	7,18
Szervesanyag-tartalom (m/m% szárazanyag) (3)	27,6
Vízben oldható összes só (m/m% szárazanyag) (4)	2,2
Összes N-tartalom (m/m% szárazanyag) (5)	1,3
Összes P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -tartalom (m/m% szárazanyag) (6)	1,0
Összes K <sub>2</sub> O-tartalom (m/m% szárazanyag) (7)	0,27
Összes Mg-tartalom (m/m% szárazanyag) (8)	0,43
As (mg/kg)	9,4
Cd (mg/kg)	1,6
Co (mg/kg)	3,7
Cr (mg/kg)	12,7
Cu (mg/kg)	124,7
Hg (mg/kg)	<1,00
Ni (mg/kg)	8,1
Pb (mg/kg)	24,5
Se (mg/kg)	<1,00

*Table 1.* Measured parameters of the sewage sludge compost before the application in 2012. (1) Parameter, (2) Value, (3) Organic matter content (m/m% dry matter), (4) Water soluble total salt (m/m% dry matter), (5) Total N (m/m% dry matter), (6) Total P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (m/m% dry matter), (7) Total K<sub>2</sub>O (m/m% dry matter), (8) Total Mg (m/m% dry matter)

Az öt blokkban elhelyezett 4 kezelésben 0, 9, 18 és 27 t/ha dózisnak megfelelő szennyvíziszap-komposztot szórtunk ki a 12×19 m méretű parcellákra 2006, 2009 és 2012 őszén, majd a komposztot a talajba beszántottuk. Ezután megtörtént a természetstechnológiának megfelelően a tritikálé (*x Tritticosecale Wittmack*), mint őszi kalászos, tavaszi növényként a kukorica (*Zea mays* L.) és a zöldborsó (*Pisum sativum* L.) vetése, mely növények kiterített vetésforgóban követik egymást a kísérletben. A növények termésmennyiségének meghatározásához parcellánként a zöldborsóból és a tritikáléből 4x1 négyzetméter, a kukoricából 4x1 folyóméter mintát takarítottunk be és az ezekből kapott eredményekből számítottuk a hektáronkénti termésmennyiséget. A különbö-

ző komposzt mennyiségekkel kiszórt szervesanyag, makro- és mikroelemek és a potenciálisan toxikus elemek mennyiségét a 2. táblázatban láthatjuk. Az eredményeket a 2012-ben alkalmazott komposztkészítmény vizsgálati paramétereire alapján számítottuk ki. A Hg esetében számítás nem végezhető, mert a komposzteredmény a méréshatár alatt volt.

2. táblázat. A 2012-ben szennyvíziszap komposzttal kijuttatott elemek mennyisége

Paraméter (kg/ha) (1)	Komposztkezelések (t/ha) (2)		
	9	18	27
Szervesanyag-tartalom (3)	2486,7	4973,4	7460,1
Vízben oldható összes só (4)	193,5	387,0	580,5
Összes N-tartalom (5)	113,4	226,8	340,2
Összes P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -tartalom (6)	93,6	187,2	280,8
Összes K <sub>2</sub> O-tartalom (7)	24,3	48,6	72,9
Összes Mg-tartalom (8)	38,7	77,4	116,1
As	0,08	0,17	0,25
Cd	0,01	0,03	0,04
Co	0,03	0,07	0,10
Cr	0,11	0,23	0,34
Cu	1,12	2,24	3,37
Hg	n.a.	n.a.	n.a.
Ni	0,07	0,15	0,22
Pb	0,22	0,44	0,66

Megjegyzés: n.a. – nincs adat

Table 2. Applied amounts of elements of composted sewage sludge in 2012. (1) Parameter (kg ha<sup>-1</sup>), (2) Compost treatment (t ha<sup>-1</sup>), (3) Organic matter content, (4) Water soluble total salt, (5) Total N, (6) Total P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, (7) Total K<sub>2</sub>O, (8) Total Mg, Note: no data

Az 50/2001 (IV.3.) Kormányrendeletben meghatározott szennyvíziszap-komposzttal egy évben kijuttatható mérgező elemek és káros anyagok mennyiségét a 3. táblázatban közöljük. A kommunális szennyvíziszapot tartalmazó korlátozásmentesen felhasználható terméskövelő készítmény kijuttatásakor, egyik dózishál sem haladta meg a szennyezőanyagok mennyisége a meghatározott értékeket.



3. táblázat. Az 50/2001 (IV.3.) Kormányrendeletben meghatározott értékek

Paraméter (1)	Határérték (kg/ha/év) (2)
As	0,5
Cd	0,15
Co	0,5
ΣCr	10
Cu	10
Hg	0,1
Mo	0,2
Ni	2
Pb	10
Se	1

Table 3. The limit values in 50/2001 (IV.3.) Government decree. (1) Parameter, (2) Limitvalues (kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>)

A kapott adatok kiértékeléshez SPSS 21.0 programcsomagot használtunk. A kezelések hatását egytényezős variancia-analízissel vizsgáltuk. A kezeléscsoportok közötti különbségek kimutatására Tukey-tesztet használtunk, az eltérő csoportok jelzésére az abc betűt használjuk fel. A statisztikai vizsgálatokat 95%-os valószínűségi szinten végeztük.

### Eredmények

A szennyvíziszap-komposzt alkalmazásának a tritikálé termésmennyiségére gyakorolt hatását a 4. táblázatban mutatjuk be. A vizsgált időszak első három (2007–2009) évében már tapasztaltunk kismértékű termésmenyekekedést a kezelt parcellákban a kontroll parcellához viszonyítva. 2009-ben csak a 18 és 27 t/ha dózissal kezelt parcellákban termett többet a tritikálé a kezeletlen területhez képest. Ebben az időszakban nem tudtuk a terméseredmények között statisztikailag igazolni a különbségeket.

A 2010-es évben mindhárom kezelt parcellából nagyobb termést tudunk betakarítani, mint a kontroll területről. Az eredmények közül a 27 t/ha-os komposztmennyiséget tartalmazó parcella és a komposztot nem kapott terület között tudunk statisztikailag is bizonyítható kezeléshatást kimutatni a terméseredményekben.

4. táblázat. *Tritikálé termésmennyisége a szennyvíziszap-komposzt kísérletben 2007–2013 között*

Komposzt (t/ha) (1)	Tritikálé termés (t/ha) (2)						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0	2,1a	3,3a	1,5a	1,3a	1,9a	1,8a	1,0a
9	2,6a	3,6a	1,4a	1,6ab	2,4ab	2,3ab	1,3ab
18	2,9a	3,9a	2,0a	1,6ab	2,8b	2,7b	1,5ab
27	2,8a	4,2a	1,9a	1,8b	3,0b	2,9b	1,6b

Megjegyzés: a-b indexek: szignifikánsan különböző kezeléscsoportok, Tukey-tesztel meghatározva ( $p < 0,05$ ).

*Table 4.* Crop yield of triticale in the sewage sludge compost experiment in 2007–2013. (1) Sewage sludge compost ( $t\ ha^{-1}$ ), (2) Crop yield of triticale ( $t\ ha^{-1}$ ). Note: significant differences of treatments were determined by Tukey's test ( $p < 0,05$ ). Differences were signed by "a, b" indexes.

2011-ben és 2012-ben a tesztnövény terméseredménye nagyobb volt a szennyvíziszap-komposzt dózisok hatására a kezeletlen parcellához képest. Ezekben az években a két nagyobb dózisban (18 és 27 t/ha) termett tritikálé mennyisége jóval felülmúlta a kontroll területeken termett mennyiséget. Több mint 50%-os termésmenyekeedést tudtunk realizálni ezekben az években az említett kezelések hatására, mely statisztikailag is igazolható volt.

A 2013-as év arányaiban hasonló adatokat mutat a 2010-es év adataihoz mind termésben, mind a kezelések közötti tendenciájában, de a termésmennyiség minden parcellában alatta volt az előző években mérteknek.

A kukorica termésmennyiségének változását az 5. táblázat szemlélteti. Láthatjuk, hogy 2007-ben a kezelések hatására nem emelkedett a hozam, hanem kevesebb kukoricát tudtunk betakarítani a tápanyag-utánpótlásban részesített parcellákról, mint a kontroll területről. A következő évben (2008) mindhárom komposzt dózis hatására szignifikánsan növekedett a betakarított kukorica mennyisége a kezeletlen parcellához képest. 2009-ben csak a 18 és 27 t/ha adagok eredményeztek termésmennyiség emelkedést. Ebben a tenyészidőszakban a 9 t/ha parcellában termett a legkevesebbet a kukorica. A következő két évben (2010–2011) szintén a két nagyobb (18 és 27 t/ha) dózis gyakorolt kedvezőbb hatást a kukorica hozamára, az eltérés szignifikáns volt, több mint 50%-kal többet tudtunk betakarítani a tesztnövényből. 2012-ben közel azonos volt a kukorica termése a kezelésekben és közöttük nem tudtunk statisztikailag igazolható különbséget kimutatni.

5. táblázat. *Kukorica termésmennyisége a szennyvíziszap-komposzt kísérletben 2007–2013 között*

Komposzt (t/ha) (1)	Kukorica termés (t/ha) (2)						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0	8,2a	7,8a	7,9ab	6,3a	5,5a	4,8a	6,2a
9	7,8a	9,2b	6,6a	7,4ab	7,1ab	4,6a	6,7ab
18	7,9a	9,8b	8,2b	9,0b	8,2b	5,1a	7,3ab
27	7,3a	9,8b	9,0b	9,5b	8,4b	4,9a	7,8b

Megjegyzés: a-b indexek: szignifikánsan különböző kezeléscsoportok, Tukey-tesztel meghatározva ( $p < 0,05$ ).

Table 5. Crop yield of maize in the sewage sludge compost experiment in 2007–2013. (1) Sewage sludge compost ( $t\ ha^{-1}$ ), (2) Crop yield of maize ( $t\ ha^{-1}$ ), Note: significant differences of treatments were determined by Tukey's test ( $p < 0.05$ ). Differences were signed by "a, b" indexes.

Az utolsó bemutatott évben (2013) a kontrollhoz viszonyítva mindegyik parcellában nőtt a termésmennyiség, de csak a legnagyobb adagot (27 t/ha) tartalmazó parcella és a szennyvíziszap-komposztot nem kapott terület között találtunk statisztikailag bizonyítható különbséget.

A harmadik tesztnövény, a zöldborsó termésmennyiségére gyakorolt hatást 2007 és 2013 között az 6. táblázatban foglaljuk össze.

6. táblázat. *Zöldborsó termésmennyisége a szennyvíziszap-komposzt kísérletben 2007–2013 között*

Komposzt (t/ha) (1)	Zöldborsó termés (t/ha) (2)						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0	0,3a	1,2a	1,3a	1,0a	2,9a	1,8a	0,3a
9	0,3a	1,4a	1,7b	1,1a	3,2a	1,6a	0,3a
18	0,4a	1,2a	1,8b	1,0a	3,3a	1,8a	0,4a
27	0,3a	1,1a	1,6b	0,8a	3,1a	1,5a	0,3a

Megjegyzés: a-b indexek: szignifikánsan különböző kezeléscsoportok, Tukey-tesztel meghatározva ( $p < 0,05$ ).

Table 6. Crop yield of green pea in the sewage sludge compost experiment in 2007–2013. (1) Sewage sludge compost ( $t\ ha^{-1}$ ), (2) Crop yield of green pea ( $t\ ha^{-1}$ ), Note: significant differences of treatments were determined by Tukey's test ( $p < 0.05$ ). Differences were signed by "a, b" indexes.

A bemutatott évek közül a 2007–2008 és a 2011–2013-as tenyésztési időszakban a betakarított magmennyiségek között statisztikailag igazolható különbséget nem tudunk kimutatni.

2009-ben a szeszélyes időjárási körülmények következtében termést nem tudunk betakarítani, így ez az év kimaradt a táblázatból. A zöldborsó hozamára csak a 2010-es év vegetációjában gyakorolt statisztikailag bizonyítható pozitív hatást a szennyvíziszap-komposzt kijuttatása. Ekkor a 9 t/ha 30%-kal, 18 t/ha 38%-kal és a 27 t/ha 23%-kal több termést eredményezett a kontroll parcellához viszonyítva.

### Következtetések

A szerveztrágyázáshoz hasonlóan háromévente történő szennyvíziszap-komposzt kijuttatással a talajból hiányzó szerves anyagot, makro- és mikrotápelemeket pótoljuk. Amennyiben ezen alkotók mennyiségét növelni tudjuk a talajban, a termesztett növények termésmennyisége is emelkedni fog. A különböző fiziológiai tulajdonságokkal rendelkező növényfajok/fajták azonban különbözőképpen reagálnak mindezekre a változásokra.

A három tesztnövény közül a kalászosként termesztett tritikálé hozamára hosszútávon kedvező hatást gyakorolt a szennyvíziszap-komposztkezelés. A bemutatott időszak (2007–2013) alatt csak egy alkalommal, 2009-ben nem termett többet a növény a 9 t/ha kezelésben. Megfigyeltük, hogy a nagyobb dózisok közül az egyik évben a 18 t/ha-os a másik évben a 27 t/ha-os parcellák adták a nagyobb magtermést. Az évek közötti eredményeket megvizsgálva, a kijuttatási időpontokat követő második évben adott a tritikálé magasabb termést. *Debreczeni és Izsáki (1985)* a tavaszi árpa termésmennyiségének hasonló tendenciájú változását a tesztnövény ásványi anyag koncentrációjának növekedésével hozták összefüggésbe. A termesztett növények gyökértömegének és szárazanyag mennyiségének csökkenését a megnövelt szennyvíziszap-komposzt adagokkal kijuttatott nehézfémek akkumulációja okozta fitotoxicitással indokolták (*Kabata-Pendias és Pendias 1992, 2001; Simon 2001*).

A kukorica termésmennyiségére is pozitívan hatottak a különböző adagú komposztos kezelések. Az első vizsgálati év (2007) kivételével a következő hat év mindegyikében jobb eredményt adtak a 18 és 27 t/ha-os dózisok. A talaj

kémiai tulajdonságaiban bekövetkező pozitív változások (Aranyos *et al.* 2013) a növényekre is kedvező hatással vannak. A termésmennyiség növekedése az élettani paraméterekben (nitrogén-tartalom, asszimiláció, szárazságstressztűrés, transpiráció) bekövetkező kedvező változások eredményeképpen értékelhető (Simon és Szente 2000) és összefüggésbe hozható a talaj szervesanyag-tartalmának emelkedésével (Černý *et al.* 2010). A talajba jutott szennyvíziszap-komposzt tápanyagaival a növények mellett a talajéletért felelős mikrobákat is tápláljuk (Singh *et al.* 2011). A termés mennyiségének növekedése nem feltétlenül vonja maga után a szemtermés tulajdonságainak változását (Vaca *et al.* 2011), de a több termés eléréséhez nagyobb kálium mennyiséget szükséges kijuttatni, amelyhez megemelkedett tápanyag felvétel párosul (Hezhong *et al.* 2010).

A zöldborsó termésmennyiségének változása a különböző adagú komposzt kezelések hatására a bemutatott 6 év során igen változó eredményeket mutatott, amelyeket az időjárás változékonysága erősen befolyásolt. A változó mennyiségben lehulló csapadék befolyásolja a növénytermesztési tényezők hatását (Liang *et al.* 1991), így jelentős hozamnövekedést nem tapasztaltunk a vizsgált időszak alatt egyik parcellában sem.

A kísérlet eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy az egyes növényfajok eltérően reagálnak a szennyvíziszap-komposzt kezelésre, amely eredményeket a gyakorlati alkalmazás során figyelembe kell venni mind a vetésforgó tervezésekor, mind a fajválasztáskor. A tritikálé évről-évre kedvezően reagál a szennyvíziszap-komposztos kezelésre. Kiemelkedő termést kaptunk az ismételt kiszórások utáni második években, amit a gazdálkodóknak szem előtt kell tartani a vetésszerkezet tervezésekor. A kukorica is jól reagált a különböző dózisu komposztkezelésekre a 2008–2013-as időszakban, de a vegetációs időszak csapadékmennyisége is erősen befolyásolta a termésmennyiséget. A zöldborsónál ellenben nem volt megfigyelhető kezeléshatás.

### Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a Nyírségvíz Zrt.-nek a kísérlethez szükséges szennyvíziszap-komposzt rendszeres biztosításáért.

### Irodalom

- Aranyos, T.–Tomócsik, A.–Orosz, V.–Blaskó, L.–Makádi, M.*: 2013. Changes in physical and chemical soil properties after 10 years of compost application. *Növénytermelés. Suppl.* 62: 201–206.
- Aranyos T.J.–Tomócsik A.–Orosz V.–Makádi M.–Antal K.–Blaskó L.*: 2014. A légáteresztő képesség mérése szennyvíziszappal kezelt homoktalajok tömődöttségének jelzésére tartamkísérletben. *Agrokémia és Talajtan.* 63. 2: 269–282.
- Černý, J.–Balík, J.–Kulhánek, M.–Čásová, K.–Nedvěď, V.*: 2010. Mineral and organic fertilization efficiency in long-term stationary experiments. *Plant and Soil Environment.* 56. 1: 28–36.
- Debreczeni I.–Izsáki Z.*: 1985. Bőrgyári szennyvíziszap hatása a növények elemi összetételére. *Agrokémia és Talajtan.* 34: 421–432.
- Hezhong, D.–Xiangqiang, K.–Weijiang, L.–Wei, T.–Dongmei, Z.*: 2010. Effects of plant density and nitrogen and potassium fertilization on cotton yield and uptake of major nutrients in two fields with varying fertility. *Field Crops Research.* 119: 106–113.
- Juhász E.*: 2000. A szennyvíziszapok kezelése. [In: Barótfi I. (szerk.) *Környezettechnika.*] Mezőgazda Kiadó. Budapest. 501–552 .
- Kabata-Pendias, A.–Pendias, H.*: 1992. Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press. Boca Raton. Ann Arbor. London.
- Kabata-Pendias, A.–Pendias, H.*: 2001. Trace Elements in Soils and Plants (3<sup>rd</sup> edition). CRC Press LLC. Boca Raton. London-New York-Washington D.C.
- Kádár I.–Hámori V.–Morvai B.–Petróczki F.*: 2002. Talajterhelési és szennyezettség határértékek: szennyvíziszap és vágóhídi komposzt hatása a cukorrépára. [In: Várnainé J. A. (szerk.) *Cukorrépa termesztési/termeltetési tanfolyam és tanácskozás.*] Cukoripari Egyesülés. Budapest. 37–40.
- Liang, B. C.–Mackenzie, A. F.–Kirby, P. C.–Remillard, M.*: 1991. Corn production in relation to water inputs and heat units. *Agronomy Journal.* 83: 794–799.
- Makádi M.–Jakab I.–Fuchs M.–Michéli E.*: 2008. Terepi segédanyag. Talajtani Vándorgyűlés. Nyíregyháza.
- Makádi M.*: 2010. Ásványi és szerves adalékanyagok hatása a nyírségi homoktalajok mikrobiológiai tulajdonságaira. Doktori PhD értekezés. Szent István Egyetem. Gödöllő.
- Mantovi, P.–Baldoni, G.–Toderi, G.*: 2005. Reuse of liquid, dewatered and composted sewage sludge on agricultural land: effects of long-term application on soil and crop. *Water Research.* 39: 289–296.

- Milieu Ltd. WRc and RPA.*: 2008. Environmental economic and social impacts of the use of sewage sludge on land. Final Report. Part I: Overview Report. Study Contract DG ENV G4/ETU/2008/0076r.
- Roig, N.–Sierra, J.–Martí, E.–Nadal, M.–Schuhmacher, M.–Domingo, J. L.*: 2012. Long-term amendment of Spanish soil with sewage sludge: Effect on soil functioning. *Agric. Ecosyst. Environ.* 158: 41–48.
- Simon L.–Szente K.*: 2000. Szennyvíziszap komposzt hatása a kukorica nitrogéntartalmára, néhány élettani jellemzőjére és hozamára. *Agrokémia és Talajtan.* 49: 231–246.
- Simon L.*: 2001. Heavy metal accumulation from sewage sludge compost amended soil in spring wheat, spring barley, and maize. [In: Halasi-Kun G.J. (ed.) *Pollution and Water Resources (1998-2001)*]. Columbia University Seminars. 32: 239–246.
- Singh, R. P.–Singh, P.–Ibrahim, M. H.–Hashim, R.*: 2011. Land application of sewage sludge: physicochemical and microbial response. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 214: 41–61.
- Solti G.*: 2000. Talajjavítás és tápanyag-utánpótlás az ökológiai gazdálkodásban. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Silvia, L. M.–Tomasso, M.*: 2013. Evaluation of nitrogen management in maize cultivation grows on soil amended with sewage sludge and urea. *European Journal of Agronomy.* 45: 59–67.
- Thomas, C. N.–Bauerle, W. L.–Chastain, J. P.–Owino, T. O.–Moore, K. P.–Klaine, S. J.*: 2006. Effects of scrubber by-product-stabilized dairy lagoon sludge on growth and physiological responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Chemosphere.* 64: 152–160.
- Tidsell, S. E.–Breslin, V. T.*: 1995. Characterization and leaching of elements from municipal solid waste compost. *J. Environ. Qual.* 24: 827–833.
- Tomócsik A.–Makádi M.–Orosz V.–Aranyos T.–Fehér B.–Mészáros J.–Füleky Gy.*: 2015. A homoktalaj kémiai tulajdonságainak változása szennyvíziszap komposzt kezelés hatására 2009 és 2012 között. [In: Hernádi H. et al. (szerk.). *A talajok térbeli változatossága – elméleti és gyakorlati vonatkozások.*] Talajtani Vándorgyűlés. 2014. szeptember 4–6. Keszthely. 251–258.
- Vaca, R.–Lugo, J.–Martínez, R. V.–Esteller, M.–Zavaleta, H.*: 2011. Effect of sewage sludge and sewage sludge compost amendment on soil properties and *Zea mays* L. plants (heavy metals, quality and productivity). *Rev. Int. Contam. Ambie.* 27. 4: 303–311.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

\*Tomócsik Attila – Aranyos Tibor József – Dr. Makádi Marianna  
Debreceni Egyetem AKIT  
Nyíregyházi Kutatóintézet  
Nyíregyháza  
Westsik Vilmos utca 4–6.  
H-4400  
\*tomocsik@agr.unideb.hu

Dr. Füleky György  
Szent István Egyetem MKK  
Talajtani és Agrokémiai Tanszék  
Gödöllő  
Páter Károly u. 1.  
H-2100



## MEGEMLÉKEZÉS

### Commemoration

#### **Harminc éve hunyt el Sváb János (1922–1986), a biometria kiváló tudósa**

Sváb Jánost (1922–1986) tekinthetjük a hazai biometria egyik megalapítójának és legnagyobb egyéniségének. Széles látókörű, modern szemléletű, nagy formátumú tudós volt. Évtizedek múltán világosan látjuk szakmai és emberi nagyságát. Nem mások által kitaposott utat járt, hanem úttörő volt, iskolaalapító és példakép. Tudományos meggyőződését követte, bátran és elszántan, nem karriert akart építeni, hanem a tudományt akarta gazdagítani hazája és embertársai javára.

Sváb János egész életét a mezőgazdasági kutatásnak szentelte. 1948-ben szerzett oklevelet a budapesti Agrártudományi Egyetemen. A kísérletezés gyakorlatával Gyulatanán, az Agrokémiai Kutatóintézet telepvezetőjeként ismerkedett meg. Életének következő állomása, mely további munkásságát meghatározta, az Országos Fajtakísérleti Intézet volt (1954–1970). Az intézet munkatársaként került kapcsolatba a biometriával, amely egész életének kutató munkáját meghatározta. Jelentős szerepe volt abban, hogy az intézet a fajtakísérleteket új alapokra helyezte. Kutatásait a *„Kisparcellás és nagyüzemi szántóföldi kísérletek együttes alkalmazásának jelentősége, különös figyelemmel a mezőgazdasági növényfajták értékbírálatára”* c. egyetemi doktori értekezésében foglalta össze, melyet 1963-ban védett meg. Az intézet országosan központi szerepe lehetővé tette, hogy a Sváb János által kidolgozott módszerek és feldolgozott anyagok sokfelé eljussanak, és közkinccsé váljanak.

A „*Fajtaérték-index alkalmazása a fajtaérték bírálatban*” c. kandidátusi disszertációjában (1969) javasolt módszerrel a fajtaelismerésre vonatkozó objektív döntés megalapozását segítette elő.

Az ezt követő években, 1971–1975 között, az országos műtrágyázási tartamkísérletek tervezésével és értékelésével foglalkozott Láng Géza akadémikus vezetésével, majd az Agrobotanikai Intézet biometrikusa lett. A Gödöllői Agrártudományi Egyetemen (1975–1983) egy kutatócsoport vezetőjeként nagyüzemi táblasoros adatok feldolgozásával foglalkozott, matematikai szempontból pedig a többváltozós statisztikai analízis módszereit kezdte alkalmazni. Bebizonyította, hogy a nagyüzemi adatok is alkalmasak a tudományos eredmények elérésére, hipotézisek igazolására. Sváb János 1979-ben hirdette meg azt a tézisét, mely szerint a kutatás két iránya, a kísérletes kutatás és a táblasoros elemzés a kutatási rendszerben egységet alkotva, együtt szolgálják a növénytermesztés fejlődését. Az üzemi termesztés táblasoros elemzésével (exploratív adatelemzés) e kutatási irányzat arra keresett választ, hogy mely termesztési tényezők befolyásolják legerősebben a táblánkénti átlagterméseket, egyben a meglévő termesztéstechnológiai elemek és a termés olyan összefüggéseinek feltárására is mód nyílt, amelyre a lehetséges kombinációk sokrétűsége miatt a kísérletes kutatás nem alkalmas. Ez már a többváltozós biometriai módszerek bevezetésének időszaka volt. Közvetlenül nyugdíjazása előtt (1982) védte meg a „*Többváltozós matematikai statisztikai módszerek alkalmazása a mezőgazdasági kutatásban*” c. akadémiai doktori értekezését.

Utolsó éveiben tudományos tanácsadóként tevékenykedett az Agrártudományi Egyetemen, Gödöllőn és az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetében, Martonvásáron. Több, mint 100 tudományos dolgozat szerzője. Több könyve jelent meg. A kísérletek értékelésében fontos mérföldkő Sváb János: „*Biometriai módszerek a kutatásban*” c. könyve, melyet többször kiadták (1967, 1973, 1979). „*A populációgenetika alapjai*” c. könyve (1971) külföldön is megjelent. „*Többváltozós módszerek a biometriában*” c. könyve (1979) megismerteti az olvasók tág körével ezt a gyakorlati szempontból nagyfontosságú módszertant.

Számos tisztséget töltött be hazai és nemzetközi tudományos társaságokban. Tagja volt az Eucarpia Biometriai Szekciója vezetőségének, a Nemzetközi Biometriai Társaság Igazgató Tanácsának, elnöke volt e társaság magyar csoportjának. Elnöke volt a Magyar Biológiai Társaság Biometriai Szakosztályának. Több nemzetközi konferencia szervezése fűződik nevéhez. 1979-ben az

Eucarpia Biometriai Szekció ülését rendezte meg Budapesten, 1985-ben az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetével közösen szervezte meg Budapesten az Európai Biometriai Konferenciát.

Sváb János által képviselt tudományos iskolában és általa szervezett posztgraduális tudományos továbbképző kurzusokon több évtizeden keresztül kutatók generációi sajátították el a szántóföldi kísérletezésnek és a kísérletek biometriai értékelésének módszereit. Élete folyamán a mezőgazdaság minden területéről, az ország minden részéről hozzá fordultak biometriai kérdésekben szakmai segítségért. Mindenkit biztatott, soha senkit nem utasított el. Aki munkáit ismerte, az tisztelte, aki személyesen ismerte, az szerette. Számos tanítványa, kutató generációk sokasága, műveinek időtálló volta és alkotásainak korszakos jelentősége a biztosítéka annak, hogy Sváb János nevét megőrizzük a hazai mezőgazdasági kutatás történetében az utókor számára.

Berzsenyi Zoltán





**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

