

Crop
Production



NÖVÉNYTERMELÉS

70. kötet | 1. szám | 2021. március

Alapítás éve: 1952

Főszerkesztő: Nagy János



Az agrometeorológiai hatások elemzése csemegekukorica (*Zea mays L. convar. saccharata* Koern.) üzemi termesztési kísérletekben

A szója fajták fehérje- és olajtartalmának, valamint PO értékének változása eltérő tápanyag- és vízellátás mellett

Búza (*Triticum aestivum* L.) vetőmagok minősítése MALDI-TOF MS módszerrel

Növénytermelés

CROP PRODUCTION

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

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

Megjelenés egy kötet négy füzetben.

A Növénytermelést a SCOPUS és a Google Scholar indexeli.

Szerkesztőség:

DEBRECENI EGYETEM MÉK
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.
4002 Debrecen, Pf. 400
Telefon: (06 52) 508-310
Fax: (06 52) 508-460
E-mail: novenytermeles@agr.unideb.hu
szelesne@agr.unideb.hu

Megrendeléseiket az alábbi elérhetőségeinken várjuk:

Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft.
1223 Budapest, Park u. 2.
Telefon: (06 1) 362-8100
Fax: (06 1) 362-8104
E-mail: info@agrarlapok.hu
www.hoi.hu - www.agrarlapok.hu
www.novenytermeles.hu

A kiadásért felelős Bozzay Péter,
a Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft. ügyvezetője

ISSN 0546-8191
Növényterm 70 (2021) 1
Printed in Hungary

Növénytermelés

CROP PRODUCTION

70. kötet, 1. szám, 2021. március

Főszerkesztő/Editor-in-Chief:

JÁNOS NAGY

Szerkesztőbizottság/Editorial Board:

Z. BERZSENYI, M. BIRKÁS, L. BLASKÓ, CS. GYURICZA, K. INUBUSHI,
Z. IZSÁKI, M. JOLÁNKAI, T. KISMÁNYOKY, L. CS. MARTON,
J. NAGY, L. PÁSZTOR, P. PEPÓ, K. RAJKAI, R. SCHMIDT

AGRÁRMINISZTERIUM

A kiadásért felelős a Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft. ügyvezetője

A nyomást és kötést a OOK-Press Nyomda végezte

Felelős szerkesztő: Dr. Nagy János

Fedélterv: Dávid Ildikó

Fotót készítette: Dr. Csajbók József

ISSN 0546-8191

TARTALOM

<i>Nagy Zoltán – Széles Adrienn – Demeter Cintia – Illés Árpád – Bojtor Csaba – Zelenák Annabella – Nagy János: Az agrometeorológiai hatások elemzése csemegekukorica (<i>Zea mays</i> L. convar. <i>saccharata</i> Koern.) üzemi termesztési kísérletekben</i>	7
<i>Ábrahám Éva Babett – Pepó Péter: A szója fajták fehérje- és olajtartalmának, valamint PO értékének változása eltérő tápanyag- és vízellátás mellett</i>	23
<i>Bojté Csilla – Helenkár András – Tatárváriné Nagy Nikoletta Edit – Tóth Brigitta – Hajósné Novák Márta – Micsinai Adrienn – Parádi István – Szemán-Nagy Gábor – Tólas László – Bojtor Csaba – Nagy János: Búza (<i>Triticum aestivum</i> L.) vetőmagok minősítése MALDI-TOF MS módszerrel</i>	45
<i>Izsáki Zoltán: A talaj N-, P- és K-ellátottságának hatása a szója (<i>Glycine max</i> L./ Merr.) termésére csernozjom réti talajon III. – Tápelem-koncentráció, tápelem-ellátottsági határértékek a diagnosztikai célú növényanalízishez</i>	59
<i>Kolozsvári Ildikó – Kun Ágnes – Jancsó Mihály – Bíróné Oncsik Mária – Bozán Csaba – Gyuricza Csaba: Silócirok (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench) öntözési termesztési lehetőségeinek lizimetriai vizsgálata egy intenzív halnevelő telep elfolyóvizével</i>	81
<i>Sinka Lúcia – Takácsné Hájos Mária – Kovács Györgyi – Czeller Krisztina – Tuba Géza – Zsembeli József: A növénykondicionálás hatása a csemegekukorica egyes beltartalmi paramétereire sóterhelt környezetben</i>	105
<i>Székelly Árpád – Szalóki Tímea – Ibadzade Marks – Pauk János – Lantos Csaba – Jancsó Mihály: Magyarországi rizs (<i>Oryza sativa</i> L.) fajtagyűjtemény hidegtűrésének vizsgálata természetes körülmények között</i>	125

CONTENTS

<i>Z. Nagy – A. Széles – C. Demeter – Á. Illés – Cs. Bojtor – A. Zelenák – J. Nagy: Analysing agrometeorological effects in sweet maize (<i>Zea mays</i> L. convar. <i>saccharata</i> Koern.) field production experiments</i>	7
<i>É. B. Ábrahám – P. Pepó: Changes in protein and oil content and PO value of soybean varieties with different nutrient and water supply</i>	23

<i>Cs. Bojté – A. Helenkár – N.E. Tatárváriné Nagy – B. Tóth – M. Hajósné Novák – A. Micsinai – I. Parádi – G. Szemán-Nagy – L. Tálás – Cs. Bojtor – J. Nagy:</i> Examination of the usability of MALDI-TOF MS to identify wheat seeds (<i>Triticum aestivum</i> L.)	45
<i>Z. Izsáki:</i> The effect of soil NPK supply on the yield of soybean (<i>Glycine max</i> L./ Merr.) on chernozem meadow soil III. – Nutrient concentration, nutrient supply limits for plant analysis for diagnostic purposes	59
<i>I. Kolozsvári – Á. Kun – M. Jancsó – M. Bíróné Oncsik – Cs. Bozán – Cs. Gyuricza:</i> Lysimeter examination of irrigation crops of sorghum (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench) with the effluent water of an intensive fish farm	81
<i>L. Sinka – M. Takács-Hájos – Gy. Kovács – K. Czeller – G. Tuba – J. Zsembeli:</i> Effect of plant conditioning on some quality parameters of sweet corn grown under salt affection	105
<i>Á. Székely – T. Szalóki – Ibadzade Marks – J. Pauk – Cs. Lantos – M. Jancsó:</i> Evaluation of a Hungarian rice (<i>Oryza sativa</i> L.) variety collection under natural cold stress	125

СОДЕРЖАНИЕ

<i>З. Надь – А. Селеш – С. Деметер – А. Иллеш – Ч. Бойтор – А. Зеленак – Я. Надь:</i> Анализ агрометеорологических влияний в промышленном опыте выращивания сахарной кукурузы (<i>Zea mays</i> L. convar. <i>saccharata</i> Koern.) ...	7
<i>Е. Б. Абрахам – П. Пено:</i> Изменение содержания белка, масла и величины РО сортов сои при различном обеспечении питательными веществами и водообеспеченности	23
<i>Ч. Бойте – А. Хеленкар – Н. Э. Татарварине Надь – Б. Том – М. Хайошине Новак – А. Мичинаи – И. Паради – Г. Семан-Надь – Л. Талаш – Ч. Бойтор – Я. Надь:</i> Изучение применимости метода MALDI-TOF MS для квалификации посевного материала пшеницы (<i>Triticum aestivum</i> L.)	45
<i>З. Ижсаки:</i> Влияние обеспеченности почвы N-ом, P-ом и K-ем на урожай сои (<i>Glycine max</i> L./ Merr.) на чернозёмной луговой почве III. – Концентрация питательных элементов, предельные показатели обеспеченности питательными элементами к анализу растения в диагностических целях	59

<i>И. Коложвари – А. Кун – М. Янчо – М. Бироне Ончик – Ч. Бозан – Ч. Дьюрица:</i> Лизиметрическое исследование возможностей оросительного выращивания силосного сорго (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench) с вытекающей водой интенсивного рыбоводческого хозяйства	81
<i>Л. Шинка – М. Такачне Хайош – Дь. Ковач – К. Челлер – Г. Туба – Ё. Жембели:</i> Влияние кондиционирования растений на некоторые параметры внутреннего содержания сахарной кукурузы в загруженном солью окружении	105
<i>А. Секей – Т. Салоки – Ибадзаде Маркс – Я. Паук – Ч. Лантош – М. Янчо:</i> Оценка венгерской коллекции сортов риса (<i>Oryza sativa</i> L.) в условиях естественного холодового стресса	125

Az agrometeorológiai hatások elemzése csemegekukorica (*Zea mays L. convar. saccharata* Koern.) üzemi termesztési kísérletekben

NAGY ZOLTÁN – SZÉLES ADRIENN – DEMETER CINTIA – ILLÉS ÁRPÁD –
BOJTOR CSABA – ZELENÁK ANNABELLA – NAGY JÁNOS
Debreceni Egyetem MÉK,
Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet, Debrecen

Összefoglalás

A Debreceni Egyetem Kutatócsoportja egy kísérleti agrometeorológiai mérőállomást telepített Tiszavasvári külterületén, a Lipták Farm két eltérő talajtípusú (csernozjom, homokos vályog) csemegekukorica táblája mellett 2020 júniusában. A mérőállomás mérési programja a léghőmérséklet, légnedvesség és a csapadék mennyiségére terjedt ki.

Megállapítottuk, hogy a precíziós csemegekukorica termesztés és termesztéstechnológia megvalósításához a tenyészidőszak alatt a mérési program teljes körű információkat képes szolgáltatni. Ezzel lehetővé téve a vetés optimális időpontjának meghatározását. Továbbá a hőösszeg számítás segítségével a kukorica fejlődési dinamikájának nyomon követését, a virágzás időpontjának előrejelzését, a csapadék és a párolgási viszonyok alapján a szemképződés időszakába bekövetkező kritikus helyzetek azonosítását és a lehetséges beavatkozások tervezését, illetve az érés időszakában a betakarítás optimális időpontjának meghatározását.

A Lipták Farmon a csemegekukorica termesztési kísérletekhez a feltételek magas szakmai színvonalon álltak rendelkezésre. A kiváló termesztéstechnológia megbízható kutatásokat és elemzéseket tett lehetővé, két eltérő talajadottságú szántóföldi tábla bevonásával. A vizsgálatokat mindkét esetben azonos hibriddel (Dessert R78) végeztük.

A Pelli 1. tábla jó terméseredményéhez (21,983 t/ha) képest a Dobi 3. tábla hektáronként 1,476 tonnával termett többet (23,459 t/ha). Vizsgálataink szerint az eltérő vetésidőből adódóan a Dobi 3. táblán a vetést követő 10 napos időintervallumban a hasz-

nos hőösszeg 24%-kal volt kedvezőbb (47 °C nap), a Pellei 1. táblán mért értékhez képest.

A talajadottságok is jelentősen kedvezőbbek voltak a Dobi 3. táblán, a humusztartalom 1,5%-kal volt magasabb (2,9%). A foszfor és a kálium ellátottsága is igen jó a Pellei 1. táblához képest. A mezo- és mikroelemek nagyobb része azonos értéket mutattak, kivéve a Zn-ellátottság. A gyengébb talajadottságot nagyrészt kompenzálta a Pellei 1. táblán a tenyészidőszakban rendelkezésre álló kedvező hőösszeg (980 °C nap). A csapadék-ellátottság a 96–97 napos tenyészidőben szinte azonos volt (283–285 mm). A Pellei 1. táblán a szárazanyag-beépülést és a termésképződést nagyban segítette a többlet öntözővíz mennyisége (30 mm).

Kulcsszavak: csemegekukorica, agrometeorológia, üzemi termesztési eredmények

Analysing agrometeorological effects in sweet maize (*Zea mays* L. convar. *saccharata* Koern.) field production experiments

Z. NAGY – A. SZÉLES – C. DEMETER – Á. ILLÉS –
CS. BOJTOR – A. ZELENÁK – J. NAGY

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

Summary

The research group of the University of Debrecen has set up an experimental agrometeorological weather station on the outskirts of Tiszavasvár, next to two sweet maize fields of Lipták Farm with different soil types (chernozem, sandy loam) in June 2020. The weather station's measurement program included air temperature, humidity and precipitation.

It was found that the measurement program is able to provide complete information for the implementation of precision sweet maize production and production technology during the growing season. In addition it is possible to determine the optimal sowing date. Furthermore, heat sum calculation can be used to monitor the development dynamics of maize, forecast silking, identify critical events during the grain filling

period based on precipitation and evaporation data, and plan possible interventions and determine the optimal harvest time during ripening.

At Lipták Farm, the conditions for sweet maize production experiments were provided at a high professional level. The excellent cultivation technology enabled reliable research and analysis involving two field fields with different soil conditions. Tests were performed in both cases with the same hybrid (Dessert R78).

Compared to the favourable yield of Pellei Table 1 (21.983 t ha⁻¹), Dobi Table 3 produced 1.476 tons more per hectare (23.459 t ha⁻¹). Based on our examinations, due to the different sowing dates, the effective heat amount in Dobi Table 3 was 24% more favorable (47 °C day) in the 10-day time interval after sowing, compared to the value measured in Pellei Table 1.

Soil conditions were also significantly more favorable in Dobi Table 3, with a humus content 1.5% higher (2.9%). The supply of phosphorus and potassium is also favourable compared to Pellei Table 1. Most of the meso- and microelements showed the same value, except for the Zn supply. The weaker soil quality was largely compensated by the favourable amount of heat available in Table 1 of Pellei during the growing season (980 °C day). Precipitation was almost the same during the 96–97-day long growing season (283–285 mm). In Pellei Table 1, dry matter incorporation and yield formation were greatly aided by irrigation (30 mm).

Key words: sweet maize, agrometeorology, field production results

Анализ агрометеорологических влияний в промышленном опыте выращивания сахарной кукурузы (*Zea mays* L. convar. *saccharata* Koern.)

З. НАДЬ – А. СЕЛЕШ – С. ДЕМЕТЕР – А. ИЛЛЕШ –

Ч. БОЙТОР – А. ЗЕЛЕНАК – Я. НАДЬ

Дебреценский Университет МЭК,

Институт Землепользования, Технический и Развития Территорий, Дебрецен

Резюме

Исследовательская Группа Дебреценского Университета установила опытную агрометеорологическую станцию в пригороде Тисавашвари (Tiszavasvári), на ферме

«Липтак» около насаждения сахарной кукурузы на двух различных типах почвы (чернозём, песчаный суглинок) в июне 2020 года. Программа измерений метеостанции включала в себя измерения температуры воздуха, влажности воздуха и количества осадков.

Установили, что для осуществления прецизионной технологии выращивания сахарной кукурузы эта программа измерений за вегетативный период способна дать полную информацию. С этим сделал возможным определение оптимального срока посева. Также с помощью подсчёта суммы тепла позволила отследить динамику развития кукурузы, прогнозирование времени цветения, на основании данных об осадках и испарениях определение критических ситуаций, наступивших в период формирования зерна, и планирование возможных вмешательств, а также в период созревания определение оптимального срока уборки.

На ферме «Липтак» к опытам по выращиванию сахарной кукурузы условия были на высоком профессиональном уровне. Отличная технология выращивания сделала возможным надёжные исследования и анализ, с привлечением пахотной земли двух различных почвенных свойств. Исследования проводили в обоих случаях одинаковым гибридом (Dessert R78).

По сравнению с хорошим результатом урожая парцеллы «Pellei 1» (21,983 t/ha) парцелла «Dobi 3» произвела больше на 1,476 t (23,459 t/ha). Согласно нашим исследованиям из-за различного времени посева на парцелле «Dobi 3» после посева в интервале 10 дней полезная сумма тепла на 24% была благоприятнее (47 °C пар) по сравнению и измеренными на парцелле «Pellei 1» показателями.

Свойства почвы также были более благоприятны на парцелле «Dobi 3», содержание гумуса было на 1,5% выше (2,9%). Обеспеченность фосфором и калием также было лучше по сравнению с парцеллой «Pellei 1». Большая часть мезо- и микроэлементов показали одинаковые величины, кроме обеспеченности Zn-ом. Благоприятная сумма тепла (980 °C день) компенсировала более слабые свойства почвы на парцелле «Pellei 1» в вегетационный период. Обеспечение осадками в 96–97 дневный вегетационный период было почти одинаковое (283–285 mm). Больше количество воды орошения (30 mm) на парцелле «Pellei 1» в большей мере способствовало усвоению сухого вещества и формированию урожая.

Ключевые слова: сахарная кукуруза, агрометеорология, промышленные результаты выращивания

Bevezetés

Az időjárási körülmények évről-évre történő változékonysága jelentős kockázati tényezőt jelent a mezőgazdaság növénytermesztés ágazatában, és ezen belül a kukoricatermesztésben is. Különösen igaz ez azokra az évekre, amikor az időjárási körülmények szélsőséges ingadozást mutatnak, melyek gyakoriságának növekedése a megfigyelt tendenciák alapján globális léptékben egyértelmű (Gornall *et al.* 2010, Pepó 2017, Ramirez-Cabral *et al.* 2017, Arora 2019, Jolánkai *et al.* 2019, Safwan *et al.* 2020). A kukoricatermesztés során a technológia megválasztásával az időjárás által okozott szélsőségek hatása csökkenthető, amely kiszámíthatóbbá, tervezhetőbbé teszi a terméseredményeket (Nagy 2003, Pakurár *et al.* 2004, Marton *et al.* 2012, Pepó 2014, Marković *et al.* 2015, Troy *et al.* 2015, Gombos és Nagy 2019). Az időjárási körülmények durva szélsőségeivel szemben az említett beavatkozási lehetőségek sem lehetnek hatásosak.

A csemegekukorica növekedését és terméspotenciálját nagymértékben befolyásolja a vegetációs időszakban a levegő hőmérséklete és a csapadék mennyisége (Stone *et al.* 1999, Hassel *et al.* 2003, Ertek és Kara 2013, Genc *et al.* 2013). A gyors és egyenletes megjelenéshez 10 °C feletti hőmérséklet és mérsékelt talajnedvesség szükséges (Hassel *et al.* 2003, Adamczewska-Sowińska és Sowiński 2020). Az alacsony hőmérséklet és a magas páratartalom késlelteti a kelést (Taber és Smith 2001). A talaj magas nedvességtartalma, függetlenül a hőmérséklettől, a csírázó magvak rothadását okozzák. A csemegekukorica optimális növekedése akkor következik be, ha a talaj hőmérséklete 20 és 30 °C között mozog (Abd El-Hamed *et al.* 2011, Stall *et al.* 2019). A csemegekukorica hibridek összes vízigénye 350–600 mm, amely hibridenként eltérő és fejlődési szakaszától függően változik. A legalacsonyabb a vízigény a korai szakaszban, a legnagyobb címerhányáskor és a virágzást követő 10 nap időszakában (Daniel 1978, Perczes 1999).

Az elmúlt évtizedben a különböző hibridekkel végzett tartamkísérletek felbecsülhetetlen értékű információhoz juttatták a termelőket a kukoricatermesztés hatékonyságának növelése érdekében (Berzsenyi és Árendás 2009, Harnos *et al.* 2010, Jolánkai *et al.* 2018, Pepó *et al.* 2019, Nagy és Nagy 2020). Ugyanakkor megállapíthatjuk, hogy ezekre a vizsgálatokra egyfajta statikusság jellemző, hiszen a különböző kezelések hatása valójában csak a betakarítás után értékelhető.

Az agrometeorológiai kutatások területén elért eredmények összekapcsolódva az agrometeorológiai mérés technika és a kommunikáció területén jelenleg elérhető lehetőségekkel segítik a precíziós mezőgazdaságot, további lehetőségeket jelenthetnek a tervezhetőbb és hatékonyabb növénytermesztésben. A tartamkísérletek eredményeire támaszkodva az időjárási körülményeket és a növények állapotát real-time módon monitorozó rendszerek segíthetnek az adott hibrid elvárásaihoz igazodó legoptimálisabb feltételek biztosításához, időben felismerve azokat a körülményeket, melyek hátráltatják vagy károsítják a növényállomány optimális fejlődését.

Anyag és módszer

A kísérletet állítottuk be 2020-ban Tiszavasvári külterületén 12 hektár csernozjom (Dobi 3), valamint 20 hektár homokos vályogtalajon (Pellei 1). Az alkalmazott csemegekukorica a Dessert R78 hibrid volt. Az agrotechnikai adatokat az *1. táblázat*, a táblák talajvizsgálati eredményeit a *2. táblázat* tartalmazza.

1. táblázat. Az alkalmazott agrotechnika

Az alkalmazott agrotechnikai elemek (1)	Dobi 3.	Pellei 1.
Vetés ideje (2)	2020. 05. 16.	2020. 05. 22.
Tőszám (3)	62 500/ha	62 500/ha
Műtrágya-hatóanyag (4)	187 kg N/ha, 56 kg P ₂ O ₅ /ha, 49 kg/ha K ₂ O	197 kg N/ha, 56 kg P ₂ O ₅ /ha, 49 kg/ha K ₂ O
BactoFil® Kukorica (5)	1 l/ha	1 l/ha
KalciFert (6)	7% N; 75% Ca; sávban 80 kg/ha (9)	7% N; 75% Ca; sávban 80 kg/ha (9)
Öntözés (lineár öntözőgép) (7)	2020. 05. 12. 20 mm (előöntözés) (10)	2020. 05. 18. 20 mm (előöntözés) (10) 2020. 07. 31. 15 mm 2020. 08. 12. 15 mm
Betakarítás (8)	2020. 08. 21.	2020. 08. 26.

Table 1. Agrotechnology used in the experiment. (1) Agrotechnological elements, (2) Sowing date, (3) Crop density, (4) Fertiliser active ingredient, (5) BactoFil® Maize, (6) KalciFert (lime), (7) Irrigation (linear), (8) Harvesting, (9) Applied dose: 80 kg ha⁻¹ in a strip, (10) 20 mm preliminary irrigation

2. táblázat. A táblák talajvizsgálati eredményei

Tábla (1)	pH (KCl) (5)	Kötött- ség (2)	Össz. só (%) (3)	CaCO ₃ (%) (8)	Humusz (%) (4)	NO ₃ -N (mg/kg) (10)	P ₂ O ₅ (mg/kg) (11)
Dobi 3.	6,65 gyengén savanyú (5)	40 vályog (6)	0,03 alacsony sótartalmú (7)	0,13 mész- hiány (8)	2,9 jó (9)	17,47 közepes (10)	758 túlzott (11)
Pellei 1.	6,83 semleges (12)	32 homokos vályog (13)	0,02 alacsony sótartalmú (7)	0,83 mész- hiány (8)	1,4 közepes (10)	32,83 igen jó (14)	114 jó (9)
Tábla (1)	K ₂ O (mg/kg) (14)	Mg (mg/kg) (9)	Na (mg/kg) (15)	Zn (mg/kg) (9)	Cu (mg/kg) (11)	Mn (mg/kg) (11)	SO ₄ (mg/kg) (16)
Dobi 3.	440 igen jó (14)	111 jó (9)	36,3 megfelelő (15)	4,6 jó (9)	8,2 túlzott (11)	222 túlzott (11)	12,3 közepes (10)
Pellei 1.	197 jó (9)	101 jó (9)	37,5 megfelelő (15)	2,4 jó (9)	4,2 túlzott (11)	138 túlzott (11)	6,3 gyenge (16)

Table 2. Field soil analysis results. (1) Field, (2) Plasticity, (3) Total salt content (%), (4) Humus content (%), (5) Slightly acidic, (6) Loam, (7) Low salt content, (8) Lime deficit, (9) Favourable, (10) Medium, (11) Excessive, (12) Neutral, (13) Sandy loam, (14) Very good, (15) Good, (16) Weak

A hasznos hőösszeg érték számításához az alábbi képletet használtuk:

$$HÖ(1) = \sum_{n=1}^i [(t_{min} + t_{max})/2 - t_b]$$

ha: $t_{min} < t_b$, akkor $t_{min} = t_b$, $t_{max} < t_b$, akkor $t_{max} = t_b$;

ahol: t_{min} - napi hőmérsékleti minimum, t_{max} - napi hőmérsékleti maximum, t_b - bázishőmérséklet (8 °C), i - tenyészidőszak napjainak száma.

Eredmények

A Debreceni Egyetem Kutatócsoportja egy kísérleti agrometeorológiai mérőállomást telepített Tiszavasvári külterületén, a Lipták Farm csemegekukorica táblája mellett 2020 júniusában. A mérőállomás mérési programja a léghőmér-

séklet, légnedvesség és a csapadék mennyiségére terjedt ki (1–3. ábra). Igény szerint ez a mérési program bővíthető a mérési program teljes kiszolgálására. A mérőrendszer főbb elemei (adatgyűjtő, kommunikáció, napelem) már rendelkezésre állnak, így a bővítés lehetséges.

1. ábra. A léghőmérséklet napi átlagainak, maximumának és minimumának menete (Tiszavasvári, 2020. 06. 24.–09. 24.)

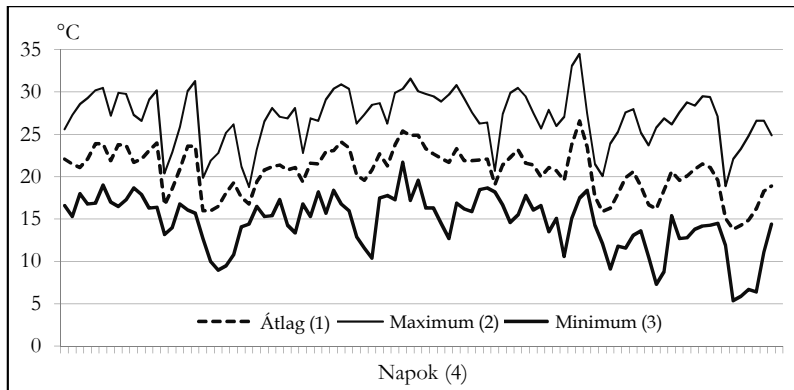


Figure 1. Daily averages, maximum and minimum of air temperature (Tiszavasvári, 2020. 06. 24.–09. 24.). (1) Average, (2) Maximum, (3) Minimum, (4) Days

2. ábra. A légnedvesség napi átlagainak, maximumának és minimumának menete, (Tiszavasvári, 2020. 06. 24.–09. 24.)

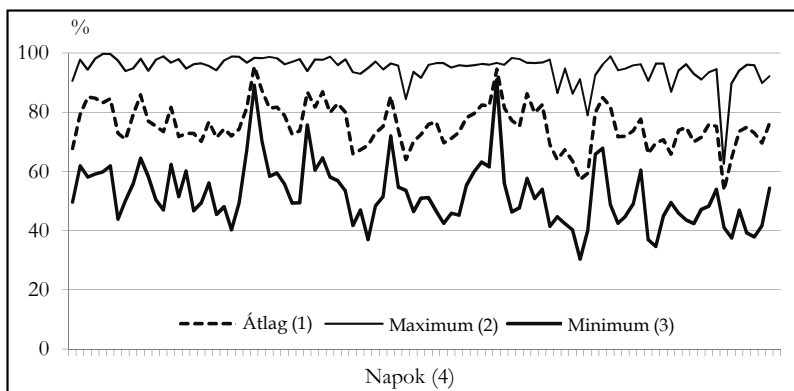


Figure 2. Daily averages, maximum and minimum of air humidity (Tiszavasvári, 2020. 06. 24.–09. 24.). (1) Average, (2) Maximum, (3) Minimum, (4) Days

3. ábra. A napi csapadékösszegek menete
(Tiszavasvári, 2020. 06. 24.–09. 24.)

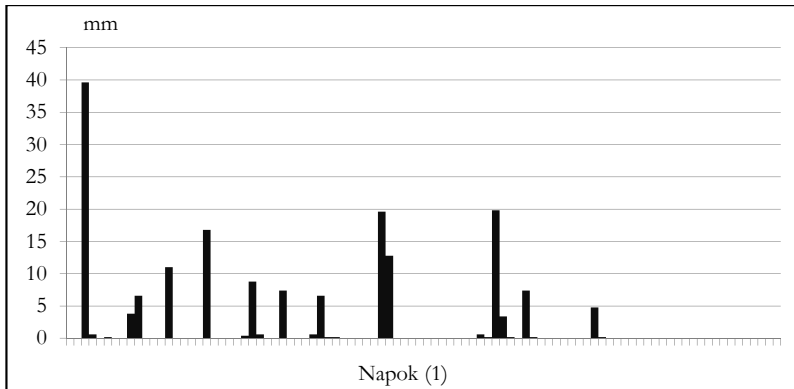


Figure 3. Daily precipitation sums (Tiszavasvári, 2020. 06. 24.–09. 24.). (1) Days

A precíziós csemegekukorica termesztés és termesztéstechnológia megvalósításához a teljes tenyészidőszak alatt a teljes mérési programmal működő rendszer teljes körű információkat képes szolgáltatni. A 2020-as év körülményei alapján egy általános áttekintés nyújtható a mérési időszak hőmérsékleti és csapadékviszonyairól, valamint számítások végezhető a párolgási viszonyokra.

Elemzések alapján megállapíthatóan a 2020-as nyári szezon mentes volt a korábbi években többször tapasztalható tartós és erőteljes hóhullámoktól. Július hónap az átlagosnál kissé hűvösebb, míg augusztus havi átlaghőmérséklete mintegy 1,5 °C-kal magasabb volt a sokéves átlagnál. A nyári napi maximumok, augusztus utolsó napjait kivéve, ami a nyári időszak legmelegebb periódusa volt, nem haladták meg a 30 °C-ot. A csapadékviszonyok július-augusztus hónapban nagyjából egyenletes eloszlásban a sokéves átlag szerint alakultak (3. táblázat). Megállapíthatjuk, hogy a nyári csapadékok konvektív jellege miatt a csapadék esetenként mind területi eloszlás mind mennyiség szerint szélsőséges eloszlást mutatott. Míg Tiszavasvárit átlagos júliusi-augusztusi csapadékmennyiség jellemezte, addig összehasonlítás képpen megállapítottuk, hogy Debrecen-Látókép júliusi csapadékmennyisége mintegy 2,5-szeresen haladta meg a sokéves átlagot. A meglévő mért paramétereket közeli meteorológiai állomások adataival kiegészítve, lehetőség van a párolgás becslésére. A kukorica a vegetatív fázis erőteljes növekedési szakasztól kezdődően a

generatív szakaszon keresztül erőteljesen érzékeny a rendelkezésre álló víz mennyiségére, amit a csapadék, a párolgás és a talajnedvesség tényezők által alkotott mérleg határoz meg.

3. táblázat. *A hőmérséklet és a csapadék mennyiségének alakulása (2020. július-augusztus)*

Hónap (1)	Hőmérséklet (°C)			Csapadék (mm)		
	(2)			(3)		
	Sokéves átlag (Debreceen) (4)	Debreceen- Látókép	Tisza- vasvári	Sokéves átlag (Debreceen) (4)	Debreceen- Látókép	Tisza- vasvári
Július (5)	21,3	21,0	20,7	66,1	148,5	63,0
Augusztus (6)	20,8	22,6	22,2	49,0	70,0	64,2

Table 3. Precipitation and temperature in the experiment fields (July–August 2020). (1) Month, (2) Temperature (°C), (3) Precipitation (mm), (4) Multiple-year average (Debreceen), (5) July, (6) August

Az említett paraméterek közül a csapadék és a talajnedvesség mérhető, míg egy adott terület vagy növényállomány párolgási viszonyainak meghatározása számításokkal lehetséges. A számítások során a kiindulást az ún. referencia párolgás meghatározása jelenti, amely egy idealizált, korlátlan vízellátással rendelkező fűfelszín párolgását jelenti, amelyre a legáltalánosabban elfogadott módszer a FAO56 nevű eljárás. Az így kapott értéket egy, az adott növényállomány fejlettségi állapotától függő növényi konstanssal szorozva megkapjuk a potenciális párolgás nagyságát, melyet legtöbbször napi párolgási összegre alkalmaznak. Az alábbi eljárással számítottuk ki a napi referencia és potenciális párolgási értéket (4. ábra). Meg kell jegyeznünk, hogy az így előálló potenciális párolgás a jó vízellátottsággal rendelkező állományra érvényes, a valódi párolgási viszonyok meghatározása bonyolultabb mérőrendszerek működését igényli. Először dekádonkénti bontásban elemezzük a lehullott csapadék és a párolgás menetét, ahol a talajnedvességből pótolandó vízmennyiséget kapjuk meg (5. ábra). Az említett adatok hasznosak a kukorica aktuális vízigényének megállapítására és az optimális öntözési stratégia kialakítására egyaránt.

A Lipták Farmon a csemegekukorica termesztési kísérletekhez a feltételek magas szakmai színvonalon álltak rendelkezésre. A kiváló termesztéstechno-

lógia megbízható kutatásokat és elemzéseket tett lehetővé, két eltérő talajadottságú szántóföldi tábla bevonásával. A vizsgálatokat mindkét esetben azonos hibriddel (Dessert R78) végeztük.

4. ábra. A referencia és a növény konstanssal módosított napi párolgás menete (Tiszavasvári, 2020. 06. 24.-09. 24.)

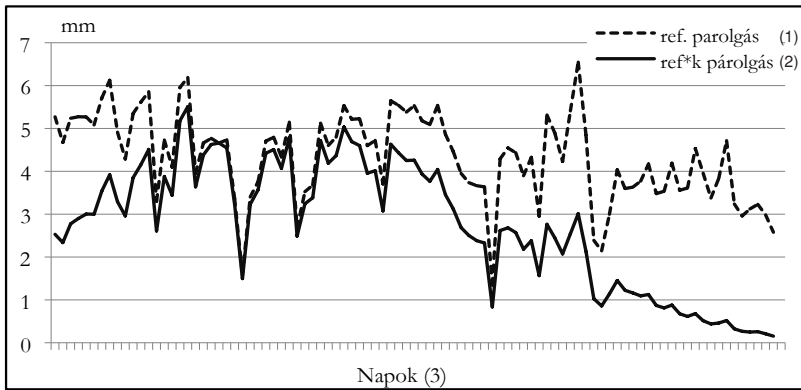


Figure 4. Daily evaporation modified with reference and plant constant (Tiszavasvári, 2020. 06. 24.-09. 24.). (1) Reference evaporation, (2) Ref*c evaporation, (3) Days

5. ábra. A csapadék és a növénypárolgás különbségének, valamint az akkumulálódásának dekádonkénti menete (Tiszavasvári, 2020. 06. 24.-09. 24.)

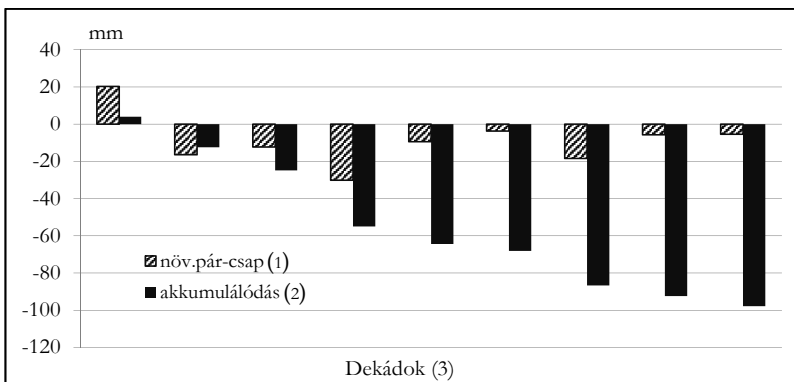


Figure 5. Difference between precipitation and plant evaporation, as well as accumulation in each third of the month (Tiszavasvári, 2020. 06. 24.-09. 24.). (1) Evaporation - precipitation, (2) Accumulation, (3) Thirds

A Pellei 1. tábla jó terméseredményéhez (21,983 t/ha) képest a Dobi 3. tábla hektáronként 1,476 tonnával termett többet (23,459 t/ha). Vizsgálataink szerint az eltérő vetésidőből adódóan a Dobi 3. táblán a vetést követő 10 napos időintervallumban a hasznos hőösszeg 24%-kal volt kedvezőbb (47 °C nap), a Pellei 1. táblán mért értékhez képest (4. táblázat).

4. táblázat. *A csemegekukorica hibridek vetés ideje, hasznos hőösszege és terméseredménye (Tiszavasvári, 2020)*

Táblák (1)	Vetés ideje (2)	Hasznos hőösszeg (°C nap)		Termés (t/ha) (6)
		A tenyész- időszakban (4)	Vetés+10 nap (5)	
Dobi 3.	2020. 05. 16.	956	47	23,459
Pellei 1.	2020. 05. 22.	980	38	21,983

Table 4. Sowing date, effective heat sum and yield of sweet maize hybrids (Tiszavasvári, 2020). (1) Fields, (2) Sowing date, (3) Effective heat sum (°C day), (4) During the growing season, (5) Sowing+10 days, (6) Yield (t ha⁻¹)

A talajadottságok is jelentősen kedvezőbbek voltak a Dobi 3. táblán, a humusztartalom 1,5%-kal volt magasabb (2,9%). A foszfor- és a kálium-ellátottsága is igen jó a Pellei 1. táblához képest. A mezo- és mikroelemek nagyobb része azonos értéket mutattak, kivéve a Zn-ellátottság. A gyengébb talajadottságot nagyrészt kompenzálta a Pellei 1. táblán a tenyészidőszakban rendelkezésre álló kedvező hőösszeg (980 °C nap). A csapadékellátottság a 96–97 napos tenyészidőben szinte azonos volt (283–285 mm). A Pellei 1. táblán a szárazanyag-beépülést és a termésképződést nagyban segítette a többlet öntözővíz mennyisége (30 mm).

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány alapjául szolgáló kutatást A TKP2020-IKA-04 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a 2020-4.1.1-TKP2020 pályázati program, valamint az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt finanszírozásában valósult meg. Külön köszönetet

mondunk Lipták József agrármérnöknek és Vajda László mérnöknek, hogy a Lipták Farmon magas szakmai színvonalon biztosították a csemegekukorica termesztés üzemi feltételeit.

Irodalom

- Abd El-Hamed, K. E.–Elwan, M. W. M.–Shaban, W. I.*: 2011. Enhanced sweet corn propagation: Studies on transplanting feasibility and seed priming. *Veg. Crop. Res. Bull.* 75: 31–50.
- Adamczewska-Sowińska, K.–Sowiński, J.*: 2020. Reaction of Sweet Maize to the Use of Polyethylene Film and Polypropylene Non-Woven Fabric in the Initial Growth Phase. *Agronomy*. 10. 1: 141.
- Arora, N. K.*: 2019. Impact of climate change on agriculture production and its sustainable solutions. *Environmental Sustainability*. 2: 95–96.
- Berzsenyi Z.–Árendás T. (szerk.)*: 2009. Tartamkísérletek jelentősége a növénytermesztés fejlesztésében: A martonvásári tartamkísérletek 50 éve. Jubileumi tudományos konferencia. MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet. Martonvásár.
- Daniel L.*: 1978. A csemege- és pattogatni való kukorica termesztése. *Mezőgazda Kiadó*. Budapest. 49–151.
- Ertek, A.–Kara, B.*: 2013. Yield and quality of sweet corn under deficit irrigation. *Agricultural Water Management*. 129: 138–144.
- Genc, L.–Inalpulat, M.–Kızıllı, U.–Mirik, M.–Smith, S. E.–Mendes, M.*: 2013. Determination of water stress with spectral reflectance on sweet corn (*Zea mays* L.) using classification tree (CT) analysis. *Zemdirbyste-Agriculture*. 100. 1: 81–90.
- Gombos B.–Nagy J.*: 2019. Az időjárás értékelése kukorica (*Zea mays* L.) tartamkísérletek eredményei alapján. *Növénytermelés*. 68. 2: 5–24.
- Gornall, J.–Betts, R.–Burke, E.–Clark, R.–Camp, J.–Willett, K.–Wiltshire, A.*: 2010. Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century. *The Royal Societi*. 356: 2973–2989.
- Harnos, N.–Erdélyi, É.–Árendás, T.*: 2010. Importance of long-term experiments in studying the effects of climate change. *Acta Agronomica Hungarica*. 58. Suppl. 83–88.
- Hassell, R. L.–Dufault, R. J.–Phillips, T. L.*: 2003. Low temperature germination response of su, se, and sh2 sweet corn cultivars. *Hort. Technol.* 13: 136–141.
- Jolánkai, M.–Birkás, M.–Tarnawa, Á.–Kassai, M. K.*: 2019. Agriculture and climate change [In: Palocz-Andresen, M. et al. (eds.) *International Climate Protection*.] Cham. Svájcc. Springer International Publishing. 337.
- Jolánkai, M.–Tarnawa, Á.–Nyárai, H. F.–Szentpétery, Z.–Kassai, M. K.*: 2018. Agronomic benefits of long-term trials. *Agrokémiai és Talajtan*. 67. 1: 161–167.

- Marković, M.–Tadić, V.–Josipović, M.–Zebec, V.–Filipović, V.*: 2015. Efficiency of maize irrigation scheduling in climate variability and extreme weather events in eastern Croatia. *Journal of Water and Climate Change*. 6. 3: 586–595.
- Marton L. Cs.–Árendás T.–Berzsenyi Z.*: 2012. Martonvásári kukorica hibridek a szárazságban. Martonvásár. Az MTA Agrártudományi Kutatóközpont Közleményei. 24. 2: 4–7.
- Nagy Z.–Nagy J.*: 2020. Az agrometeorológiai tényezők értékelése kukorica (*Zea mays* L.) tartamkísérletekben – 2019/2020. *Növénytermelés*. 69. 4: 5–22.
- Nagy, J.*: 2003. Effect of irrigation on maize yield (*Zea mays* L.). *Acta Agraria Debreniensis*. 11: 30–35.
- Pakurár, M.–Nagy, J.–Jagendorf, S.–Farkas, I.*: 2004. Fertilization and irrigation effects on maize (*Zea mays* L.) grain production. *Cereal Res. Commun.* 32: 151–158.
- Pepó P.*: 2014. A kukorica öntözéses termesztése. *Agrárium*. 24. 3: 30–32.
- Pepó P.*: 2017. Tartamkísérletek mint a klímaváltozás indikátorai. *Növénytermelés*. 66. 3: 33–46.
- Pepó, P.–Sárvári, M.–Kátai, J.*: 2019. Crop and soil sciences results in long-term experiments under climatic change [In: Makádi, M. (ed.) LOTEX 2019: 2nd Conference on Long-term Field Experiments : book of proceedings.] University of Debrecen. Institutes for Agricultural Research and Educational Farm Research. Institute of Nyíregyháza. Nyíregyháza. 115.
- Perczes J.*: 1999. Csemegekukorica. [In: Mártonffy-Rimóczi (szerk.) Nagymagvú zöldségfélék. Zöldborsó, zöldbab és csemegekukorica.] Mezőgazda Kiadó. Budapest. 50–72.
- Ramírez-Cabral, N. Y. Z.–Kumar, L.–Shabani, F.*: 2017. Global alterations in areas of suitability for maize production from climate change and using a mechanistic species distribution model (CLIMEX). *Scientific Reports*. 7: 5910.
- Safwan, M.–Karam, A.–Hasan, D.–Gombos, B.–Suliman, M.–Harsányi, E.*: 2020. Precipitation pattern changes and response of vegetation to drought variability in the eastern Hungary. *Bulletin of the National Research Centre*. 44. 1: 55.
- Stall, W. M.–Waters, L.–Davis, D. W.–Rosen, C.–Clough, G. H.*: 2019. National corn handbook: Sweet corn production. Purdue University. West Lafayette. IN. 7 Dec. 2019. <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/NCH/NCH-43.html>
- Stone, P.J.–Sorensen, I. B.–Jamieson, P. D.*: 1999. Effect of soil temperature on phenology, canopy, development, biomass and yield of maize in a cool-temperate climate. *Field Crop Research*. 63: 169–178.
- Taber, H. G.–Smith, B. C.*: 2001. Response of Sweet Corn to Irrigation Management. Iowa State Research Farm Progress Reports. 1857. http://lib.dr.iastate.edu/farms_reports/1857
- Troy, T.J.–Kipgen, C.–Pal, I.*: 2015. The impact of climate extremes and irrigation on US crop yields. *Environmental Research Letters*. 10. 5: 10 054013.

A szerzők levelezési címe - Address of the authors:

Nagy Zoltán - Dr. Széles Adrienn - Demeter Cintia - Illés Árpád -
Bojtor Csaba - Zelenák Annabella - *Dr. Nagy János
Debreceni Egyetem MÉK
Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032
*nagyjanos@agr.unideb.hu

A szója fajták fehérje- és olajtartalmának, valamint PO értékének változása eltérő tápanyag- és vízellátás mellett

ÁBRAHÁM ÉVA BABETT - PEPÓ PÉTER
Debreceni Egyetem MÉK,
Növénytudományi Intézet, Debrecen

Összefoglalás

A szója fehérje- és olajtartalmának a változását vizsgáltuk csernozjom talajon eltérő évjáratokban (2017–2019. évek), két genotípusnál (Pannónia kincse, Boglár), különböző agrotechnikai feltételek mellett (öntözés, trágyázás). A szója beltartalmi értékeit az évjárat, az agrotechnikai elemek és a genotípus eltérően befolyásolták. A kedvező vízellátottságú évjáratban csökkent a fehérjetartalom (2019. év 33,83–38,53%), míg a szárazabb (2017. év 34,93–41,13%) és melegebb évben (2018. év 22,60–40,17%) nagyobb fehérjetartalmat mértünk. A trágyázás hatására a szója fajták fehérjetartalma 1,5–4,7 abszolút%-kal nőtt. Az agrotechnikai tényezők közül csak a trágyázás×fehérje között mutattunk ki közepes pozitív korrelációt (0,515**). Az öntözés csak a száraz évjáratban (2017. év) növelte a fehérjetartalmat. Különbség volt a két genotípus fehérjetartalmában, azaz a Pannónia kincse fehérjetartalma szignifikánsan, 0,4–4,1% abszolút%-kal haladta meg a Boglár fajta értékeit. Az évjárat a szója olajtartalmát nem befolyásolta (2017. év 21,43–23,63%, 2018. év 21,77–23,50%, 2019. év 19,10–21,90%). A műtrágyázás 0,1–1,1%-kal csökkentette az olajtartalmat, míg az öntözés nem befolyásolta azt. A fajták között nem volt szignifikáns különbség az olajtartalomban. A PO értékek (protein%+olaj%) 2017. és 2018. évben az N₁₄₀+PK nagyadagú műtrágya kezelésben meghaladták a 60 értéket, míg 2019. évben 56–59 között változtak.

Kulcsszavak: szója, fehérje, olaj, PO, évjárat, fajta, trágyázás, öntözés

Changes in protein and oil content and PO value of soybean varieties with different nutrient and water supply

É. B. ÁBRAHÁM – P. PEPÓ

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

Summary

The changes of soybean protein and oil content were studied on chernozem soils in different crop years (2017–2019), for two genotypes (Pannónia kincse, Boglár), under different agrotechnical conditions (irrigation, fertilization). Soybean content values were influenced differently by crop year, agrotechnical elements, and genotype. The protein content decreased in the crop year with a favorable water supply (33.83–38.53% in 2019), while higher protein content was measured in the drier (34.93–41.13% in 2017) and warmer years (22.60–40.17% in 2018). As a result of fertilization, the protein content of soybean varieties increased by 1.5–4.7% in absolute terms. Of the different agrotechnical factors, a moderate positive correlation (0.515**) was detected only between fertilization×protein. Irrigation increased protein content only in the dry crop year (2017). There was a difference in the protein content of the two genotypes, i.e. the protein content of the Pannónia kincse variety significantly exceeded the values of the Boglár variety by 0.4–4.1% in absolute terms. The crop year did not affect the oil content of soybeans (21.43–23.63% in 2017, 21.77–23.50% in 2018, 19.10–21.90% in 2019). Fertilization reduced the oil content by 0.1–1.1%, while irrigation did not affect it. There was no significant difference in oil content between the examined varieties. PO values (protein%+oil%) exceeded 60 in 2017 and 2018 in the N₁₄₀+PK high-dose fertilizer treatment, while they ranged from 56 to 59 in 2019.

Key words: soybean, protein, oil, PO, crop year, variety, fertilization, irrigation

Изменение содержания белка, масла и величины РО сортов сои при различном обеспечении питательными веществами и водообеспеченности

Е. Б. АБРАХАМ – П. ПЕПО
Дебреценский Университет МЭК,
Институт Растениеводства, Дебрецен

Резюме

Исследовали изменения содержания белка и масла сои на чернозёмной почве в различные годы выращивания (2017–2019 годы), в двух генотипах («Pannónia kincse», «Boglár»), в различных агротехнических условиях (орошение, удобрение). На величины внутреннего содержания сои по разному влияли год выращивания, агротехнические элементы и генотип. В благоприятно водообеспеченный год выращивания уменьшилось содержание белка (2019 год 33,83–38,53%), а в более сухой (2017 год 34,93–41,13%) и в более жаркий год (2018 год 22,60–40,17%) измерили большее содержание белка. Под влиянием удобрения содержание белка сортов сои выросло на абсолютные 1,5–4,7%. Из агротехнических факторов только между удобрением×белок показали среднюю позитивную корреляцию (0,515**). Орошение только в сухой год выращивания (2017 год) увеличила содержание белка. Была разница в содержании белка этих двух генотипов, т.е. содержание белка сорта «Pannónia kincse» значительно превысило на абсолютные 0,4–4,1% показатели сорта «Boglár». Год выращивания не повлиял на содержание масла сои (2017 год 21,43–23,63%, 2018 год 21,77–23,50%, 2019 год 19,10–21,90%). Внесение искусственного удобрения уменьшило на 0,1–1,1% содержание масла, а орошение никак не повлияло на это. Среди сортов не было значительной разницы в содержании масла. Показатели РО [протеин (protein%)+масло (olaj%)] в 2017-ом и в 2018-ом году в обработке большой дозой искусственного удобрения N₁₄₀+ПК превысили величину 60, а в 2019 году изменялись в рамках 56–59.

Ключевые слова: соя, белок, масло, РО, год выращивания, сорт, внесение искусственного удобрения, орошение

Bevezetés

A szója a 4. legnagyobb területen termesztett szántóföldi növényünk a világon. Magjának kémiai összetétele rendkívül koncentrált, kiemelkedően fontos fehérje- és olajforrást jelent mind a humán táplálkozásban, mind az állati takarmányozásban (*Grieshop és Fahey 2001*). A szója fehérje- és olajtartalmát jelentős mértékben befolyásolják a termesztés ökológiai, genetikai és agrotechnikai feltételei (*Rao et al. 2002, Assefa et al. 2018, 2019*). A szója két legfontosabb összetevőjének – a fehérjének (34,1–56,8%) és az olajtartalomnak (8,3–27,9%) – értékei ennek megfelelően igen tág határok között változhatnak (*Cherry et al. 1985, Wilson 2004*). A fehérjetartalom és az olajtartalom között több szerző (*Brim és Burton 1979, Brummer et al. 1997, Bandillo et al. 2015*) szoros negatív korrelációt állapított meg. *Wang et al. (2019)* szerint ez a szoros negatív korreláció gátolja a szója minőségének javítását.

A szója beltartalmi mutatóira különösen jelentős hatással vannak az agro-ökológiai feltételek közül a klímaváltozás, az egyre szélsőségesebb meteorológiai tényezők (*Maestri et al. 1998, Grieshop és Fahey 2001, Dardanelli et al. 2006, Goldflus et al. 2006*). A kutatások egy része azt bizonyította, hogy a hőmérséklet emelkedésével nőtt a fehérje-, és csökkent az olajtartalom (*Ren et al. 2009, Mourtzinis et al. 2017*). Mások (*Piper és Boote 1999, Pipolo et al. 2004*) ezzel ellentétes hatásról számoltak be. A klímahatások mellett fontos a fajta (*Panthee et al. 2004, Bellaloui et al. 2008*) és agrotechnika a szója magjának beltartalmi mutatóira gyakorolt hatása is. A trágyázás – különösen a nitrogénutánpótlás – hatással van a szója magjának mind a fehérje-, mind az olajtartalmára. Míg számos vizsgálat azt igazolta, hogy a növekvő nitrogéntrágyázás hatására nőtt a szója fehérjetartalma és csökkent az olajtartalom (*Ham et al. 1975, Nakasathien et al. 2000*), addig mások (*Wood et al. 1993*) nem találtak összefüggést a N-trágyázás és a beltartalmi paraméterek között. Egyes kutatások (*Ray et al. 2006*) szerint a nagyobb nitrogénadagok csökkentették a fehérje- és olajtartalmat száraz és öntözött körülmények között. A vízellátás, az öntözés is szignifikánsan képes befolyásolni a szója beltartalmát (*Kumawat et al. 2000, Bennett et al. 2004, Bellaloui et al. 2015*). A szárazság, a vízstressz csökkentette a szója fehérjetartalmát számos kutatási eredmény szerint (*Specht et al. 2001, Boydak et al. 2002, Carrera et al. 2009*). Ezzel ellenkezőleg, *Kumar et al. (2006)* és *Rotundo és Westgate (2010)* kísérleteiben vízhiányos körülmények között növekedett a szója fehérjetartalma, illetve csökkent az olajtartalom. *Kresović et al. (2017)*

különböző öntözési rendeket vizsgálva azt állapították meg, hogy az öntözés növelte a szója fehérjetartalmát, de nem befolyásolta az olajtartalmat.

Kutatásunk célja az volt, hogy tartamkísérletben, csernozjom talajon vizsgáljuk az évjárat, a trágyázás és az öntözés interaktív hatásait eltérő genotípusú szója fajták beltartalmi mutatóira (fehérje- és olajtartalom).

Anyag és módszer

A tartamkísérletet 1983. évben állítottuk be mészlepedékes csernozjom talajon. A kísérlet a Hajdúságban található, Debrecentől 15 km-re nyugatra (É.sz. 47°33', K.h. 21°27'). A kísérlet talaja kedvező tulajdonságokkal jellemezhető. A talaj humusztartalma 2,6–2,8%, a pH_{KCl} értéke 6,36–6,53, a kötöttsége $K_A=40\text{--}42$, azaz vályog. A humuszos réteg vastagsága 80–100 cm. A talaj AL-oldható P_2O_5 tartalma közepes (133 mg/kg), az AL-oldható K_2O tartalma pedig jó (240 mg/kg). A talaj fontosabb fizikai és kémiai tulajdonságait az 1. táblázat, a jellemző vízgazdálkodási paramétereit pedig a 2. táblázat tartalmazza.

1. táblázat. A kísérleti terület talajvizsgálatai adatai (Debrecen)

Talajréteg (cm) (1)	pH_{KCl}	K_A (2)	CaCO_3 (%) (3)	Humusz (%) (3)	Össz. N (%) (4)	NO_3+NO_2 (ppm)
0–25	6,46	43,0	0	2,76	0,150	6,20
25–50	6,36	44,6	0	2,16	0,120	1,74
50–75	6,58	47,6	0	1,52	0,086	0,60
75–100	7,27	46,6	10,25	0,90	0,083	1,92
100–130	7,36	45,4	12,75	0,59	0,078	1,78

Talajréteg (cm) (1)	P_2O_5 AL oldható (5) (ppm)	K_2O (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	SO_4 (ppm)
0–25	133,4	239,8	332,4	38,0	2,80	5,86	438	9,25
25–50	48,0	173,6	405,4	66,2	0,80	4,54	406	9,13
50–75	40,4	123,0	366,6	55,4	0,58	3,64	339	10,80
75–100	39,8	93,6	249,0	67,8	0,48	2,24	74	7,95
100–130	31,6	78,0	286,6	62,6	0,84	1,64	4	22,98

Table 1. Soil analysis data of the experiment site (Debrecen). (1) Soil layer (cm), (2) Arany's plasticity index, (3) Humus (%), (4) Total N (%), (5) AL-soluble

2. táblázat. A kísérleti terület talajának vízgazdálkodását jellemző mutatók (Debrecen)

Talajréteg (cm) (1)	Térfogat-tömeg Tt (dm ³) (2)	Pórus térfogat (P%) (3)	Gravitációs pórustér + levegőzárvány (Pg+l%) (4)
5-25	1,433	45,93	11,53
27-33	1,410	46,73	7,05
47-53	1,275	51,90	12,50
97-103	1,285	51,55	8,73
122-128	1,268	52,20	7,23
147-153	1,268	52,13	6,68
197-203	1,230	53,70	6,30

Talajréteg (cm) (1)	Minimális vízkapacitás (VK _{min} %) (5)	Holtvíz-tartalom (HV%) (6)	ly
5-25	33,65	15,55	2,715
27-33	37,75	15,70	2,783
47-53	36,87	14,75	2,755
97-103	40,93	11,13	2,168
122-128	43,10	9,38	1,853
147-153	43,95	9,03	1,778
197-203	46,00	8,50	1,690

Table 2. Indicators of water management in the soil of the experimental area (Debrecen). (1) Soil layer (cm), (2) Bulk density (dm³), (3) Pore volume (P%), (4) Gravitational pore space + air pockets (Pg+l%), (5) Minimum water capacity (VK_{min}%), (6) Wilting point (HV%)

A növények vízellátása szempontjából mértékadó talajszelvényben (0–200 cm) a kísérlet csernozjom talaja 650–750 mm vizet képes megtartani, melynek 65%-a diszponibilis víz.

A tartamkísérlet trikultúra vetésváltási rendszerében szerepel a szója modellnövény (szója-búza-kukorica vetésváltás). A tartamkísérlet split-split-plot elrendezésű négy ismétléssel. A parcellák területe 41,4 m². A kísérletben a következő tényezők hatását vizsgáltuk:

- évjárat

2017. év,

2018. év,

2019. év;

- műtrágya adagok

A kontroll (műtrágya nélkül) kezelés mellett az alapidózis (N=35, P₂O₅=30, K₂O=20 kg/ha) kétszeres, háromszoros és négyszeres mennyiségét alkalmaztuk. A foszfor és kálium 100%-át, a nitrogén 50%-át összfel, a nitrogén másik 50%-át tavasszal juttattuk ki a parcellákra.

- vízellátás

A tartamkísérletben két vízellátási rendszert alkalmaztunk:

- száraz=öntözés nélkül,

- öntözött=az adott évjárat vízellátottságát figyelembe vevő öntözés.

Az öntözés időpontjai és víznormái

	Száraz	Öntözött
2017	-	50 mm (07. 08-10.)
		50 mm (07. 22-23.)
2018	-	20 mm (04. 26.)
		50 mm (06. 25.)
		50 mm (07. 09.)
2019	-	50 mm (07. 01-03.)
		50 mm (07. 18-20.)

Az öntözést lineár berendezéssel végeztük el.

- genotípus

Boglár - korai érésű fajta,

Pannónia kincse - középérésű fajta.

A tartamkísérletben alkalmazott további agrotechnika (talajművelés, vetés, növényvédelem, betakarítás) megfelelt a korszerű szója termesztés követelményeinek.

A tartamkísérletek évjáratának fontosabb meteorológiai adatait a 3–4. táblázat tartalmazza.

3. táblázat. A vizsgálati évek tenyészidőszak előtti csapadéka (mm) (Debrecen)

Tenyészév (1)	Okt. (2)	Nov. (3)	Dec. (4)	Jan. (5)	Febr. (6)	Márc. (7)	Vegetáció előtti csapadék összesen (8)
2016/2017	92,1	55,5	4,0	27,5	31,4	24,5	235,0
2017/2018	43,9	53,7	93,6	28,2	57,9	68,5	345,8
2018/2019	10,1	52,0	50,9	36,1	6,7	9,4	165,2
30 éves átlag (1981–2010) (9)	37,9	41,6	43,7	29,7	31,0	30,2	214,1

Table 3. Precipitation before the growing season in the examined years (mm) (Debrecen). (1) Year, (2) October, (3) November, (4) December, (5) January, (6) February, (7) March, (8) Total amount of precipitation before the vegetation period, (9) 30-year average (1981–2010)

4. táblázat. A szója vegetációs periódusának csapadéka (mm) és hőmérséklete (°C) (Debrecen)

Év (1)	Ápr. (2)	Máj. (3)	Jún. (4)	Júl. (5)	Aug. (6)	Összesen (mm) Átlag (°C) (7)
Csapadék (mm) (8)						
2017	50,4	31,9	62,3	71,6	67,5	263,7
2018	36,6	60,0	66,8	41,9	97,5	302,8
2019	38,7	103,7	46,9	115,9	14,4	319,6
30 éves átlag (9)	52,8	64,0	66,5	66,1	49,0	298,4
Hőmérséklet (°C) (10)						
2017	10,1	16,3	20,9	21,0	22,1	18,1
2018	15,5	19,0	20,1	21,7	23,2	19,9
2019	12,4	13,1	22,2	20,5	22,2	18,0
30 éves átlag (9)	11,1	16,8	19,4	21,3	20,7	17,8

Table 4. Precipitation (mm) and temperature (°C) during the vegetation period of soybean (Debrecen). (1) Year, (2) April, (3) May, (4) June, (5) July, (6) August, (7) Total (mm), Mean (°C), (8) Precipitation (mm), (9) 30-year average, (10) Temperature (°C)

Az egyes évjáratok időjárása jelentősen eltért egymástól, amely nagymértékben befolyásolta a szója vegetatív és generatív fejlődését, termésképződési folyamatait. A szója tenyészidejét megelőző időszak (október-március) csapadék mennyisége különösen fontos, mert ez jelentősen befolyásolja a csernozjom talaj induló vízkészletét. A 2019. év őszi-téli csapadéka különösen kevés volt (165,2 mm) a sokévi átlaghoz (214,1 mm) képest, míg a 2017. évben átlagos (235,1 mm), illetve a 2018. év őszi-téli periódusában bőséges (345,8 mm) csapadék hullott. A vegetációs periódus meteorológiai paraméterei (4. táblázat) pedig direkt módon befolyásolták a szója termésképződését. A vízellátás szempontjából a 2018. és 2019. évek csapadék mennyisége (302,8 mm és 319,6 mm) nagyon hasonló volt (a sokévi átlag 298,4 mm), de a megoszlása eltért egymástól. A 2019. évben a kritikus júliusi időszakban jelentős mennyiségű (115,9 mm) csapadék hullott. A 2017. tenyészév (április-augusztus) csapadéka (263,7 mm) alig maradt el a sokévi átlagtól (298,4 mm). A vegetációs periódus átlaghőmérséklete (2017. év 18,1 °C, 2018. év 19,9 °C, 2019. év 18,0 °C) mindhárom évben meghaladta a sokévi átlag értékét (17,8 °C).

A szója betakarítása után begyűjtött magmintákat tisztítottuk, majd Granolyser NIR (Pfeuffer) készülékkel határoztuk meg a nedvességtartalom mellett a mag fehérje- és olajtartalmát. A betakarításnál vett magminták minőségi vizsgálatát kétszer végeztük el minden egyes kezelésben.

Az adatok matematikai-statisztikai értékelését variancia-analízissel és Pearson-féle korrelációval értékeltük Microsoft Excel (2013) és az SPSS for Windows 19.0 programok segítségével.

Eredmények

A három éves (2017–2019. évek) kutatási eredményeink szerint a vizsgált szója fajták fehérjetartalmát az évjárat, a műtrágyázás (döntően a nitrogén), a vízellátás és a genotípus egyaránt befolyásolta (5–7. táblázat). Az átlagosnál szárazabb és melegebb 2017. évben kaptuk a legnagyobb fehérjetartalmat (34,93–41,13%), majd a legmelegebb 2018. évben kisebb fehérjetartalmú (33,60–40,17%) szóját takarítottunk be. A legalacsonyabb fehérjetartalmat a 2019. évben mértük (33,83–38,53%), amelyet ugyan átlagos mennyiségű, de kedvező eloszlású csapadék (júliusban 115,9 mm) jellemzett. Az öntözés fehérjetartalomra gyakorolt kedvező, növelő hatását a szárazabb 2017. évben lehetett kimutatni (száraz kezelésben 34,93–40,50%, öntözött kezelésben 36,37–41,13%),

míg a kedvezőbb vízellátottságú 2018. évben (száraz 33,60–40,17%, öntözött 36,67–39,03%) és 2019. évben (száraz 33,83–38,53%, öntözött 35,80–38,47%) nem volt szignifikáns különbség.

5. táblázat. A trágyázás és öntözés hatása a szója fajták fehérjetartalmára (Debrecen, 2017)

Fajta (1)	Mtr. adag (2)	Száraz (3)		Öntözött (4)	
		Fehérje (%)	Differencia (%)	Fehérje (%)	Differencia (%)
		(5)	(6)	(5)	(6)
Boglár	Ø	34,93	100,0	36,37	100,0
	N ₇₀ +PK	35,70	102,2	36,87	101,4
	N ₁₄₀ +PK	36,40	104,2	37,77	103,85
Pannónia kincse	Ø	35,50	100,0	38,13	100,0
	N ₇₀ +PK	38,27	107,8	39,47	103,5
	N ₁₄₀ +PK	40,50	114,1	41,13	107,9
SzD _{5%} fajta (7)		0,91		1,12	
SzD _{5%} mtr. (8)		1,12	-	1,37	-
SzD _{5%} kölcsönhatás (9)		2,23		1,94	

Table 5. Effect of fertilization and irrigation on the protein content of soybean varieties (Debrecen, 2017). (1) Variety, (2) Fertiliser dose, (3) Dry, (4) Irrigated, (5) Protein, (6) Difference, (7) LSD_{5%} variety, (8) LSD_{5%} fertilizer, (9) LSD_{5%} correlation

A N+PK műtrágyázás hatására mind a száraz, mind az öntözött viszonyok között nőtt a szója magjának a fehérjetartalma. A növekedés mértéke az esetek többségében szignifikáns volt, amely 2017. évben 2–4 abszolút%, 2018. évben 1,5–3,5 abszolút%, 2019. évben pedig 1,5–4,7 abszolút% többletet jelentett. A vizsgált években a legnagyobb fehérjetartalmat az N₁₄₀+PK, azaz a legnagyobb műtrágya adagnál érték el. Különbségeket lehetett tapasztalni a kísérletben vizsgált szója fajták fehérjetartalmában. Mindhárom évben a Pannónia kincse fajta fehérjetartalma meghaladta a Boglár fajtáé, a különbségek az évjáratok időjárási hatásai miatt módosultak mind a száraz, mind az öntözött kezelésben. 2017. évben a két fajta közötti különbség szignifikáns volt (száraz 1,2–4,1%, öntözött 1,8–3,4%), míg a 2018. évben (száraz 1,9–2,8%, öntözött 0–1,7%), de különösen a 2019. évben mérséklődtek a differenciák a fajták között (száraz 0,4–0,5%, öntözött esetén nem volt különbség).

6. táblázat. A trágyázás és öntözés hatása a szója fajták fehérjetartalmára (Debrecen, 2018)

Fajta (1)	Mtr. adag (2)	Szárász (3)		Öntözött (4)	
		Fehérje (%)	Differencia (%)	Fehérje (%)	Differencia (%)
		(5)	(6)	(5)	(6)
Boglár	∅	33,60	100,0	36,87	100,0
	N ₇₀ +PK	33,93	101,0	37,73	102,3
	N ₁₄₀ +PK	38,20	113,7	38,47	104,3
Pannónia kincse	∅	36,47	100,0	35,80	100,0
	N ₇₀ +PK	36,20	99,3	36,73	102,6
	N ₁₄₀ +PK	40,17	110,1	36,47	101,9
SzD _{5%} fajta (7)		1,04		1,13	
SzD _{5%} mtr. (8)		1,27	-	1,38	-
SzD _{5%} kölcsönhatás (9)		1,73		1,95	

Table 6. Effect of fertilization and irrigation on the protein content of soybean varieties (Debrecen, 2018). (1) Variety, (2) Fertiliser dose, (3) Dry, (4) Irrigated, (5) Protein, (6) Difference, (7) LSD_{5%} variety, (8) LSD_{5%} fertilizer, (9) LSD_{5%} correlation

7. táblázat. A trágyázás és öntözés hatása a szója fajták fehérjetartalmára (Debrecen, 2019)

Fajta (1)	Mtr. adag (2)	Szárász (3)		Öntözött (4)	
		Fehérje (%)	Differencia (%)	Fehérje (%)	Differencia (%)
		(5)	(6)	(5)	(6)
Boglár	∅	33,83	100,0	36,87	100,0
	N ₇₀ +PK	36,90	109,1	37,73	102,3
	N ₁₄₀ +PK	38,53	113,9	38,47	104,3
Pannónia kincse	∅	34,83	100,0	35,80	100,0
	N ₇₀ +PK	37,03	106,3	36,73	102,6
	N ₁₄₀ +PK	37,97	109,0	36,47	101,9
SzD _{5%} fajta (7)		0,76		0,61	
SzD _{5%} mtr. (8)		0,93	-	0,75	-
SzD _{5%} kölcsönhatás (9)		1,32		1,06	

Table 7. Effect of fertilization and irrigation on the protein content of soybean varieties (Debrecen, 2019). (1) Variety, (2) Fertiliser dose, (3) Dry, (4) Irrigated, (5) Protein, (6) Difference, (7) LSD_{5%} variety, (8) LSD_{5%} fertilizer, (9) LSD_{5%} correlation

A szója magjának olajtartalmát a 8–10. táblázatok tartalmazzák. A fehérjetartalommal ellentétben a genetikai, ökológiai és agrotechnikai tényezők sokkal kisebb mértékű, az esetek többségében nem szignifikáns hatását lehetett tapasztalni az olajtartalom esetében. Az egyes eljárásokban nagyon kiegyenlített volt az olajtartalom, ami azt jelentette, hogy 2017. évben 21,43–23,63%, 2018. évben 21,77–23,50%, 2019. évben pedig 19,10–21,90% közötti intervallumban változott. Relatív legkisebb olajtartalmat a kedvező vízellátottságú 2019. évben kaptuk. Az öntözésnek és genotípusnak nem volt szignifikáns és konzekvens hatása az olajtartalomra. A trágyázás viszont 0,1–1,1% abszolút%
kal csökkentette az olajtartalmat, azaz a legnagyobb értékeket a kontroll (műtrágya nélkül) kezelésekben kaptuk az esetek döntő részében.

8. táblázat. A trágyázás és öntözés hatása a szója fajták olajtartalmára (Debrecen, 2017)

Fajta (1)	Mtr. adag (2)	Szárász (3)		Öntözött (4)	
		Olaj (%)	Differencia (%)	Olaj (%)	Differencia (%)
		(5)	(6)	(5)	(6)
	∅	23,63	100,0	22,63	100,0
Boglár	N ₇₀ +PK	22,90	96,9	22,33	98,7
	N ₁₄₀ +PK	22,87	96,8	22,00	97,2
	∅	22,77	100,0	21,43	100,0
Pannónia kincse	N ₇₀ +PK	22,63	99,4	21,77	101,6
	N ₁₄₀ +PK	22,33	98,1	22,20	103,6
SzD _{5%} fajta (7)		0,48		0,51	
SzD _{5%} mtr. (8)		0,59	-	0,63	-
SzD _{5%} kölcsönhatás (9)		0,84		0,88	

Table 8. Effect of fertilization and irrigation on the oil content of soybean varieties (Debrecen, 2017). (1) Variety, (2) Fertiliser dose, (3) Dry, (4) Irrigated, (5) Oil, (6) Difference, (7) LSD_{5%} variety, (8) LSD_{5%} fertilizer, (9) LSD_{5%} correlation

A szója beltartalmi mutatóinak komplex értékét a PO (protein%+olaj%) számmal tudjuk jellemezni (1–3. ábra). A kívánatos 60 PO értéket a 2017. és 2018. években adták a vizsgált fajták a nagy műtrágya adagnál (N₁₄₀+PK) mind száraz, mind öntözött feltételek mellett. A kedvező csapadékú 2019. évben a genotípusok PO értéke ettől elmaradt (56–59 értékek).

9. táblázat. A trágyázás és öntözés hatása a szója fajták olajtartalmára
(Debrecen, 2018)

Fajta (1)	Mtr. adag (2)	Szárász		Öntözött	
		(3)		(4)	
		Olaj (%) (5)	Differencia (%) (6)	Olaj (%) (5)	Differencia (%) (6)
Boglár	∅	23,50	100,0	22,07	100,0
	N ₇₀ +PK	23,17	98,6	22,00	99,7
	N ₁₄₀ +PK	22,07	93,9	21,00	95,2
Pannónia kincse	∅	23,13	100,0	21,77	100,0
	N ₇₀ +PK	23,27	100,6	22,63	104,0
	N ₁₄₀ +PK	22,07	95,4	22,33	102,6
SzD _{5%} fajta (7)		0,50		0,61	
SzD _{5%} mtr. (8)		0,61	-	0,75	-
SzD _{5%} kölcsönhatás (9)		0,87		1,06	

Table 9. Effect of fertilization and irrigation on the oil content of soybean varieties (Debrecen, 2018). (1) Variety, (2) Fertiliser dose, (3) Dry, (4) Irrigated, (5) Oil, (6) Difference, (7) LSD_{5%} variety, (8) LSD_{5%} fertilizer, (9) LSD_{5%} correlation

10. táblázat. A trágyázás és öntözés hatása a szója fajták olajtartalmára
(Debrecen, 2019)

Fajta (1)	Mtr. adag (2)	Szárász		Öntözött	
		(3)		(4)	
		Olaj (%) (5)	Differencia (%) (6)	Olaj (%) (5)	Differencia (%) (6)
Boglár	∅	22,23	100,0	21,40	100,0
	N ₇₀ +PK	21,33	96,0	19,10	89,3
	N ₁₄₀ +PK	20,67	93,0	20,40	95,3
Pannónia kincse	∅	21,23	100,0	21,90	100,0
	N ₇₀ +PK	20,97	98,8	21,00	95,9
	N ₁₄₀ +PK	20,50	96,6	21,67	99,0
SzD _{5%} fajta (7)		0,93		0,68	
SzD _{5%} mtr. (8)		1,14	-	0,84	-
SzD _{5%} kölcsönhatás (9)		1,61		1,18	

Table 10. Effect of fertilization and irrigation on the oil content of soybean varieties (Debrecen, 2019). (1) Variety, (2) Fertiliser dose, (3) Dry, (4) Irrigated, (5) Oil, (6) Difference, (7) LSD_{5%} variety, (8) LSD_{5%} fertilizer, (9) LSD_{5%} correlation

1. ábra. A trágyázás és öntözés hatása a szója fajták PO értékeire
(Debrecen, csernozjom talaj, 2017)

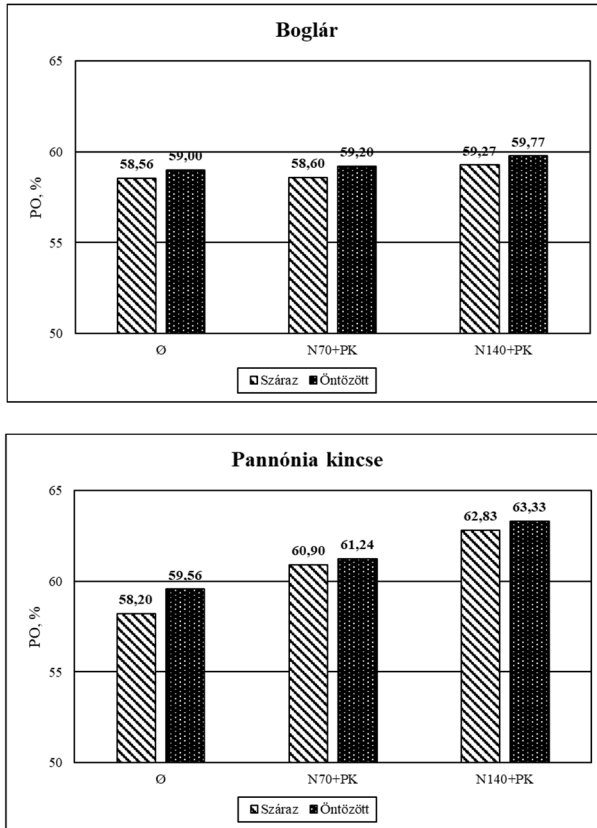


Figure 1. Effect of fertilization and irrigation on PO values of soybean cultivars (Debrecen, chernozem soil, 2017). (1) Dry, (2) Irrigated

A tenyészedőszak havi csapadékmennyiségeinek, a havi átlaghőmérsékleteinek és a szója fehérje- és olajtartalma közötti összefüggéseket Pearson-féle korreláció analízissel értékeltük a vizsgálati évek átlagában. Az eredmények azt bizonyítják, hogy a szója fehérjetartalma és a havi csapadék között nem lehetett még laza összefüggést sem kimutatni (11. táblázat). Az olajtartalom és a havi csapadék között közepes erősségű negatív összefüggést lehetett bizonyítani május (-0,557**) és július (-0,541**), valamint közepes szorosságú pozitív kapcsolatot június (0,579**) hónapok estében SzD_{1%}-os szignifikancia

szinten. A havi hőmérsékleti értékek sem befolyásolták a vizsgálati években a szója magjának a fehérjetartalmát (12. táblázat), amit a rendkívül kicsi r értékek (-0,125 és 0,119 között) mutattak. Az olajtartalom és a havi középhőmérsékleti értékek között ugyancsak közepes erősségű korrelációt lehetett megállapítani ugyanazon hónapok esetében, mint az olajtartalom és a csapadékmennyiség kapcsolata vizsgálatnál, de ellenkező irányultsággal. A májusi (0,523**) és júliusi (0,476**) hónap középhőmérséklete pozitív, a júniusi (-0,535**) negatív befolyásolta a szója olajtartalmát.

2. ábra. A trágyázás és öntözés hatása a szója fajták PO értékeire (Debrecen, csernozjom talaj, 2018)

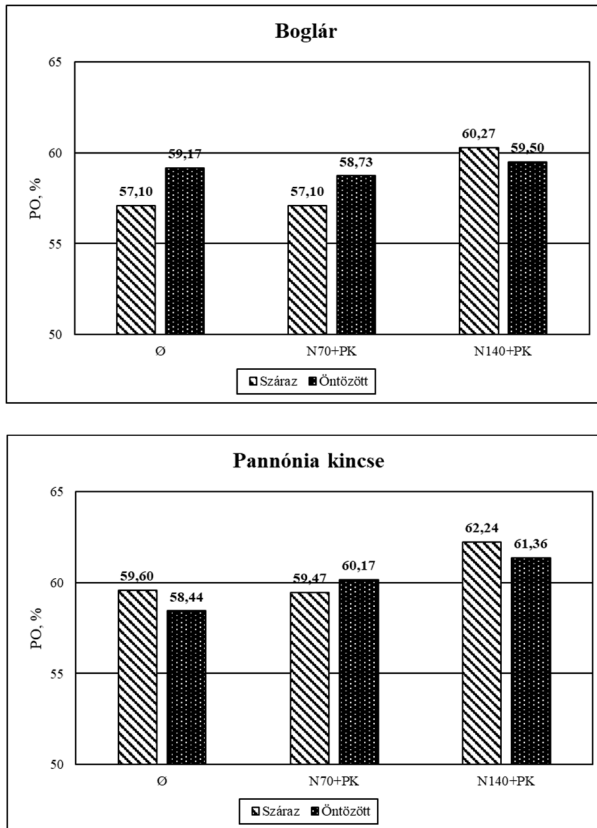


Figure 2. Effect of fertilization and irrigation on PO values of soybean cultivars (Debrecen, chernozem soil, 2018). (1) Dry, (2) Irrigated

3. ábra. A trágyázás és öntözés hatása a szója fajták PO értékeire
(Debrecen, csernozjom talaj, 2019)

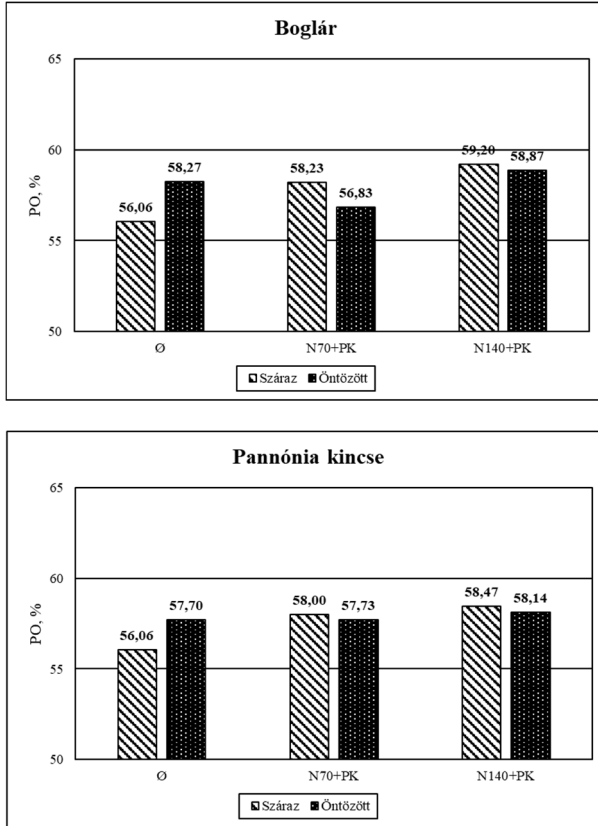


Figure 2. Effect of fertilization and irrigation on PO values of soybean cultivars (Debrecen, chernozem soil, 2018). (1) Dry, (2) Irrigated

A 2017–2019. évek átlagában vizsgálva nem találtunk statisztikailag igazolható összefüggést a szója magjának fehérje- és olajtartalma között (13. táblázat). A három év átlagában a technológiai tényezők és az olajtartalom között sem lehetett összefüggést kimutatni (-0,234, -0,279, -0,032). A fehérjetartalmat csak a tápanyag mennyisége befolyásolta szignifikáns módon, a két tényező (fehérje×tápanyag) között közepes erősségű pozitív korrelációt (0,515**) lehetett megállapítani.

11. táblázat. *Pearson-féle korrelációs vizsgálat a havi csapadékmennyiségek és a szója fehérje- és olajtartalma között (Debrecen, 2017–2019)*

	Április (1)	Május (2)	Június (3)	Július (4)	Augusztus (5)
Fehérje (6)	0,113	-0,172	0,147	-0,127	0,097
Olaj (7)	0,238*	-0,557**	0,579**	-0,541**	0,469**

Megjegyzés: ** a korreláció szignifikáns 1% szinten, * a korreláció szignifikáns 5% szinten.

Table 11. Pearson's correlation analysis between monthly precipitation and soy protein and oil content (Debrecen, 2017–2019). (1) April, (2) May, (3) June, (4) July, (5) August, (6) Protein, (7) Oil. Note: ** the correlation is significant at the 1% level, * the correlation is significant at the 5% level.

12. táblázat. *Pearson-féle korrelációs vizsgálat a havi középhőmérsékletek és a szója fehérje- és olajtartalma között (Debrecen, 2017–2019)*

	Április (1)	Május (2)	Június (3)	Július (4)	Augusztus (5)
Fehérje (6)	-0,042	0,119	-0,125	0,100	0,019
Olaj (7)	0,034	0,523**	-0,535**	0,476**	0,240*

Megjegyzés: ** a korreláció szignifikáns 1% szinten, * a korreláció szignifikáns 5% szinten.

Table 12. Pearson's correlation analysis between monthly mean temperatures and soy protein and oil content (Debrecen, 2017–2019). (1) April, (2) May, (3) June, (4) July, (5) August, (6) Protein, (7) Oil. Note: ** the correlation is significant at the 1% level, * the correlation is significant at the 5% level.

13. táblázat. *Pearson-féle korrelációs vizsgálat a szója kémiai összetétele és az agrotechnikai elemek között (Debrecen, 2017–2019)*

	Fehérje (1)	Olaj (2)	Tápanyag (3)	Öntözés (4)	Fajta (5)
Fehérje (1)	1	-0,295**	0,515**	0,309**	0,324**
Olaj (2)	-0,295**	1	-0,234	-0,279**	-0,032

Megjegyzés: ** a korreláció szignifikáns 1% szinten, * a korreláció szignifikáns 5% szinten.

Table 13. Pearson's correlation analysis between the chemical composition of soybeans and the agrotechnical elements (Debrecen, 2017–2019). (1) Protein, (2) Oil, (3) Nutrient, (4) Irrigation, (5) Variety. Note: ** the correlation is significant at the 1% level, * the correlation is significant at the 5% level.

Következtetések

A szója magja koncentráltan tartalmazza azokat a kémiai összetevőket (fehérje, olaj), amelyeket széleskörűen lehet a humán táplálkozásban, a takarmányozásban, az ipari és egyéb területeken felhasználni. Növénytermesztési tartamkísérletben három éven keresztül a termésmennyiség, és egyéb agronómiai paraméterek mellett vizsgáltuk a szójamag kémiai összetevőinek a változását a különböző ökológiai (évjárat) és technológiai tényezők (fajta, trágyázás, öntözés) hatására. Vizsgálataink szerint az adott évjárat időjárása befolyásolta mind a fehérje-, mind az olajtartalmat, de eltérő mértékben. A kedvezőbb vízellátottságú évben (2019. év 33,83–38,53%) alacsonyabb volt a fehérjetartalom, mint a szárazabb és melegebb években (2017. év 34,93–41,13%, 2018. év 39,60–40,17%). Ezek az eredmények megegyeztek *Maestri et al.* (1998), *Ren et al.* (2009), *Mourtzinis et al.* (2017) vizsgálataiban tapasztaltakkal, és cáfolták *Piper és Boote* (1999), valamint *Pipolo et al.* (2004) kutatásait.

Vizsgálataink szerint mind száraz, mind öntözött körülmények között a növekvő műtrágya adagok hatására nőtt meg a mag fehérjetartalma. A Pearson-féle korreláció analízissel – egyedül a vizsgált termesztéstechnológiai tényezők közül – közepes erősségű pozitív összefüggést (0,515**) lehetett kimutatni a trágyázás és a szója fehérjetartalma között. Hasonló összefüggést találtak *Ham et al.* (1975), *Nakasathien et al.* (2000) saját vizsgálataik során. A trágyázás hatására a fehérjetartalom 2017-ben 2–4%-kal, 2018-ban 1,5–3,5%-kal, 2019-ben pedig 1,5–4,7%-kal nőtt a kontroll kezeléshez képest. Az öntözés csak a száraz 2017. évben növelte 1,5–2,5%-kal a fehérjetartalmat a nem öntözött kezeléshez képest. A fajták közötti fehérjetartalombeli szignifikáns különbségeket csak a 2017. évben lehetett kimutatni, míg a kedvezőbb vízellátottságú 2018. és 2019. évben a különbségek mérsékeltek maradtak. A szárazság (víz-stressz) hatására növekedett a szója fehérjetartalma hasonlóan *Kumar et al.* (2006), valamint *Rotundo és Westgate* (2010) vizsgálati eredményeihez.

Az olajtartalmat mind az évjárat, mind az agrotechnikai tényezők kevésbé befolyásolták a tartamkísérletünkben. Az egyes évjáratokban az olajtartalom közel hasonló intervallumban változott (2017-ben 21,43–23,63%, 2018. évben 21,77–23,50%, 2019-ben 19,10–21,90%). Ez ellentétes *Ray et al.* (2006) korábbi vizsgálati eredményeivel. A Pearson-féle korreláció vizsgálat az olajtartalom és a májusi (-0,557**), a júliusi (-0,541**) csapadék között negatív, a júniusi csapadék (0,579**) között közepes erősségű pozitív kapcsolatot mutatott ki. Az olaj-

tartalom és a havi hőmérsékletek között ezzel ellentétes irányú összefüggést mutattunk ki (május: +0,523**, június: -0,535**, július: +0,476**). A trágyázás 0,1-1,1%-kal csökkentette a szója olajtartalmát, azaz a legnagyobb olajtartalmat az esetek döntő hányadában a kontroll kezelésben mértük. *Kresović et al.* (2017) vizsgálati eredményeihez hasonlóan az öntözés nem befolyásolta az olajtartalmat.

A szója beltartalmi értékeit komplex módon kifejező PO (protein%+olaj%) értékek 2017. és 2018. években a Pannónia Kincse és a Boglár fajtáknál az N₁₄₀+PK nagyadagú műtrágya kezelésben meghaladták a 60-at száraz és öntözött viszonyok között egyaránt, míg a kedvezőbb vízellátottságú 2019. évben 56-59 között változtak.

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését a GINOP-2.2.1-15-2016-00021 számú projekt támogatta. A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- Assefa, Y.-Bajjalieh, N.-Archontoulis, S.-Casteel, S.-Davidson, D.-Kovács, P.-Naeve, S.-Ciampitti, I. A.*: 2018. Spatial characterization of soybean yield and quality (Amino Acids, Oil, and Protein) for United States. *Sci. Rep.* 8: 14653.
- Assefa, Y.-Purcell, L. C.-Salmeron, M.-Naeve, S.-Casteel, S. N.-Kovács, P.-Archontoulis, S.-Licht, M.-Below, F.-Kandel, H.-Lindsey, L. E.-Gaska, J.-Conley, S.-Shapiro, C.-Orlowski, J. M.-Golden, B. R.-Kaur, G.-Singh, M.-Thelen, K.-Laurenz, R.-Davidson, D.-Ciampitti, I. A.*: 2019. Assessing Variation in US Soybean Seed Composition (Protein and Oil). *Front. Plant Sci.* 11 March 2019. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00298>
- Bandillo, N.-Jarquin, D.-Song, Q.-Nelson, R.-Cregan, P.-Specht, J.-Lorenz, A.*: 2015. A population structure and genome-wide association analysis on the USDA soybean germplasm collection. *Plant Genome.* 8: 1-15.
- Bellaloui, N.-Bruns, H. A.-Abbas, H. K.-Mengistu, A.-Fisher, D. K.-Reddy, K. N.*: 2015. Agricultural practices altered soybean seed protein, oil, fatty acids, sugars, and minerals in the Midsouth USA. *Frontiers in Plant Science.* 6: 31.

- Bellaloui, N.–Mengistu, A.–Paris, R. L.*: 2008. Soybean seed composition in cultivars differing in resistance to charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*). *Journal of Agriculture Science*. 146: 1–9.
- Bennett, J. O.–Yu, O.–Heatherly, L. G.–Krishnan, H. B.*: 2004. Accumulation of genistein and daidzein, soybean isoflavones implicated in promoting human health, is significantly elevated by irrigation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52: 7574–7579.
- Boydak, E.–Alpaslan, M.–Hayta, M.–Gercek, S.–Simsek, M.*: 2002. Seed composition of soybeans grown in the Harran region of Turkey as affected by row spacing and irrigation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50: 4718–4720.
- Brim, C. A.–Burton, J. W.*: 1979. Recurrent selection in soybeans: II: selection for increased percent protein in seeds. *Crop Sci*. 19: 494–498.
- Brummer, E. C.–Graef, G. L.–Orf, J.–Wilcox, J. R.–Shoemaker, R. C.*: 1997. Mapping QTL for seed protein and oil content in eight soybean populations. *Crop Science*. 2: 370–378.
- Carrera, C.–Martínez, M. J.–Dardanelli, J.–Balzarini, M.*: 2009. Water deficit effect on the relationship between temperature during the seed fill period and soybean seed oil and protein concentrations. *Crop Science*. 49: 990–998.
- Cherry, J. H.–Bishop, L.–Hasegawa, P. M.–LeZer, H. R.*: 1985. Differences in the fatty acid composition of soybean seed produced in northern and southern areas of the USA. *Phytochemistry*. 24: 237–241.
- Dardanelli, J. L.–Balzarini, M.–Martínez, M. J.–Cuniberti, M.–Resnik, S.–Ramunda, S. F.*: 2006. Soybean maturity groups, environments, and their interaction define mega-environments for seed composition in Argentina. *Crop Sci*. 46: 1939–1947.
- Goldflus, F.–Ceccantini, M.–Santos, W.*: 2006. Amino acid content of soybean samples collected in different Brazilian states – Harvest 2003/2004. *Braz. J. Poult. Sci*. 8: 105–111.
- Grieshop, C. M.–Fahey, G. C. Jr.*: 2001. Comparison of quality characteristics of soybeans from Brazil, China, and the United States. *J. Agric. Food Chem*. 49: 2669–2673.
- Ham, G. E.–Liener, I. E.–Evans, S. D.–Frazier, R. D.–Nelson, W. W.*: 1975. Yield and composition of soybean seed as affected by N and S fertilization. *Agron. J*. 67: 293–297.
- Kresović, B.–Gajić, B. A.–Tapanarova, A.–Dugalić, G.*: 2017. Yield and chemical composition of soybean seed under different irrigation regimes in the Vojvodina region. *Plant Soil Environ*. 63. 1: 34–39.
- Kumar, V.–Rani, A.–Solanki, S.–Hussain, S. M.*: 2006. Influence of growing environment on the biochemical composition and physical characteristics of soybean seed. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19: 188–195.

- Kumawat, S. M.–Dhakar, L. L.–Maliwal, P. L.*: 2000. Effect of irrigation regimes and nitrogen on yield, oil content and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*). *Indian Journal of Agronomy*. 45: 361–366.
- Maestri, D. M.–Labuckas, D. O.–Meriles, J. M.–Lamarque, A. L.–Zygodlo, J. A.–Guzman, C. A.*: 1998. Seed composition of soybean cultivars evaluated in different regions. *J. Sci. Food Agric*. 77: 494–498.
- Mourtzinis, S.–Gaspar, A. P.–Naeve, S. L.–Conley, S. P.*: 2017. Planting date, maturity, and temperature effects on soybean seed yield and composition. *Agron. J.* 109: 2040–2049.
- Nakasathien, S.–Israel, D. W.–Wilson, R. F.–Kwanyuen, P.*: 2000. Regulation of seed protein concentration in soybean by supra-optimal nitrogen supply. *Crop Sci*. 40: 1277–1284.
- Panthee, D. R.–Pantalone, V. R.–Sams, C. E.–Saxton, A. M.–West, D. R.–Rayford, W. E.*: 2004. Genomic regions governing soybean seed nitrogen accumulation. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 81: 1.
- Piper, E. L.–Boote, K. J.*: 1999. Temperature and cultivar effects of soybean seed oil and protein concentration. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 76: 1233–1241.
- Pipolo, A. E.–Sinclair, T. R.–Camara, G. M. S.*: 2004. Effects of temperature on oil and protein concentration in soybean seed cultured in vitro. *Ann. Appl. Biol.* 144: 71–76.
- Rao, M. S. S.–Mullinix, B. G.–Rangappa, M.–Cebert, E.–Bhagsari, A. S.–Sapra, V. T.*: 2002. Genotype × environment interactions and yield stability of food-grade soybean genotypes. *Agron. J.* 94: 72–80.
- Ray, J. D.–Heatherly, L. G.–Fritsch, F. B.*: 2006. Influence of large amounts of nitrogen on nonirrigated and irrigated soybean. *Crop Science*. 46: 52–60.
- Ren, C.–Bilyeu, K. D.–Beuselinck, P.*: 2009. Composition, vigor, and proteome of mature soybean seeds developed under high temperature. *Crop Sci*. 49: 1010–1022.
- Rotundo, J. L.–Westgate, M. E.*: 2010. Rate and duration of seed component accumulation in water-stressed soybean. *Crop Science*. 50: 676–684.
- Specht, J. E.–Chase, K.–Macrander, M.–Graef, G. L.–Chung, J.–Markwell, J. P.–Germann, M.–Orf, J. H.–Lark, K. G.*: 2001. Soybean response to water: A QTL analysis of drought tolerance. *Crop Science*. 41: 493–509.
- Wilson, R. F.*: 2004. Seed composition. [In: *Boerma and Specht* (eds.) *Soybeans: Improvement, Production, and Uses*.] American Society of Agronomy Inc. Crop Science Society of America Inc., Soil Science Society of America Inc. 621–668.
- Wood, C. W.–Torbert, H. A.–Weaver, D. B.*: 1993. Nitrogen fertilizer effects on soybean growth, yield, and seed composition. *J. Prod. Agric.* 6: 354–360.
- Wang, J.–Zhou, P.–Shi, X.–Yang, N.–Yan, L.–Zhao, Q.–Yang, C.–Guan, Y.*: 2019. Primary metabolite contents are correlated with seed protein and oil traits in near-isogenic lines of soybean. *The Crop Journal*. 7. 5: 651–659.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

*Dr. Ábrahám Éva Babett – Dr. Pepó Péter
Debreceni Egyetem MÉK
Növénytudományi Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032
*abraham.eva@agr.unideb.hu

Búza (*Triticum aestivum* L.) vetőmagok minősítése MALDI-TOF MS módszerrel

¹BOJTÉ CSILLA - ²HELENKÁR ANDRÁS - ³TATÁRVÁRINÉ NAGY NIKOLETTA EDIT -

⁴TÓTH BRIGITTA - ⁵HAJÓSNÉ NOVÁK MÁRTA - ¹MICSINAI ADRIENN -

⁶PARÁDI ISTVÁN - ⁷SZEMÁN-NAGY GÁBOR - ⁷TÁLAS LÁSZLÓ -

⁸BOJTOR CSABA - ⁸NAGY JÁNOS

¹WESSLING Hungary Kft., Budapest

²Flextra-Lab Műszerjavító és Kereskedelmi Kft., Budapest

³Hédervári FMG Nonprofit Kft., Hédervár

⁴Debreceni Egyetem MÉK, Élelmiszertudományi Intézet, Debrecen

⁵Szent István Egyetem Növénytudományi Doktori Iskola, Gödöllő

⁶Eötvös Loránd Tudományegyetem,

Növényélettani és Molekuláris Növénybiológiai Tanszék, Budapest

⁷Debreceni Egyetem TTK,

Molekuláris Biotechnológiai és Mikrobiológiai Tanszék, Debrecen

⁸Debreceni Egyetem MÉK,

Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet, Debrecen

Összefoglalás

A MALDI-TOF MS (matrix-assisted laser desorption and ionization time-of-flight mass spectrometry) olyan tömegspektrometriás eljárás, amely alkalmas arra, hogy megbízható információkat kapjunk a vizsgált gabonaminták makromolekuláiról és azok fehérje-profiljáról. A vizsgálat során rögzített tömegspektrumok számos módon felhasználhatók.

Jelen vizsgálatunk célja az volt, hogy igazoljuk, a MALDI-TOF alkalmas a vetőmagvak genetikai azonosítására. Kísérleteink során egy őszi búzafajtával (*Triticum aestivum* L. cv. Balitus) dolgoztunk, és a mérési módszer megbízhatóságát vizsgáltuk. A vizsgálatok során ötféle extraháló puffer oldatot (NaCl semleges puffer, NaCl savas puffer, 1-propanolos puffer, 2-propanolos puffer, 60%-etanolos puffer) használtunk, és vizsgáltuk az extrahálószer hatását a végső spektrumra.

A vizsgált ötféle oldatból a 60%-os etanolos feltárás bizonyult a legalkalmasabbnak. A búzaszemeket egyesével daráltuk és azokból 1 mg-ot használtunk fel a mérésekhez úgy, hogy minden egyes minta külön-külön Eppendorf csőbe került. Egy adott őszi búza fajta fehérje- és molekulaprofilja többszörös mérésen alapszik. Fontos, hogy ezen megbízható mérések megkönnyítik a vetőmag előállításának ellenőrzését és a homogenitási vizsgálatát is.

Kulcsszavak: búza, fehérje-összetétel, glutén, MALDI-TOF MS, vetőmag

Examination of the usability of MALDI-TOF MS to identify wheat seeds (*Triticum aestivum* L.)

¹CS. BOJTÉ - ²A. HELENKÁR - ³N. E. TATÁRVÁRINÉ NAGY - ⁴B. TÓTH -

⁵M. HAJÓSÉ NOVÁK - ¹A. MICSINAI - ⁶I. PARÁDI -

⁷G. SZEMÁN-NAGY - ⁷L. TÁLAS - ⁸CS. BOJTOR - ⁸J. NAGY

¹WESSLING Hungary Kft., Budapest

²Flextra-Lab Műszerjavító és Kereskedelmi Kft., Budapest

³Hédervári FMG Nonprofit Kft., Hédervár

⁴University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Food Sciences, Debrecen

⁵Szent István University, Doctoral School of Crop Sciences, Gödöllő

⁶Eötvös Loránd University,

Department of Plant Physiology and Molecular Plant Biology, Budapest

⁷University of Debrecen, Faculty of Science and Technology,

Department of Molecular Biotechnology and Microbiology, Debrecen

⁸University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute for Land Utilisation,

Regional Development and Technology, Debrecen

Summary

The MALDI-TOF (matrix-assisted laser desorption and ionization time-of-flight) mass spectrometry process is suitable for effectively obtaining information on the macromolecules of the test sample, its protein profile, and can be used in several ways for the mass spectrum recorded in the process of obtaining the results.

This study aimed at investigating the usability of MALDI-TOF MS for identification purposes. The test seed used in the study was wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Balitus). Five types of extraction buffer (NaCl neutral buffer, NaCl acid buffer, 1-propanol buffer, 2-propanol buffer, 60% ethanolic buffer) were used and we examined which extracting agent yields the best and purest protein and molecular profile.

Of the five tested solutions, 60% ethanol buffer was the most suitable to obtain reliable results. Wheat grains were ground separately and 1 mg was used for the measurements and each seed is placed in a separate Eppendorf tube. The obtained results are relevant and true to reality. Important, reliable measurements make it easy to check seed production and to perform quick homogeneity testing.

Key words: gluten, MALDI-TOF MS, protein composition, seed, wheat

Изучение применимости метода MALDI-TOF MS для квалификации посевного материала пшеницы (*Triticum aestivum* L.)

¹Ч. БОЙТЕ – ²А. ХЕЛЕНКАР – ³Н. Э. ТАТАРВАРИНЕ НАДЬ – ⁴Б. ТОТ –
⁵М. ХАЙОШНЕ НОВАК – ¹А. МИЧИНАИ – ⁶И. ПАРАДИ –
⁷Т. СЕМАН-НАДЬ – ⁷Л. ТАЛАШ – ⁸Ч. БОЙТОР – ⁸Я. НАДЬ
¹"WESSLING Hungary" ООО, Будапешт
²"Flextra-Lab" Ремонтное и Торговое ООО, Будапешт
³"Хедервари FMG" Некоммерческое ООО, Хедервар
⁴Дебреценский Университет МЁК, Институт Науки о Пище, Дебрецен
⁵Университет им. Святого Иштвана, Ботаническая Докторская Школа, Гёдёллё
⁶Университет им. Ёотвёша Лоранда,
Кафедра Физиологии и Молекулярной Биологии Растений, Будапешт
⁷Дебреценский Университет ТТК,
Кафедра Молекулярной Биотехнологии и Микробиологии, Дебрецен
⁸Дебреценский Университет МЁК,
Институт Землепользования, Технический и Развития Территорий, Дебрецен

Резюме

MALDI-TOF MS (matrix-assisted laser desorption and ionization time-of-flight mass spectrometry) – это такой масс-спектрометрический приём, который пригоден для то

A MALDI-TOF MS orvosi és természettudományi területen már rutinszerűen használt analitikai eljárás, ezért szükségszerűnek tartottuk a mezőgazdasági alkalmazhatóságát is megvizsgálni – érzékenysége, gyorsasága és egyszerűsége miatt. Mivel nagyrészt csak egyszeresen töltött ionok jelennek meg a tömegspektrumban (Karas és Hillenkamp 1988), ezért a MALDI spektrumok kiválóan alkalmasak lehetnek keverékek elemzésére is. Rendszeresen alkalmazzák proteomikai tanulmányokhoz (Tabb *et al.* 2002), gyakran a minta előfrakcionálása nélkül. Az utóbbi időben a MALDI-TOF MS készüléket széles körben használják különböző típusú mintákból származó biomolekulák (oligonukleotidok, proteinek, glikoproteinek stb.) kvalitatív analízisére (Mirgorodskaya *et al.* 2000), vagy akár humán eredetű szövetminták feltérképezésére is (Dekker *et al.* 2005).

A sikeres gabonatermesztés alapja a jó minőségű vetőmag, azonban a gyakorlatban sokszor találkozni heterogén növényállományokkal. A vetőmag-minősítés egyik alapvető feltétele, hogy a minősíteni kívánt vetőmagtáblán csak minimális mennyiségben lehet jelen másik gabonafajta (27/2002. (IV. 13.) FVM rendelet). Ezt a hazai termelésben idegeneléssel (a nem oda tartozó búzafajták gyökeres kitépésével) biztosítják, ezért is magas a költsége a minőségi vetőmag előállításának. Ezenkívül a feldolgozási és a raktározási folyamatok során is felléphet keveredés, keresztszennyeződés, hibás címkézés.

A MALDI-TOF MS vizsgálatokkal az volt a célunk, hogy kiderítsük, mely extrahálószer a legalkalmasabb a minta-előkészítés során a búza tartalékfehérjéinek tömegspektrometriás meghatározására. Ez a vizsgálat lehet a későbbiekben alapja egy olyan vizsgálatsorozatnak, ahol eldönthetjük, hogy a búza tartalékfehérjékből nyert tömegspektrum fajtára jellemző-e, és ha igen, ez alkalmas-e a fajták elkülönítésére.

Anyag és módszer

A minták előkészítése

A minták előkészítése a Wessling Hungary Kft. laboratóriumában történt, melynek során 250 darab búzaszemet (*Triticum aestivum* L. cv. Balitus) egyesével ledaráltuk ultracentrifugális őrlőmalommal (Retsch ZM200), majd 2 ml-es Eppendorf csövekbe helyeztük. A darálót minden minta darálása után mossal tisztítottuk, majd 90%-os etanollal öblítettük.

Extrakció

A MALDI-TOF MS vizsgálatokhoz a búzaszemekből a tartalékfehérjék és egyéb biológiai komponensek kinyeréséhez az alábbi ötféle extraháló szert használtunk (1. táblázat).

1. táblázat. *Extraháló- és eulálószerke összetétele*

Extraktor (1)	Nátrium- klorid koncent- ráció (2)	dl-DTT koncent- ráció (3)	1- propanol koncent- ráció (4)	2- propanol koncent- ráció (5)	Etanol koncent- ráció (6)	Ecetsav koncent- ráció (7)
Nátrium-klorid semleges puffer (8)	0,1 M	20 mM	-	-	-	-
Nátrium-klorid-sav puffer (9)	0,1 M	20 mM	-	-	-	0,1% (v/v)
1-propanol puffer (10)	-	20 mM	50% (v/v)	-	-	0,1% (v/v)
2-propanol puffer (11)	-	20 mM	-	50% (v/v)	-	0,1% (v/v)
60%-etanolos puffer (12)	-	-	-	-	60% (v/v)	-

Table 1. Composition of extraction and eluting agents. (1) Extractor, (2) Sodium chloride concentration, (3) dl-DTT concentration, (4) 1-propanol concentration, (5) 2-propanol concentration, (6) Ethanol concentration, (7) Acetic acid concentration, (8) Sodium chloride neutral buffer, (9) Sodium chloride acid buffer, (10) 1-propanol buffer, (11) 2-propanol buffer, (12) 60% Ethanol buffer

1) NaCl-os (semleges és savas), valamint 60%-os etanolos puffer eljárás

- a) A mintákból egyenként 1 mg-ot mértünk bele az Eppendorf centrifugacsőbe.
- b) Mind a savas, mind a semleges NaCl-os puffer eljárásnál, illetve a 60%-os etanolos eljárásnál 150 µl extrahálószeret pipettáztunk a centrifugacsővekbe, majd a mintákat 1 percig vortexeltük, amit 30 perces ultrahangos rázatás követett.
- c) Ezután rotoros vertikális rázó gépbe BioMixer 3D rázó gép (Benchmark Scientific) kerültek, ahol a mintákat további 30 percen át ráztattuk.
- d) Ezt követően centrifugáltuk a mintákat (3 perc, 14100 RFC), majd a felül-úszóból 50 µl-t pipettáztunk egy tiszta 1,5 ml-es Eppendorf csőbe. A minta-

felvitel előtt ismét vortexszel alaposan homogenizáltuk az extraktumot és ismét centrifugáltuk (3 perc, 14100 RFC).

- e) Ezt követően az előkészített mintatartó lemezre (Bruker, USA) 1–1 µl-t cseppentettünk két párhuzamosban, mintánként.
- f) Száradás után a mintákra 1 µl SA mátrix oldatot (Bruker, USA) cseppentettünk, majd a lamináris áramlású fülkében hagytuk, hogy elpárologjon az oldószer, azaz beszáradjon a minta.

2) 1-, illetve 2-propanolos puffer eljárás

- a) A mintákból egyenként 1 mg-ot mértünk bele az Eppendorf centrifugacsőbe.
- b) 150 µl extrahálószer pipettáztunk a centrifugacsövekbe, majd a mintákat 1 percgig vortexeltük, amit 30 perces ultrahangos rázatás követett.
- c) Ezután rotoros vertikális rázógépbé BioMixer 3D rázógép – Benchmark Scientific kerültek, ahol a mintákat további 30 percen át rázattuk.
- d) Ezután 50 µl TA25 (25 ml acetonitril, 75 ml ionmentes víz és 100 µl trifluor-ecetsav oldata) oldatot adtunk a mintákhoz, amely a minta extraktum felvitele szempontjából fontos.
- e) Miután rögzítettük a mintákat két párhuzamosan, az 1-propanolos puffer esetében 1 µl 25 mg/ml koncentrációjú SA mátrix oldatot (Bruker, USA) cseppentettünk, és lamináris áramlású fülkében hagytuk beszáradni a mintát.

SA mátrix oldat

- 0,6% trifluorecetsav (TFA, ioncserélt vízben hígítva) és acetonitril (ACN) 1:1 arányú oldata;
- megfelelő mennyiségű kristályos szinapinsav, a kívánt 25 mg/ml koncentráció eléréséhez;
- intenzív keveréssel (vortex) segítettük az oldódást.

A kész mátrix oldat 4 °C-on fénytől védve tároltuk. Célszerű a felhasználás napján frissen készíteni, ugyanis legfeljebb 2–3 napig használható (*Dieckmann et al.* 2008).

MALDI-TOF MS

A tömegspektrometriás elemzés során a vizsgált anyag töltött részecskéinek térben és időben elválasztott pontos tömeg és töltöttségük hányadosát (m/z) határozzuk meg. A detektálás során kapott tömegspektrumok az adott anyagra jellemzőek, így kvalitatív meghatározásra alkalmasak.

Munkánk során a MALDI (Matrix Assisted Laser Desorption Ionisation) ionizációs technika alkalmazása mellett egy repülési analizátorral (Time Of Flight - TOF) ellátott tömegspektrométerrel készítettük a vizsgált anyagokról a tömegspektrumokat. A repülési idő analizátorral az ionizált részecskéket egy elektromos térben gyorsítva adott úthosszon juttatjuk el a detektor felé (ionok repülési ideje). A kisebb tömeg/töltéssel rendelkező részecskék az adott úthosszt kevesebb idő alatt teszik meg, mint a nagyobb tömeg/töltéssel bíró anyagok, így az ionok elválnak egymástól térben és időben. A beérkező ionok mennyiségétől függően a detektált csúcsok intenzitása változik, így bizonyos technikák esetén ezt kvantitatív mérésre is használhatjuk. A MALDI technika során a lézereenergia intenzitása az ionok mennyiségére is hatással van, így a MALDI módszer főleg kvalitatív meghatározásra szolgál. A mért időket egy ismert anyag azonos technikával történő meghatározása után konvertálhatjuk tömeg/töltéssé, így az abszcissa tengelyen a tömeg/töltést vehetjük fel, a koordinátatengelyen pedig az intenzitás mérhető a detektorba érkező anyagmennyiségtől függően. Az így nyert információ az adott anyagra specifikus és jól követhető az egyes változások több különböző anyag spektrumainak összehasonlítása során. Matematikai modelleket és adatbázisokat felhasználva az adott anyag azonosítható a kinyert információk birtokában. Ha rendelkezésre állnak az egyes csúcsok által reprezentált tiszta anyagok, mérésük során a spektrumok reprodukálhatók, bizonyosságot nyerve így a meghatározás pontosságáról. A csúcsok alakjának több fontos paramétere van, ilyen: a felbontás, a félértékszélesség és a jel/zaj viszony hányadosa. Minél nagyobb az adott csúcs felbontása, a csúcsok annál jobban elválnak egymástól, így pontosabban meghatározhatók, azonosíthatók.

A tartalékfehérje profilok elemzéséhez a FlexAnalízis (Bruker Daltonik) szoftvert használtunk.

Eredmények

Az elő kísérletek során azt tapasztaltuk, hogy az extraháló szer kiválasztása jelentősen befolyásolja az extrahált fehérjék minőségét és mennyiségét, ezáltal a tömegspektrumban megjelenő fehérjecsúcsok számát és intenzitását is (2. táblázat).

2. táblázat. A 4500–9000 m/z tartományban, az öt különböző extrahálószerrel előkészített minták kapott csúcsainak összehasonlítása

4500–9000 m/z értékek				
(1)				
Ext1 (a)	Ext2 (b)	Ext3 (c)	Ext4 (d)	Ext5 (e)
				4519,6
				4747,4
4807,9	4807,3		4804,9	
		4924,2	4925,6	
	4930,2			
				4984,1
		5147,4	5148,7	
				5177
	5241,5			
				5414,8
	5618,4			
			5620,9	
5624,8				
				5754,5
5905,3				
		5941,8	5943,5	
	5947,1			5949,2
	6061,1			6060,9
6671,1			6670,8	6671,4
		7002,7	7004,7	
7011,5				7011,4
			7140,6	
7146,8				7146,4
7811,3				7810,6
		7955,2	7957	
8246,7				
				8529,4

Table 2. Comparison of the obtained peaks of the samples prepared with the five different extractants in the range of 4500–9000 m z¹. (1) m z¹ values between 4500–9000

Ezért ötféle előkészítési eljárást vizsgáltunk, annak érdekében, hogy a továbbiakban azt tudjuk alkalmazni, amely segítségével a lehető legtöbb információ nyerhető ki a vizsgálataink során. Az őszi búzafajta vetőmag vizsgálata során megállapítottuk, hogy nem mindegy, milyen oldatot alkalmazunk a MALDI-TOF MS módszer esetében ahhoz, hogy pontos és valós adatokat kapjunk. Ezt követően, elemeztük a fehérje profilokat (1. ábra).

1. ábra. Az ötféle extraháló szerrel kapott spektrumok összehasonlító nézete (a, b, c, d, e)

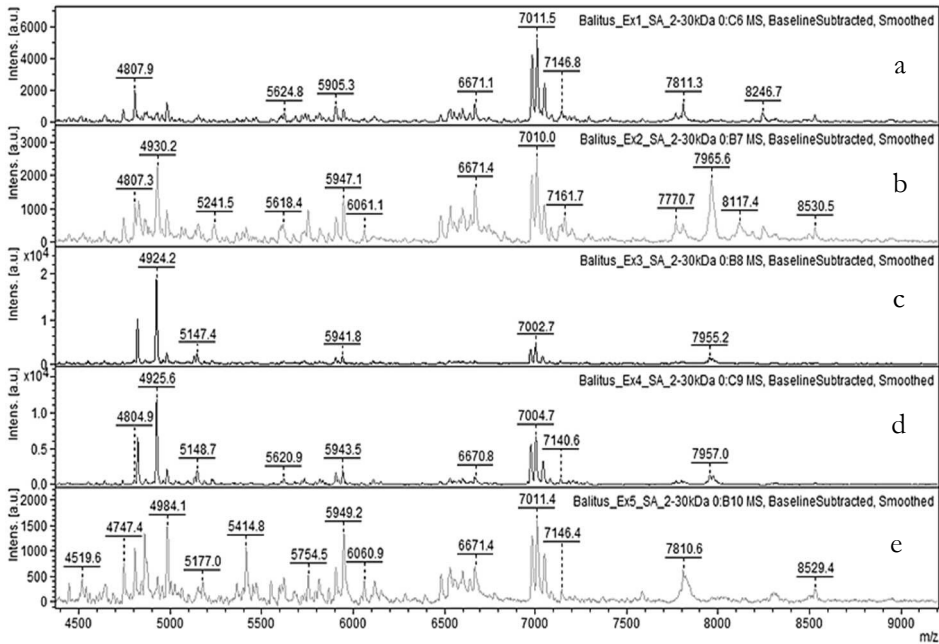


Figure 1. Comparative view of the spectra obtained with the five different extractants (a, b, c, d, e)

Az ötféle előkészítési eljárást tesztelve megállapítottuk, hogy a legrészletesebb tömegspektrumot a 60%-os etanol puffert alkalmazva kaptuk [1. táblázat, (12), 1. ábra (e)]. A vizsgált eljárásokat így a továbbiakban ehhez hasonlítottuk. Az etanolos extraháló szerhez viszonyítva jól látható különbségeket kaptunk a jellegzetes csúcsok mintázatában (2. táblázat). A NaCl vizes, savas és az 1-, illetve 2-propanolos extraháló szerek nem minden esetben biztosították a kívánt mérési eredményeket, illetve sok esetben nem voltak elég inten-

zívek a mérési csúcsok – több ismétlés folyamán sem –, mely megakadályozta a pontos mérési eredmények meghatározását (2. táblázat). Nem lehetett elégséges mennyiségű adatot meghatározni, azaz az etanolos extrakció hatására lehetett csak az egyes m/z értékeket jól kivehető csúcsokkal elkülöníteni.

Következtetések

A MALDI-TOF MS módszert alkalmazva vizsgáltuk az őszi búza (*Triticum aestivum* L. cv. Balitus) vetőmagjainak az összetételét. Ezen vizsgálatok során öt extrakciós eljárás hatékonyságát teszteltük. Az öt módszer optimalizálása során megállapítottuk, hogy a 60%-os etanolos puffert alkalmazva kaptuk a legrészletgazdagabb spektrumot. Az őszi búza beltartalmi vizsgálata során ez az eljárás bizonyult a leghatékonyabbnak, mivel ez szolgáltatta a legtöbb információt az összetételéről, azonban a többi extrakciós eljárást sem zárhatjuk ki, ugyanis más fajtáknál a jövőbeli vizsgálatok során azok egyike bizonyulhat megfelelőnek. A módszer távlati alkalmazásai között szerepelhet a betakarított tételek minőségének, homogenitásának és beltartalmának pontosan és rövid időn belül történő meghatározása. A vizsgálatok eredményei a vetőmagipar számára is fontos információt nyújthatnak a búzák fehérjéiről, amely meghatározza a hazai lisztek minőségét, besorolását.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány alapjául szolgáló kutatást A TKP2020-IKA-04 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a 2020-4.1.1-TKP2020 pályázati program, valamint az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt finanszírozásában valósult meg.

Irodalom

- Araya, A.–Prasad, P. V. V.–Gowda, P. H.–Kisekka, I.–Foster, A. J.: 2019. Yield and water productivity of winter wheat under various irrigation capacities. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*. 55. 1: 24–37.
- Cañas, B.–López-Ferrer, D.–Ramos-Fernández, A.–Camafleita, E.–Calvo, E.: 2006. Mass spectrometry technologies for proteomics. *Briefings in Functional Genomics*. 4. 4: 295–320.

- Dekker, L. J.–Dalebout, J. C.–Siccama, I.–Jenster, G.–Sillevis Smitt, P. A.–Luider, T. M.:* 2005. A new method to analyze matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight peptide profiling mass spectra. *Rapid Communications in Mass Spectrometry: An International Journal Devoted to the Rapid Dissemination of Up-to-the-Minute Research in Mass Spectrometry.* 19. 7: 865–870.
- Dieckmann, R.–Helmuth, R.–Erhard, M.–Malorny, B.:* 2008. Rapid classification and identification of salmonellae at the species and subspecies levels by whole-cell matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry. *Applied and Environmental Microbiology.* 74. 24: 7767–7778.
- Karas, M.–Hillenkamp, F.:* 1988. Laser desorption ionization of proteins with molecular masses exceeding 10,000 daltons. *Analytical Chemistry.* 60. 20: 2299–2301.
- KSH:* 2018. Főbb növénykultúrák terméseredményei. Központi Statisztikai Hivatal. Statisztikai Tükör.
- Mäkinen, H.–Kaseva, J.–Trnka, M.–Balek, J.–Kersebaum, K. C.–Nendel, C.–Gobin, A.–Olesen, E.–Bindi, M.–Ferrise, E.–Moriondo, M.:* 2018. Sensitivity of European wheat to extreme weather. *Field Crops Research.* 222: 209–217.
- Mirgorodskaya, O. A.–Kozmin, Y. P.–Titov, M. I.–Körner, R.–Sönksen, C. P.–Roepstorff, P.:* 2000. Quantitation of peptides and proteins by matrix-assisted laser desorption/ionization mass spectrometry using ¹⁸O-labeled internal standards. *Rapid Communications in Mass Spectrometry.* 14. 14: 1226–1232.
- Tabb, D. L.–McDonald, W. H.–Yates, J. R.:* 2002. DTASelect and Contrast: tools for assembling and comparing protein identifications from shotgun proteomics. *Journal of Proteome Research.* 1. 1: 21–26.
- Wieser, H.:* 2007. Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiology.* 24. 2: 115–119.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

*Bojté Csilla – Dr. Micsinai Adrienn
WESSLING Hungary Kft.
Budapest
Anonymus u. 6.
H-1045
*bojte.csilla@wessling.hu

Tatárvariné Nagy Nikolett Edit
Hédervári FMG Nonprofit Kft.
Hédervár
Külterület hrsz. 069/2.
H-9178

Dr. Helenkár András
Flextra-Lab Műszerjavító és Kereskedelmi Kft.
Budapest
Jókai u. 26/c.
H-1195

Dr. Tóth Brigitta
Debreceni Egyetem MÉK
Élelmiszertudományi Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032

Dr. Hajósné Dr. Novák Márta
Szent István Egyetem
Növénytudományi Doktori Iskola
Gödöllő
Páter Károly utca 1.
H-2100

Dr. Parádi István
Eötvös Loránd Tudományegyetem
Növényélettani és Molekuláris Növénybiológiai Tanszék
Budapest
Pázmány Péter sétány 1/C.
H-1117

Dr. Szemán-Nagy Gábor – Tálás László
Debreceni Egyetem TTK
Molekuláris Biotechnológiai és Mikrobiológiai Tanszék
Debrecen
Egyetem tér 1.
H-4032

Dr. Nagy János – Bojtor Csaba
Debreceni Egyetem MÉK
Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032

A talaj N-, P- és K-ellátottságának hatása a szója (*Glycine max* L./ Merr.) termésére csernozjom réti talajon III. – Tápelem-koncentráció, tápelem-ellátottsági határértékek a diagnosztikai célú növényanalízishez

IZSÁKI ZOLTÁN

Szent István Egyetem

Öntözési és Vízgazdálkodási Intézet, Szarvas

Összefoglalás

A szója trágyázási szaktanácsadásának fejlesztéséhez kísérleti munkánk egyik célja volt, hogy trágyázási tartamkísérletek vizsgálati eredményeire alapozva a diagnosztikai célú növényanalízis alkalmazásához megbízható tápelemellátottsági határértékeket dolgozzunk ki. 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. A 11 éves szója trágyázási kísérleti ciklus alatt 2003 és 2007 között végeztünk növénydiagnosztikai vizsgálatokat, melynek fontosabb eredményei az alábbiakban foglalhatók össze.

A növekvő adagú N-trágyázás a szója levél magasabb N-koncentrációját eredményezte a szója virágzásának kezdeti fázisában (R1-R2). A jó P-, K és Mg-ellátottságú talajon a N-ellátottság az évek többségében nem befolyásolta a levél P-, K- és Mg-tartalmát. A levél N és Mn-koncentrációja között szoros pozitív összefüggés, míg a N és Zn, valamint a N és Cu között szoros, illetve igen szoros negatív korreláció mutatkozott.

A jó P-ellátottságú talajon csak a túlzott P-ellátottság váltotta ki a levél magasabb P-koncentrációját. A P-Zn és P-Cu antagonizmus az évek többségében kimutatható volt, elsősorban az igen jó, túlzott P-ellátottsági szinteken.

A szója levél K-tartalma a talaj 350 mg/kg ALK_2O ellátottsági szintjéig növekedett megbízhatóan. A levél diagnosztika alapján K-Ca és K-Mg antagonizmus csak az igen jó, túlzott K-ellátottságnál mutatkozott egy-egy évben. Ugyancsak igen jó, túlzott K-ellá-

tottság okozta esetenként a levél Zn- és Cu-tartalmának statisztikailag igazolható csökkenését.

A szója kielégítő tápláltsági állapotát jellemző tápelemellátottsági határértékek a virágzás kezdeti fázisában, levélanalízis alapján: N 2,8–4,5%; P 0,35–0,50%; K 1,7–3,0%; Ca 1,2–2,0%; Mg 0,3–0,7%; S 0,2–0,4%; Fe 100–200 mg/kg; Mn 60–130 mg/kg; Zn 25–60 mg/kg; Cu 4–12 mg/kg; B 20–60 mg/kg és Mo 1,0–5,5 mg/kg.

Kulcsszavak: szója, növényanalízis, tápelem-tartalom, tartamkísérlet

The effect of soil NPK supply on the yield of soybean (*Glycine max* L./ Merr.) on chernozem meadow soil III. – Nutrient concentration, nutrient supply limits for plant analysis for diagnostic purposes

Z. IZSÁKI

Szent István University

Institute of Irrigation and Water Management, Szarvas

Summary

One of the aims of our experimental work to develop the soybean fertilization consultancy system was to develop reliable nutrient limit values for the use of plant analysis for diagnostic purposes based on the results of long-term fertilization experiments. The long-term fertilization experiment was established in 1989 on chernozem meadow soil with deep calcareous layers at four different N-, P-, and K-supply levels, respectively, in a complete treatment combination with 64 treatments. During the 11-year soybean fertilization experimental cycle, we performed plant diagnostic tests between 2003 and 2007, the main results of which can be summarized as follows.

Increasing doses of N fertilization resulted in higher N concentration of soybean leaf in the initial phase of soybean flowering (R1-R2). On soils with good P, K and Mg supply, N supply did not affect the P, K and Mg content of the leaf for most of the years. There was a strong positive correlation between leaf N and Mn concentrations, while there was a strong and very strong negative correlation between N and Zn and N and Cu, respectively.

On soils with adequate P-supply, only excessive P-supply induced higher leaf P-concentrations. Antagonism of P-Zn and P-Cu has been detectable for most of the examined years, primarily at very good or excessive levels of P-supply.

The K content of soybean leaf increased reliably up to the soil ALK_2O supply level of 350 mg kg^{-1} . Based on leaf diagnostics, K-Ca and K-Mg antagonism showed only in the case of very good, excessive K-supply in one of the years. In addition, a very good, excessive K supply sometimes caused a significant decrease in the Zn and Cu content of the leaf.

The nutrient limit values characterizing the satisfactory nutritional status of soybeans in the initial phase of flowering, based on leaf analysis are as follows: N 2.8–4.5%, P 0.35–0.50%, K 1.7–3.0%, Ca 1.2–2.0%, Mg 0.3–0.7%, S 0.2–0.4%, Fe 100–200 mg kg^{-1} , Mn 60–130 mg kg^{-1} , Zn 25–60 mg kg^{-1} , Cu 4–12 mg kg^{-1} , B 20–60 mg kg^{-1} and Mo 1.0–5.5 mg kg^{-1} .

Key words: soybean, plan analysis, nutrient content, long-term experiment

Влияние обеспеченности почвы N-ом, P-ом и K-ем на урожай сои (*Glycine max* L./ Merr.) на чернозёмной луговой почве III. – Концентрация питательных элементов, предельные показатели обеспеченности питательными элементами к анализу растения в диагностических целях

З. ИЖАКИ

Университет им.Св.Иштвана

Институт Орошения и Водохозяйства, Сарваш

Резюме

Для развития профессионального консультирования удобрения сои одной из целей нашей опытной работы было, основываясь на результатах исследований продолжительного опыта удобрения, выработать надёжные предельные величины обеспеченности питательными элементами к применению в диагностических целях анализа растений. Продолжительный опыт искусственных удобрений установили в 1989 году на чернозёмной, в глубине карбонатной, луговой почве, на 4-х уровнях

обеспеченности N, P и K, в полной комбинации доз, с 64 дозами. За 11-летний цикл опытов удобрения сои в период между 2003 и 2007 годами проводили диагностические исследования растения, наиболее важные результаты которого обобщаем ниже.

Растущая доза N удобрения дала в результате более высокую концентрацию N листьев сои в начальной фазе цветения сои (R1-R2). На хорошо обеспеченной P, K и Mg почве обеспеченность N в большинстве лет не повлияла на содержание листом P, K и Mg. Между концентрацией N и Mn листа проявилась тесная позитивная взаимосвязь, а между N и Zn, и между N и Cu проявилась тесная, и очень тесная негативная корреляция.

На хорошо обеспеченной P почве только чрезмерная обеспеченность P вызвала более высокую концентрацию P листа. Антагонизм P-Zn и P-Cu в большинстве лет проявился, в первую очередь на очень хороших, чрезмерных уровнях обеспеченности P-ом.

Содержание листом сои K до уровня обеспеченности почвы 350 mg/kg ALK_2O доказуемо увеличилось. На основе диагностики листа проявился антагонизм K-Ca и K-Mg только на очень хорошей, чрезмерной обеспеченности K в одном году. Также очень хорошая, чрезмерная обеспеченность K-ем причинила в некоторых случаях статистически подтверждаемое уменьшение содержания Zn и Cu листа.

Предельные величины характеризующие удовлетворительное состояния обеспеченности сои питательными элементами в начальной фазе цветения на основании анализа листа: N 2,8–4,5%; P 0,35–0,50%; K 1,7–3,0%; Ca 1,2–2,0%; Mg 0,3–0,7%; S 0,2–0,4%; Fe 100–200 mg/kg; Mn 60–130 mg/kg; Zn 25–60 mg/kg; Cu 4–12 mg/kg; B 20–60 mg/kg и Mo 1,0–5,5 mg/kg.

Ключевые слова: соя, анализ растения, содержание питательных элементов, продолжительный опыт

Bevezetés

A hazai trágyázási szaktanácsadási rendszer talajvizsgálatokra és előzetesen végzett növényvizsgálatokra alapozódik. Az előzetesen végzett növényvizsgálatokkal határozta meg az agrokémiai kutatás a növények fő- és melléktermésének tápelem-felvételét, az egységnyi főtermékre eső fajlagos tápelem-igényt. Egy növény trágyaigényét bármilyen egzaktan kidolgozott, jól kalibrált mód-

szerrel határozzuk is meg előfordulhat, hogy a tenyészidő alatt valamely tápelem abszolút vagy relatív hiánya, illetve túlsúlya terméscsökkenést vagy minőségromlást okozhat. Mindez arra vezethető vissza, hogy az alkalmazott trágyaszükséglet becslési módszer nem képes figyelembe venni a tenyészidő alatt a talaj változó tápanyag-szolgáltatását, valamint a tápelemek kölcsönhatásának, a növény aktív szerepének és az időjárás változásainak befolyását a növény tápelem-felvételére. A növény növekedése, terméshozama és minősége az ásványi elemek koncentrációjának is függvénye, melyet meghatározott növényi szervek a fejlődés egyes stádiumaiban tükröznek. Egy-egy növényi szerv ásványi összetétele kifejezi mindazon tényezők befolyását, amelyek a fejlődés adott időpontjáig hatottak a növény tápelem-felvételére (Bergmann és Neubert 1976, Lemaire 1997, Smith és Lonergan 1997). Ezért a korszerű trágyázási szaknácásadási rendszer a talajvizsgálatok mellett nem nélkülözheti a tenyészidő alatti diagnosztikai célú növényanalízist. A diagnosztikai célú növényanalízis alkalmazásának elméleti alapját az adja, hogy valamely tápelem felvehető mennyiségének változása a talajban befolyással van a növénybe épült tápelemek mennyiségére, azok koncentrációjára. Bár a tenyészidőben végzett növényanalízis trágyaadag meghatározására nem alkalmas, de felhasználható a növénytáplálás számos területén: a növény tápláltsági állapotának megállapítására; talajvizsgálatok, tápanyag-ellátottság és trágyázási gyakorlat ellenőrzésére; tápelemek közötti kölcsönhatások kimutatására; rejtett táplálkozási zavarok felderítésére, látható hiány- vagy túlsúlytünet azonosítására; fejlődési rendellenességek okainak feltárására; terméshozam és minőség előrejelzésére (Kádár 1992, Izsáki 2000, 2015).

A szója növényanalízis idejének megválasztásánál érvényesülnek az általános szempontok, mint: a mintázandó fiatal növényi részben a tápelem-koncentráció legyen magas; a tápelem-ellátottságban mutatkozó különbségek minél élesebben fejeződjenek ki a növény tápelem-tartalmában és a tápelemek arányában; a növekedést és a tápelem-tartalmat illetően viszonylagos nyugalmi állapotban legyen a növény; a szárazanyag-felhalmozást és a tápelem-felvételt figyelembe véve a diagnózis után még legyen elegendő idő – a fő tápelem-felvételi periódus előtt – az esetleges tápelem-hiány pótlására. Mindezek alapján a szója növényanalízisének leggyakrabban javasolt ideje a vegetatív fejlődés vége, a virágzás kezdete. E fejlődési fázisig kedvező terméshozamú (3,6–5,5 t/ha) éveken az összes szárazanyagának 13–14% halmozódik fel és a növénybe épül a N-nek és a P-nak 13–14%-a, míg a K-nak 18–26%-a (Gaspar et al.

2017). Alacsonyabb termésszinten saját vizsgálataink szerint a szárazanyag-felhalmozás ekkor 17% volt és a N-, P- és K-felvétel pedig 25–27–29%. Az intenzív szárazanyag-felhalmozás és tápelem-felvétel a virágzást követően kezdődik el, amit a vegetatív növényi részek jelentős tápelem-koncentráció hígulása kísér. Mintavételre a legfelső, fiatal, éppen teljesen kifejlett levél a legmegfelelőbb (Elek és Kádár 1980).

A szója levélanalízisének első standard optimum határértékeit Jones (1967) publikálta az USA-ban, amit Small és Ohlrogge (1973) fejlesztettek tovább. Ezeket a tápelem-ellátottsági határértékeket vette át Bergmann és Neubert (1976), majd Elek és Kádár (1980) a szója tápláltsági állapotának megítéléséhez. Közel hasonló tápelem-koncentráció értéket közöl Mengle (2008) is. A növényana-lízis témában az egyik legjelentősebb összegző mű Reuter és Robinson (1997) szerkesztésében megjelent „*Plant analysis an interpretation manuel*” c. könyv, melynek szójára vonatkozó eredményeit az 1. táblázat tartalmazza, más fontosabb forrásmunkák adataival együtt. A kielégítő tápelem-ellátottsági határérté-ken azt a tápelem-koncentráció intervallumot értjük, amely a növény adott fej-lődési fázisában kifejezi az optimális tápláltsági állapotot.

A kielégítő tápelem-koncentráció alsó értékének meghatározásához ismer-ni kell azt a kritikus értéket (határkoncentrációt), ahol a tápelemhiány (kriti-kus hiány) csak enyhe, rejtett, azaz külső szimptomái a növényen nincsenek és a terméssmaximumhoz képest a termés csökkenés 5–10%. Sabbe et al. (2000) a szója virágzásának fázisára a következő kritikus értékeket adták meg: P 0,30%; K 1,50%; Mn 17 mg/kg és Zn 21 mg/kg. Mallarino (2016) a szója R2-R3 fejlő-dési fázisára a P kritikus koncentrációját 0,35–0,42%-ban, még a K-ét 1,56–1,99%-ban határozta meg. Ugyancsak a virágzás fázisára közölnek kritikus és magas (maximális) koncentráció értékeket Reuter és Robinson (1997), vala-mint Yin és Vyn (2002), melynek adatait a 2. táblázat tartalmazza. A magas tápelem-koncentráció alatt az értendő, hogy a kielégítő koncentrációnál ma-gasabb, de még toxikus hatást nem vált ki.

Az előzőekben közölt adatok arról tanúskodnak, hogy mind a kielégítő táp-elem-ellátottsági határértékekben, mind a kritikus és magas koncentrációk-ban, a forrásmunkáktól függően vannak eltérések. Felvetődik a kérdés, hogy a kielégítő tápláltsági állapot jellemzésére milyen tápelem-koncentráció határ-értéket alkalmazzunk, adaptáljunk a hazai trágyázási szaktanácsadás számára. Megbízható tápelem-ellátottsági határértéket (hiányos, kielégítő, túlzott) meg-határozni csak olyan trágyázási kísérletek alapján lehet, amelyek eltérő talaj

tápelem-ellátottságra, nagyszámú trágyázási kezelés-kombinációra épülnek, több évjáratra kiterjednek és széleskörű tápelem-vizsgálatokkal alapját képezik egy nagy adattömegű adatbázis kialakításának. Ennek metodikáját és eredményeit több növény vonatkozásában már közzétettük (*Izsáki* 2000, 2009, 2014, 2015, 2017).

1. táblázat. A szója kielégítő tápelem-ellátottsági határértékei a virágzás fázisában (R1-R2) a fontosabb forrásmunkák alapján (növényi rész: fiatal, teljesen kifejlett levél)

Tápelemek (1)	Kielégítő tápelem-koncentráció (2)		
	<i>Small és Ohlrogge</i> (1973)	<i>Reuter és Robinson</i> (1997)	<i>Sabbe et al.</i> (2000)
N (%)	4,5–5,50	4,20–5,50	3,25–5,00
P (%)	0,26–0,50	0,30–0,50	0,30–0,60
K (%)	1,71–2,50	1,70–3,20	1,50–2,25
Ca (%)	0,36–2,00	0,40–2,00	0,80–1,40
Mg (%)	0,26–1,00	0,25–0,80	0,25–0,70
S (%)	0,25–0,40	0,20–0,40	0,25–0,60
Fe (mg/kg)	51–350	51–350	25–300
Mn (mg/kg)	21–100	30–100	17–100
Zn (mg/kg)	21–50	25–80	21–80
Cu (mg/kg)	10–30	6–30	4–30
B (mg/kg)	21–55	21–60	20–60
Mo (mg/kg)	1–5	0,5–5,5	-

Table 1. Sufficient nutrient concentrations limit values of soybean at flowering (R1-R2) based on more significant literatures (plant part: youngest, fully expanded leaf). (1) Nutrients, (2) Sufficiency range of nutrient concentrations

A szója diagnosztikai célú növényanalízisének gyakorlati alkalmazásához hazai kutatási eredményekre épülő tápelem-ellátottsági határértékeket még nem munkált ki az agrokémiai kutatás. Jelen dolgozat célja, hogy a szójával végzett trágyázási tartamkísérletek vizsgálati eredményeire alapozva a diagnosztikai célú növényanalízis alkalmazásához megbízható tápelem-ellátottsági határértékeket tegyünk közzé a trágyázási szaktanácsadás fejlesztéséhez. E dolgozat eredményei szervesen épülnek előző közleményeinkre (*Izsáki* 2018,

2020), melyek a szója tápanyag-ellátása, a termés hozam és minőség kérdéseivel foglalkoznak.

2. táblázat. A szója kritikus és magas tápelem-koncentráció határértékei a virágzás fázisában (R1-R2) a fontosabb forrásmunkák alapján (növényi rész: fiatal, teljesen kifejlett levél)

Tápelemek (1)	Kritikus koncentráció (2)		Magas koncentráció (3)	
	<i>Reuter és Robinson</i> (1997)	<i>Yin és Vyn</i> (2002)	<i>Reuter és Robinson</i> (1997)	<i>Yin és Vyn</i> (2002)
	N (%)	4,2	4,0	6,0-7,0
P (%)	0,29-0,27	0,35	0,6-0,7	0,5
K (%)	1,2-1,7	2,0	3,0-4,0	3,0
Ca (%)	0,35	-	2,5-3,0	3,0
Mg (%)	0,19	0,10	1,0-1,2	1,0
S (%)	0,21-0,23	-	0,40<	-
Fe (mg/kg)	51-350	-	-	-
Mn (mg/kg)	13-17	14	150-250	100
Zn (mg/kg)	21-26	12	51-75	80
Cu (mg/kg)	4	4	30-50	30
B (mg/kg)	21-60	20	80-200	55
Mo (mg/kg)	0,5-5,5	0,5	10	5

Table 2. Critical (deficiency) and high nutrient concentrations of soybean at flowering (R1-R2) based on more significant literatures (plant part: youngest, fully expanded leaf). (1) Nutrients, (2) Critical concentration, (3) High concentration

Anyag és módszer

A műtrágyázási tartamkísérletet a jogelőd intézmény (Debreceni Agrártudományi Egyetem Mezőgazdasági Víz- és Környezetgazdálkodási Kar) Növénytermesztési Tanszéke 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 pH_{KCl}-ja 5,0–5,2; humusztartalma 2,8–3,2%; CaCO₃-ot nem tartalmaz, kötöttsége (K_A) 50, agyagtartalma 32%.

A kísérlet beállítása előtt 1989 őszén az AL-P₂O₅ 156 mg/kg, az AL-K₂O 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 által elfogadott módszerek és határértékek (Buzás *et al.* 1979) alapján a talaj ellátottsága N-ből közepes-jó, P-ből, K-ből, Cu-ből és Zn-ből jó, Mg-ből és Mn-ből igen jó ellátottságot mutatott. 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 (4³), azaz 64 kezeléssel, kétszeresen osztott parcellás elrendezésben, három ismétlésben. A három valódi ismétlésen belül a N-trágyázási kezelések 48, a P-trágyázási kezelések 16 belső ismétléssel szerepeltek.

A kísérlet tényezői és kezelése:

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

K₀=K-trágyázás nélkül,

K₁=300 kg/ha/év K₂O 1989-1992 között, 100 kg/ha/év 1993-tól,

K₂=600 kg/ha K₂O 1989-ben, 1000 kg/ha 1993-ban és 600 kg/ha 2001-ben,

K₃=1200 kg/ha K₂O 1989-ben, 1500 kg/ha 1993-ban és 1200 kg/ha 2001-ben.

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

P₀=P-trágyázás nélkül,

P₁=100 kg/ha/év P₂O₅,

P₂=500 kg/ha P₂O₅ 1989-ben, 1993-ban és 2001-ben,

P₃=1000 kg/ha P₂O₅ 1989-ben, 1993-ban és 2001-ben.

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

N₀=N-trágyázás nélkül,

N₁=80 kg N/ha/év,

N₂=160 kg N/ha/év,

N₃=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%), míg a foszfort szuperfoszfát (18%) és a káliumot kálisó (40 vagy 60%) formájában alaptrágyaként juttattuk

ki. A gyakorlattól eltérő, túlzott adagú N-trágyázást növényélettani összefüggések vizsgálata céljából alkalmaztunk. A kísérletben évente négy növény szerepelt kiterített vetésforgóban, 4×192 db parcellán, ahol a főparcellák területe 320 m^2 , az elsőrendű alparcellák területe 80 m^2 és a másodrendű alparcellák mérete $4 \times 5 = 20 \text{ m}^2$ volt.

A 11 éves szója trágyázási kísérleti ciklus alatt 2003 és 2007 között végeztünk növénydiagnosztikai vizsgálatokat. Ezen években a szója előveteménye kukorica (*Zea mays* L.) volt. A kísérlet minden évben szántásos alapművelésben részesült. A vetést április 3. dekádjában végeztük 50 cm -es sortávolságra, 500 ezer csíra/ha vetőmag-normával, Borostyán korai érésű szója fajtával. A betakarítást parcella kombájnnal végeztük, évjárattól függően augusztus 3., vagy szeptember 1. dekádjában.

A kísérleti hely időjárásának adatait és az évenként végzett talajvizsgálatok eredményeit az előző közlemények (Izsáki 2018, 2020) részletesen tartalmazzák. Ezek közül csak a talaj tápelem-ellátottságát jellemző adatokat érdemes kiemelni. A talaj művelt rétegének $\text{AL-P}_2\text{O}_5$ tartalma az öt év alatt P-trágyázás nélkül $128\text{--}150 \text{ mg/kg}$, míg a P-trágyázásban részesült kezeléseknél $183\text{--}362 \text{ mg/kg}$ között változott. A K-ellátottság K-trágyázás nélkül $199\text{--}215 \text{ mg/kg}$, míg K-trágyázás mellett $301\text{--}465 \text{ mg/kg}$ AL- K_2O között alakult. Tehát mind a P-, és mind a K-ellátottság széles ellátottsági szintet képviselt. A további részletes adatközléstől eltekintünk, mert a jelenlegi kísérleti eredmények ismertetéséhez közvetlenül kevésbé kapcsolódnak.

Növényanalízis céljára a 64 trágyázási kezelés minden parcellájáról $30\text{--}30$ darab fiatal, kifejlett levelet szedtünk egy-egy mintába. A mintavételt a szója virágzásának kezdeti fázisában (R1-R2) végeztük. A növényminták szárított és ledarált mintáiból a következő tápelemeket vizsgáltuk: N, P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn és Cu. A minták kénsavas, majd hidrogén-peroxidos roncsolása után a nitrogént és foszfort fotometrián, a káliumot és a nátriumot lángfotométerrel [MSZ-08-1783-6 (1983), MSZ-08-1783-28-29 (1985)] határoztuk meg. A Ca-, Mg-, Fe-, Mn-, Zn- és Cu-tartalmat sósavas (2 M HCl) hidrolízis után atomabszorpció (AAS) készülékkel vizsgáltuk az MSZ-08-1783-26-34 (1985) szabvány szerint. A szója tápelem-koncentráció értékei szárazanyagra vonatkoznak. A kísérleti adatokat variancia-analízissel értékeltük Sváb (1981) szerint.

A szója tápelem-ellátottsági határértékének megállapításához a szárazanyagban megadott magtermést és a levél tápelem-koncentráció értékeit, valamint a fontosabb tápelem-arányokat koordináta rendszerben grafikusán ábrázoltuk,

és a ponthalmazt burkoló görbével határoltuk. A kielégítő tápelem-ellátottság tápelem-koncentráció határértékét a szója maximális magtermésének 90–95%-os szintjére határoztuk meg.

Eredmények

A szója tápelem-ellátottsági határértékeinek kimunkálásához először vizsgáltuk a N-, P- és K-ellátottság hatását a szója levél tápelem-tartalmára és a tápelemek közötti kölcsönhatásokra.

N-hatás

A N-trágyázás hatása a szójalevél tápelem-tartalmára a virágzás kezdetén a 3. táblázat adatai alapján értékelhető.

N-trágyázás nélkül az évek többségében a levél N-koncentrációja 2,5–3,0% között változott, kivéve egy évet, amikor a N% 3,57 volt. A N-trágyázás növekvő adagja fokozatosan növelte a levél N-tartalmát. A levél P-tartalmát a N-trágyázás érdemben nem befolyásolta, csak egy évben tapasztaltunk kismértékű, de szignifikáns P-koncentráció csökkenést a jobb N-ellátás hatásaként. A jó K-ellátottságú talajon a szója túlzott N-trágyázása (160, 240 kg/ha) két évben váltott ki szignifikáns K-tartalom csökkenést. A levél Ca-tartalmát az évek többségében a N-trágyázás nem módosította, csak egy évben nőtt a Ca-koncentráció a nagy adagú (160, 240 kg/ha) N-trágyázás eredményeként, amit a levél K-tartalmának a csökkenése kísért. A jobb N-ellátás két évben okozott kismértékű, de megbízható Mg-koncentráció emelkedést. A N-ellátás magasabb szintje két évben járt együtt a levél Fe-tartalmának növekedésével. Szoros pozitív ($r=0,70$) összefüggést tapasztaltunk minden évben a levél N- és Mn-koncentrációja között a jobb N-ellátás következményeként. Szoros negatív ($r=-0,71$) kapcsolat mutatkozott az évek többségében a levél N- és Zn- tartalma között. Hasonló negatív ($r=-0,99$) korreláció érvényesült minden évben a jobb N-ellátás hatásaként a levél N- és Cu-koncentrációja között.

P-hatás

A P-ellátottság hatása a szója levél tápelem-tartalmára a virágzás kezdetének fázisában a 4. táblázat eredményei alapján tekinthető át. Itt csak azok a tápelem-adatok vannak feltüntetve, amelyeknél szignifikáns hatások érvényesültek.

3. táblázat. A N-ellátottság hatása a szója levél tápelem-tartalmára a virágzás kezdetén
(Szarvas, 2003–2007)

N-adag (kg/ha) (1)	Tápelem (2)									
	N	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
	(%)					(mg/kg)				
	2003									
0	3,03	0,41	1,30	0,03	1,49	0,62	185	79	56	7,5
80	3,99	0,36	1,30	0,03	1,42	0,68	199	84	36	6,0
160	4,27	0,35	1,30	0,03	1,46	0,69	197	94	32	5,4
240	4,40	0,35	1,30	0,03	1,44	0,69	203	109	32	5,2
SzD _{5%} (3)	0,24	0,03	NS	NS	NS	0,06	12	8	4	0,3
Átlag (4)	3,92	0,37	1,30	0,03	1,45	0,67	196	92	39	6,0
	2004									
0	2,48	0,45	2,07	0,07	1,79	0,55	130	74	54	8,3
80	2,85	0,45	2,13	0,07	1,80	0,59	129	76	44	7,5
160	3,09	0,43	2,17	0,08	1,71	0,58	127	90	42	7,0
240	3,13	0,43	2,09	0,08	1,71	0,59	139	103	40	7,0
SzD _{5%} (3)	0,21	NS	NS	NS	NS	NS	NS	10	4	0,5
Átlag (4)	2,89	0,44	2,12	0,08	1,75	0,58	131	86	45	7,5
	2005									
0	2,63	0,43	2,05	0,07	1,38	0,48	106	80	45	8,2
80	2,94	0,38	2,03	0,07	1,35	0,49	108	80	35	7,1
160	3,09	0,39	2,02	0,07	1,33	0,49	111	89	36	7,5
240	3,54	0,41	2,10	0,06	1,29	0,50	113	104	35	7,0
SzD _{5%} (3)	0,18	NS	NS	NS	NS	NS	NS	9	4	0,5
Átlag (4)	3,05	0,40	2,05	0,07	1,34	0,49	110	88	38	7,5

A 3. táblázat folytatása a következő oldalon...

... a 3. táblázat folytatása

N-adag (kg/ha) (1)	Tápelem (2)									
	N	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
	(%)					(mg/kg)				
	2006									
0	3,57	0,38	2,61	0,09	1,44	0,41	172	81	47	8,4
80	3,69	0,38	2,51	0,11	1,53	0,42	168	90	49	8,5
160	3,82	0,37	2,46	0,12	1,59	0,45	173	103	49	8,6
240	3,95	0,37	2,38	0,10	1,57	0,46	169	116	49	8,6
SzD _{5%} (3)	0,20	NS	0,12	NS	0,10	NS	NS	9	NS	NS
Átlag (4)	3,76	0,38	2,49	0,11	1,53	0,44	171	98	49	8,5
	2007									
0	2,90	0,35	2,19	0,03	1,59	0,59	172	72	54	11,1
80	3,62	0,36	2,09	0,03	1,61	0,64	170	80	52	10,7
160	4,09	0,36	1,93	0,03	1,62	0,66	192	93	52	10,4
240	4,41	0,36	1,81	0,03	1,63	0,68	178	109	51	10,3
SzD _{5%} (3)	0,23	NS	0,14	NS	NS	0,05	15	9	NS	0,6
Átlag (4)	3,76	0,36	2,01	0,03	1,61	0,64	178	89	52	10,6

Table 3. Effect of N supply level on the nutrient content of soybean leaves at the beginning of flowering (Szarvas, 2003–2007). (1) N doses kg ha⁻¹, (2) Nutrient, (3) LSD_{5%}, (4) Average

P-trágyázás nélkül a művelt talajréteg AL-P₂O₅ tartalma az öt év alatt 128–150 mg/kg között változott. Ezen ellátottság a tartamkísérlet 14. és 18. éve között még a jó P-ellátottsági szintnek megfelelő volt. Így érthető, hogy a szója levél P-tartalma csak az igen jó (túlzott) P-ellátottságú kezelésekben, ahol az AL-P₂O₅ 282–362 mg/kg volt, növekedett szignifikánsan három kísérleti évben. A jobb P-ellátottság egy évben megbízhatóan növelte a levél Ca-, míg csökkentette a Fe-koncentrációját. A levél Mn-tartalmának változása nem volt konzekvens, mert az igen jó P-ellátottság egy évben növelte, a másik évben szignifikánsan csökkentette a Mn-tartalmat.

A P-Zn antagonizmus az évek többségében kimutatható volt, elsősorban az igen jó (túlzott) P-ellátottsági szinten. A jobb P-ellátottság három kísérleti évben a levél Cu-koncentrációjának statisztikailag igazolható csökkenését váltotta ki.

4. táblázat. A P-ellátottság hatása a szója levél tápelem-tartalmára a virágzás kezdetén
(Szarvas, 2003–2007)

Kezelés jele (1)	Tápelem (2)					
	P	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu
	(%)		(mg/kg)			
2003						
P ₀	0,36	1,38	197	90	44	6,9
P ₁	0,36	1,62	195	92	39	6,1
P ₂	0,35	1,46	196	93	36	5,8
P ₃	0,37	1,37	197	90	35	5,3
SzD _{5%} (3)	NS	0,18	NS	NS	5	0,4
Átlag (4)	0,36	1,46	196	91	39	6,0
2004						
P ₀	0,41	1,67	125	81	48	8,1
P ₁	0,44	1,85	135	84	45	7,4
P ₂	0,43	1,77	131	88	44	7,3
P ₃	0,46	1,74	137	89	42	7,0
SzD _{5%} (3)	0,04	NS	NS	7	5	0,4
Átlag (4)	0,44	1,76	1,32	86	45	7,5
2005						
P ₀	0,38	1,30	112	87	38	7,1
P ₁	0,41	1,34	110	86	39	7,0
P ₂	0,41	1,36	111	91	41	7,8
P ₃	0,42	1,34	108	89	33	8,0
SzD _{5%} (3)	0,04	NS	NS	NS	4	NS
Átlag (4)	0,41	1,34	110	88	38	7,5
2006						
P ₀	0,34	1,52	170	96	50	9,2
P ₁	0,39	1,59	173	99	51	8,3
P ₂	0,37	1,47	172	97	48	8,2
P ₃	0,41	1,55	167	97	45	8,3
SzD _{5%} (3)	0,04	NS	NS	NS	5	0,6
Átlag (4)	0,38	1,53	171	97	49	8,5

A 4. táblázat folytatása a következő oldalon...

... a 4. táblázat folytatása

Kezelés jele (1)	Tápelem (2)					
	P	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu
	(%)		(mg/kg)			
	2007					
P ₀	0,34	1,65	190	90	53	10,9
P ₁	0,36	1,62	174	95	52	10,2
P ₂	0,36	1,57	167	88	52	10,5
P ₃	0,37	1,61	175	81	51	10,7
SzD _{5%} (3)	NS	NS	12	8	NS	NS
Átlag (4)	0,36	1,61	177	89	52	10,6

Table 4. Effect of P supply level on the nutrient content of soybean leaves at the beginning of flowering (Szarvas, 2003–2007). (1) Treatments, (2) Nutrient, (3) LSD_{5%}, (4) Average

K-hatás

A K-ellátottság hatása a szója levél tápelem-tartalmára a virágzás kezdetének fázisában az 5. táblázat adatai alapján értékelhető. A táblázatban csak azok a tápelem-koncentráció értékek szerepelnek, amelyeknél szignifikáns hatások érvényesültek.

K-trágyázás nélkül a művelt talajréteg AL-K₂O tartalma az öt év alatt 199–215 mg/kg között változott. Ez a K-ellátottsági tartomány a tartamkísérlet 14. és 18. éve között közepes ellátottsági szintet jelentett. A kontrollhoz (K₀) viszonyítva a jobb K-ellátottság a szója levél K-tartalmát szignifikánsan növelte. Azonban a K₁ szintnél (320–347 mg/kg AL K₂O) magasabb K-ellátottság már a levél K-koncentrációját tovább megbízhatóan nem gyarapította. Az öt kísérleti évből két évben tapasztaltuk a K-Ca antagonizmust, amikor a levél magasabb K-tartalma csökkenő Ca-tartalommal párosult. Ez a tendencia érvényesült a levél Mg-koncentrációja esetében is. Az évek többségében az igen jó, túlzott K-ellátottság (350 mg/kg AL K₂O felett) okozott megbízható Fe-tartalom csökkenést. A K-ellátottság az évek többségében nem volt hatással a levél Mn-tartalmára. A magasabb szintű K-ellátottság két esetben váltott ki kismértékű, de szignifikáns Zn-koncentráció csökkenést. Az igen jó, túlzott K-ellátottság az évek többségében a levél Cu-tartalmának statisztikailag igazolható csökkenését okozta.

5. táblázat. A K-ellátottság hatása a szója levél tápelem-tartalmára a virágzás kezdetén
(Szarvas, 2003–2007)

Kezelés jele (1)	Tápelem (2)						
	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
	(%)			(mg/kg)			
2003							
K ₀	1,20	1,50	0,71	211	92	40	6,0
K ₁	1,34	1,35	0,64	219	86	36	6,0
K ₂	1,35	1,44	0,69	179	89	39	6,3
K ₃	1,31	1,32	0,65	175	99	39	5,8
SzD _{5%} (3)	0,10	0,14	0,06	16	NS	NS	NS
Átlag (4)	1,30	1,40	0,67	196	92	39	6,0
2004							
K ₀	1,87	1,88	0,60	137	82	42	7,8
K ₁	2,16	1,78	0,57	142	87	41	7,3
K ₂	2,24	1,65	0,55	122	83	48	7,4
K ₃	2,17	1,71	0,59	124	91	48	7,2
SzD _{5%} (3)	0,14	0,10	NS	12	NS	NS	0,4
Átlag (4)	2,11	1,76	0,58	131	86	45	7,4
2005							
K ₀	1,87	1,38	0,49	112	87	40	9,3
K ₁	2,16	1,33	0,45	110	93	37	8,0
K ₂	2,24	1,31	0,50	109	88	37	6,5
K ₃	2,17	1,32	0,53	108	86	37	6,1
SzD _{5%} (3)	0,14	NS	NS	NS	NS	NS	0,5
Átlag (4)	2,11	1,34	0,49	110	89	38	7,5
2006							
K ₀	2,07	1,57	0,51	192	106	53	8,9
K ₁	2,58	1,54	0,49	194	108	49	8,8
K ₂	2,55	1,50	0,37	147	88	48	8,5
K ₃	2,75	1,52	0,37	149	88	45	7,8
SzD _{5%} (3)	0,19	NS	0,06	15	14	4	0,5
Átlag (4)	2,49	1,53	0,44	171	98	49	8,5

Az 5. táblázat folytatása a következő oldalon...

... az 5. táblázat folytatása

Kezelés jele (1)	Tápelem (2)						
	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
	(%)			(mg/kg)			
	2007						
K ₀	1,72	1,67	0,70	185	87	55	11,6
K ₁	2,09	1,45	0,58	179	82	53	11,1
K ₂	2,05	1,73	0,67	181	94	51	10,2
K ₃	2,15	1,59	0,63	168	91	48	9,5
SzD _{5%} (3)	0,14	NS	NS	14	NS	5	0,7
Átlag (4)	2,00	1,61	0,65	178	89	52	10,6

Table 5. Effect of K supply level on the nutrient content of soybean leaves at the beginning of flowering (Szarvas, 2003–2007). (1) Treatments, (2) Nutrient, (3) LSD_{5%}, (4) Average

Tápelem-ellátottsági határértékek meghatározása

Kísérleti eredményeink igazolták, hogy a talaj N-, P- és K-ellátottsága befolyással van a szója termés hozamára és a levél tápelem-tartalmára. Tápelem-ellátottsági határértékek meghatározása a növényi rész tápelem-tartalma és a termés hozam közötti összefüggésre alapozottan lehetséges. Ezen összefüggések vizsgálata alapján állapítottuk meg a szója tápláltsági állapotát jellemző tápelem-koncentráció és tápelem-arány határértékeket a következők szerint. A termés hozam és a levél tápelem-koncentráció és tápelem-arány értékeit – tápelemenként, tápelem-arányonként külön-külön – koordináta rendszerben grafikusán ábrázoltuk, és a 320 adatpárból álló ponthalmazt burkoló görbével határoztuk. A burkoló görbe a N esetben (1. ábra) egy másodfokú polinommal jellemezhető ($y = -3402x^2 + 2,4191x - 1,0103$; $R^2 = 0,8989$). A burkoló görbe mentén elhelyezkedő értékek azt az esetet reprezentálják, amikor a termést befolyásoló tényezők optimumban vannak és a hozamot csak az adott tápelem koncentrációja befolyásolja. A burkoló görbe alatt elhelyezkedő értékek esetében egyes termés-meghatározó tényezők nincsenek optimumban, és a termésszint nemcsak az adott tápelem koncentrációjától függ. Ilyen esetben egy tápelem-koncentráció értékhez különböző termés hozamok köthetnek. Minél nagyobb termésszintre határozzuk meg a tápelem-ellátottsági optimumot annál szűkebb a tápelem-koncentráció intervalluma. A kielégítő tápelem-ellátottság táp-

elem-koncentráció határértékét a szója maximális magtermésének 90–95%-os szintjére határoztuk meg. A kielégítő tápelem-ellátottságot jellemző tápelem-arányokat az előzőekben leírt módszerrel dolgoztuk ki. Terjedelmi okok miatt a mintegy 40 ábra közül csak egyet (1. ábra) mutatunk be példaként a tápelem-ellátottsági határértékek meghatározásának szemléltetésére.

1. ábra. Összefüggés a szójalevél N-tartalma és a termés hozam között (Szarvas, 2003–2007)

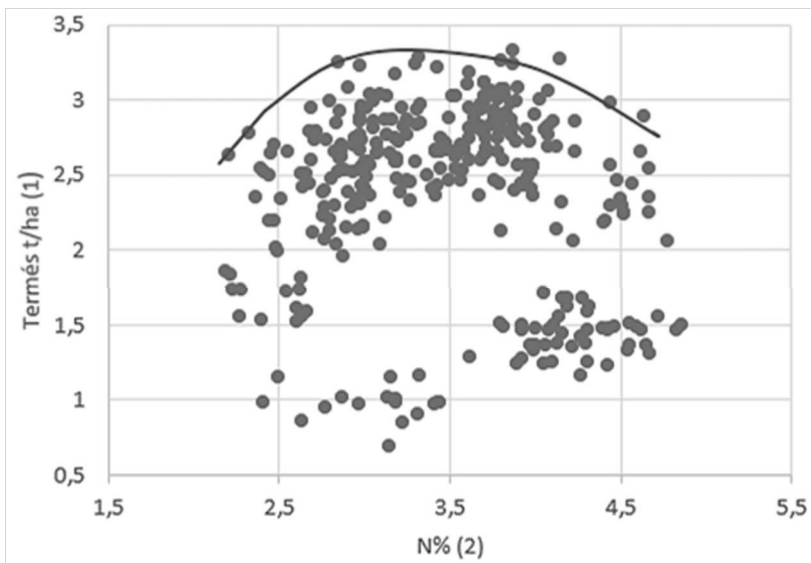


Figure 1. Relationship between the N content of soybean leaves and the yield (Szarvas, 2003–2007). (1) Yield (t ha⁻¹), (2) N%

A szója tápláltsági állapotát jellemző tápelem-ellátottsági határértékeket és arányokat a virágzás kezdeti fázisára (R1-R2) vonatkozóan a 6–7. táblázatok tartalmazzák. Az ötéves tartamkísérleti vizsgálati eredményeinket összehasonlítva a mértékadó legfontosabb nemzetközi adatokkal (1. táblázat) – melyek a szója kielégítő tápelem-ellátottságát jellemző határértékek a virágzás kezdeti fázisában –, a következők állapíthatók meg. A kielégítő N-ellátottság alsó értéke vizsgálataink szerint 2,8%, mely N-tápláltsági szinten a 3,0–3,5 t/ha-os termés elérhető. Közel hasonló értéket közölnek Sabbe *et al.* (2000) az amerikai szójaövezetre vonatkozóan, ahol a 4–6 t/ha-os termésszintek gyakoriak.

6. táblázat. Tápelem-ellátottsági határértékek a szója tápláltsági állapotának megítéléséhez a virágzás kezdeti fázisában (R1-R2)
(növényi rész: fiatal, teljesen kifejlett levél)
(Szarvas, 2003–2007)

Tápelemek (1)	Alacsony (2)	Kielégítő (3)	Magas (4)	Magas nemzetközi adatok szerint (5)
N (%)	<2,7	2,8–4,5	4,6<	6,0–7,0
P (%)	<0,34	0,35–0,50	0,51<	0,5–0,7
K (%)	<1,6	1,7–3,0	3,1<	3,0–4,0
Ca (%)	<1,1	1,2–2,0	2,1<	2,5–3,0
Mg (%)	<0,2	0,3–0,7	0,8<	1,0–1,2
Fe (mg/kg)	<99	100–200	201<	-
Mn (mg/kg)	<59	60–130	131<	100–150
Zn (mg/kg)	<24	25–60	61<	51–80
Cu (mg/kg)	<3	4–12	13<	30–50
*S (%)	0,19	0,20–0,40	-	0,41<
*B (mg/kg)	19	20–60	-	55–200
*Mo (mg/kg)	0,9	1,0–5,5	-	5–10

Megjegyzés: *nemzetközi adatok.

Table 6. Nutrient concentration limit values of soybean at the beginning of flowering for interpretation its nutritional status (R1-R2) (plant part: youngest, fully expanded leaf). (1) Nutrients, (2) Low, (3) Sufficient, (4) High, (5) High based on international literatures, Note: *international data.

A többi tápelem vonatkozásában kísérleteink alapján meghatározott határértékek jó egyezőséget mutatnak a nemzetközi adatokkal. Így a szója trágyázási szaktanácsadásában, a diagnosztikai célú növényanalízis alkalmazásakor a hazai viszonyokra kimunkált határértékeink nagy biztonsággal használhatók a szója tápláltsági állapotának megítéléséhez.

7. táblázat. *Kielégítő tápelem-arány határértékek a szója tápláltsági állapotának megítéléséhez a virágzás kezdeti fázisában (R1-R2)*
(növényi rész: fiatal, teljesen kifejlett levél)
(Szarvas, 2003–2007)

Tápelem-arányok (1)	Kielégítő (2)	Tápelem-arányok (1)	Kielégítő (2)
N/P	6–12	P/Cu	300–800
N/K	1–2	K/P	4–8
N/Ca	1,5–3,0	K/Ca	1–2
N/Mg	4–11	K/Mg	3–8
N/Fe	150–300	K/Fe	80–230
N/Mn	250–500	K/Mn	150–400
N/Zn	500–1000	K/Zn	300–800
N/Cu	3000–7000	K/Cu	1500–4500
P/Ca	0,2–0,3	Ca/Mg	2–5
P/Mg	0,5–1,2	Mg/Cu	400–1000
P/Fe	15–40	Fe/Mn	1–3
P/Mn	30–65	Fe/Cu	10–30
P/Zn	50–130	Mn/Zn	1–4

Table 7. Nutrient ratio limit values of soybean at the beginning of flowering for interpretation its nutritional status (R1-R2) (plant part: youngest, fully expanded leaf). (1) Nutrient ratios, (2) Sufficient

Irodalom

- Bergmann, W.–Neubert, P.: 1976. Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. VEB Gustav Fisher Verlag. Jena.
- Buzás I.–Fekete A.–Buzás I.-né–Csengeri P.-né–Kovács Á.-né (szerk.): 1979. Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer. I. és II. rész. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Budapest.
- Elek É.–Kádár I.: 1980. Álló kultúrák és szántóföldi növények mintavételi módszere. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Budapest.
- Gaspar, A. P.–Laboski, C. A. M.–Naeve, S. H.–Conley, S. P.: 2017. Dry matter and nitrogen uptake, partitioning, and removal across a wide range of soybean seed yield levels. *Crop Science*. 57: 2170–2182.
- Izsáki Z.: 2000. A diagnosztikai célú növényanalízis alkalmazása a cukorrépa tápanyag-ellátásának rendszerében. *Cukoripar*. 53. 4: 141–147.

- Izsáki, Z.:* 2009. Effect of nitrogen supply on nutritional status of maize (*Zea mays* L.) Communications in Soil Science and Plant Analysis. 40. 1-6: 960-973.
- Izsáki, Z.:* 2014. Effect of phosphorus supplies on nutritional status of maize (*Zea mays* L.) Communications in Soil Science and Plant Analysis. 45. 4: 516-529.
- Izsáki, Z.:* 2015. A szarvasi műtrágyázási tartamkísérletek eredményei I. 1990-2010. Kukorica, cukorrépa, zab, olajlen és silócirok tápanyagellátása. Agroinform Kiadó és Nyomda Kft. Budapest.
- Izsáki, Z.:* 2017. Effect of potassium supplies on nutritional status of maize (*Zea mays* L.) Communications in Soil Science and Plant Analysis. 48. 19: 2347-2358.
- Izsáki, Z.:* 2018. A N-, P- és K-ellátottság hatása a szója (*Glycine max* L./Merr.) termésére csernozjom réti talajon – I. Terméshozam. Növénytermelés. 67. 3: 5-25.
- Izsáki, Z.:* 2020. A talaj N-, P- és K-ellátottságának hatása a szója (*Glycine max* L./ Merr.) termésére csernozjom réti talajon – II. Fehérjetartalom, aminosav-összetétel. Növénytermelés. 69.
- Jones, J. B.:* 1967. Integration of plant analysis for several agronomic crops. [In: *Dinauer, R. C.* (ed.) Soil testing and plant analysis. Part II: Plant analysis.] Madison. Wisc. SSSA. 49-58.
- Kádár I.:* 1992. A növénytáplálás alapelvei és módszere. Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete. Budapest.
- Lemaire, G.:* 1997. Diagnostic of the nitrogen status in crops. Springer Verlag. Heidelberg. Germany.
- Mallarino, A.:* 2016. Value of soybean tissue testing for phosphorus and potassium. ICM News. jun. 13th 2016. Iowa State University Extension and Outreach.
- Mengle, D.:* 2008. Nutrient deficiency in soybean. K-State Research and Extension, Agronomy e-update. 147: 1-11.
- MSZ-08-1783-6:1983:* 1983. Nagyteljesítményű műszersorok alkalmazása a növényvizsgálatokban. Növényi anyagok nitrogéntartalmának mennyiségi meghatározása.
- MSZ-08-1783-26:1985:* 1985. Nagyteljesítményű műszersorok alkalmazása a növényvizsgálatokban. Növényi anyagok kalciumtartalmának mennyiségi meghatározása ICP módszerrel.
- MSZ-08-1783-27:1985:* 1985. Nagyteljesítményű műszersorok alkalmazása a növényvizsgálatokban. Növényi anyagok magnéziumtartalmának mennyiségi meghatározása ICP módszerrel.
- MSZ-08-1783-28:1985:* 1985. Nagyteljesítményű műszersorok alkalmazása a növényvizsgálatokban. Növényi anyagok foszfortartalmának mennyiségi meghatározása ICP módszerrel.
- MSZ-08-1783-29:1985:* 1985. Nagyteljesítményű műszersorok alkalmazása a növényvizsgálatokban. Növényi anyagok káliumtartalmának mennyiségi meghatározása ICP módszerrel.
- MSZ-08-1783-30:1985:* 1985. Nagyteljesítményű műszersorok alkalmazása a növényvizsgálatokban. Növényi anyagok nátriumtartalmának mennyiségi meghatározása ICP módszerrel.

- MSZ-08-1783-31:1985*: 1985. Nagyteljesítményű műszersorok alkalmazása a növényvizsgálatokban. Növényi anyagok vastartalmának mennyiségi meghatározása ICP módszerrel.
- MSZ-08-1783-32:1985*: 1985. Nagyteljesítményű műszersorok alkalmazása a növényvizsgálatokban. Növényi anyagok mangántartalmának mennyiségi meghatározása ICP módszerrel.
- MSZ-08-1783-33:1985*: 1985. Nagyteljesítményű műszersorok alkalmazása a növényvizsgálatokban. Növényi anyagok cinktartalmának mennyiségi meghatározása ICP módszerrel.
- MSZ-08-1783-34:1985*: 1985. Nagyteljesítményű műszersorok alkalmazása a növényvizsgálatokban. Növényi anyagok réztartalmának mennyiségi meghatározása ICP módszerrel.
- Reuter, D. J.–Robinson, J. B.*: 1997. Plant analysis: An interpretation manual. Collingwood. CSIRO. Australia.
- Sabbe, W. E.–Lessman, G. M.–Bell, P. F.*: 2000. Soybean. [In: *Campbell, C. R.* (ed.) References sufficiency ranges for plant analysis in the southern region of United States.] North Carolina of Agriculture and Consumer Services. Agronomic Division. Raleigh. 11–14: 33–34.
- Small, H. G.–Ohlrogge, A. J.*: 1973. Plant analysis as an aid in fertilizing soybeans and peanuts. [In: *Walsh, L. M.–Beaton, J. D.* (eds.) Soil testing and plant analysis.] Soil Science Society of America. Madison. Wisconsin. 315–328.
- Smith, F. W.–Loneragan, J. F.*: 1997. Interpretation of plant analysis: Concept and principles. [In: *Reuter, D. J.–Robinson, J. B.* (eds.) Plant analysis: An interpretation manual.] Collingwood. Ausztralia. CSIRO. 1–33.
- Sváb J.*: 1981. Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Yin, X.–Vyn, T. J.*: 2002. Soybean responses to potassium placement and tillage alternatives following No-Till. *Agronomy Journal*. 94: 1112–1119.

A szerző levelezési címe – Address of the author:

Dr. Izsáki Zoltán
Szent István Egyetem
Öntözési és Vízgazdálkodási Intézet, Szarvas
Szarvas
Szabadság út 1-3.
H-5540
izsaki.zoltan@gk.szie.hu

Silócirok (*Sorghum bicolor* L. Moench) öntözési lehetőségeinek lizimetriai vizsgálata egy intenzív halnevelő telep elfolyóvizével

¹KOLOZSVÁRI ILDIKÓ - ¹KUN ÁGNES - ¹JANCSÓ MIHÁLY -
¹BÍRÓNÉ ONCSIK MÁRIA - ¹BOZÁN CSABA - ^{1,2}GYURICZA CSABA

¹Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ,
Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóintézet, Szarvas

²Szent István Egyetem, Gödöllő

Összefoglalás

Az éghajlat és a klimatikus viszonyok változása miatt egyre nagyobb hangsúlyt kap hazánkban az öntözés jelentősége. Ugyanakkor gazdasági és környezetvédelmi szempontból megfontolandó, hogy milyen vízhasználati technológiákat alkalmazunk a termesztés során. Kutatásaink célja elsősorban a fenntartható és a okszerű vízhasználatot célzó öntözési módszerek kidolgozása. A vizsgálat során alkalmazott két silócirok fajta (Gigant, Szarvasi titán) szennyvízöntözési kísérlet 2015-ben került beállításra Szarvason a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ (NAIK) Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóintézet (ÖVKI) Liziméter Telepén. A tenyésztési folyamán egy hetes öntözési fordulóval öntöztük az állományt. A vizsgálat során öt kezelést állítottunk be liziméterekben (öntözetlen kontroll (Ø), Szarvas-Békésszentandrás Holt-Körös vize (K) és egy intenzív üzemű halnevelő telep elfolyóvize (H)), mindkét öntözővíz esetében 15 (K15 és H15) és 30 mm-es (K30 és H30) öntözési norma alkalmazása mellett. A halnevelő telep a medencék feltöltéséhez rétegvizet használ, melynek vízminőségére jellemző a magas nátriumtartalom (222–314 mg/l), továbbá az elfolyóvíz többlet tápanyag-tartalommal is rendelkezik (N: 32–33 mg/l, P: 2–3 mg/l, K: 6–11 mg/l). A kísérlet során hetente egy alkalommal mértük a növények magasságát és a SPAD értékeket. A növényi részek szárazanyag-tartalmát bugahányás után és betakarításkor, az ásványi elemtartalmat betakarításkor mértük. Következtetéseink szerint az intenzív üzemű afrikai harcsa-nevelő

telep szennyvizével végzett öntözésnek termésmenvelő hatása volt. A biomassa produktum alakulása eltérően alakult a két fajta tekintetében, mely fajtabéli tulajdonságra vezethető vissza, illetve az öntözés szignifikáns terméskülönbséget eredményezett. Ez annak is tulajdonítható, hogy rendkívül meleg és száraz évszám volt a 2015. év, azonban az jól látható, hogy a 30 mm szennyvizel öntözött növények mindkét fajta esetében nagyobb zöldhosszal bírtak, mint a Körös holtág vizével öntözött vagy az öntözetlen kontroll kezelések. A Gigant fajta átlagos biomassa tömege 6210–8303 g/m² között változott, amely 1 ha-ra számítva átlagosan 72 t/ha zöldtakarmányt jelent. A növények Na koncentrációjának alakulását kiemelt figyelemmel kísértük, ugyanis az öntözővízzel jelentős mennyiségű Na-t juttattunk ki a területre. A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a cirok növények levél-és szárrésze kevésbé akkumulálta a szennyvízöntözéssel kijuttatott magasabb dózisu Na-tartalmat. A Na csak a gyökérrészben halmozódott fel, a gyökérminták átlagos Na-tartalma 846 mg/kg szárazanyag, ami a kontroll minták kétszerese. Következésképp a termőterületen visszamaradt gyökérmaradványok Na-tartalma és az öntözővíz kémiai összetételének ismerete indokolja a talaj szikesedésére utaló paraméterek későbbi monitoringját és szükség esetén talajjavító anyag kijuttatását.

Kulcsszavak: szennyvíz-öntözés, fenológia, ásványi elemtartalom, biomassa produktum, liziméter

Lysimeter examination of irrigation crops of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) with the effluent water of an intensive fish farm

¹I. KOLOZSVÁRI – ¹Á. KUN – ¹M. JANCSÓ – ¹M. BÍRÓNÉ ONCSIK –

¹CS. BOZÁN – ^{1,2}CS. GYURICZA

¹National Agricultural Research and Innovation Centre

Research Institute of Irrigation and Water Management, Szarvas

²University of Szent István, Gödöllő

Summary

Due to the changing climatic conditions, irrigation is becoming increasingly important in Hungary. However, from an economic and environmental point of view, the application

of different water use technologies in agriculture should be considered. The main goal of our research is to develop irrigation methods aimed at sustainable and reasonable water utilization. Two varieties of forage sorghum (Gigant, Szarvasi titán) were used in our study at the Lysimeter Station (Szarvas, Hungary) of the National Agricultural Research and Innovation Centre, Research Institute of Irrigation and Water Management (NAIK ÖVKI) in 2015. Irrigation interval in the lysimeter experiment was 7 days as an average during the growing season. Five treatments (non-irrigated control (\emptyset); surface water (the Körös river (K)) and fish farm effluent (H) with the irrigation rates of 15 (K15, H15) and 30 mm (K30, H30) per weeks) were applied in lysimeter. The intensive African catfish farm uses confined ground water what is characterized by high concentration of sodium (222–314 mg l⁻¹) and high total salt content, but also by an elevated rate of nutrients (N: 32–33 mg l⁻¹, P: 2–3 mg l⁻¹, K: 6–11 mg l⁻¹). During the study of cultivation technology, the height of the plants and the relative chlorophyll content were measured once a week. The dry matter content of the examined plant parts was weighted after heading and harvesting, while the mineral content was analysed only after the harvest. The biomass production of the sorghum varieties was found genotype dependent. Yield-increasing effect of the irrigation with wastewater from the intensive fish farm was proved as it increased both fresh and dry crop production significantly. Furthermore a large yield difference caused by irrigation treatments was observed, that might be the effect of the extremely hot and dry weather during the production season in 2015. We found that irrigation with wastewater at the rate of 30 mm had a significant increasing effect on biomass production of both varieties compared to the surface water irrigated or to the non-irrigated control treatments. The average biomass weight of the Gigant variety was 6210–8303 g m⁻², which means 72 t ha⁻¹ of green fodder. The Na uptake of plants was closely monitored, since a significant amount of Na was released to the field with the irrigation water. Based on our results, the leaves and stems of sorghum accumulated less Na than it was measured in roots. The average Na content of the root samples was 846 mg kg⁻¹ dry matter, which was double that of the control samples. Consequently, the Na content of the root residues and the chemical composition of the sewage irrigation water justify the subsequent monitoring of the parameters indicating soil salinisation and, if necessary the application of soil improvers.

Key words: sewage irrigation, phenology, mineral content, biomass product, lysimeter

Лизиметрическое исследование возможностей оросительного выращивания силосного сорго (*Sorghum bicolor* L. Moench) с вытекающей водой интенсивного рыбоводческого хозяйства

¹И. КОЛОЖВАРИ – ¹А. КУН – ¹М. ЯНЧО – ¹М. БИРОНЕ ОНЧИК –

¹Ч. БОЗАН – ^{1,2}Ч. ДЬЮРИЦА

¹Национального Аграрного Исследовательского и Инновационного Центра, Исследовательский Институт Орошения и Водохозяйства, г. Сарваш

²Университет им. Св.Иштвана, Гёдёллё

Резюме

В Венгрии орошение получает все большее значение из-за изменения погодных и климатических условий. В то же время с экономической и экологической точки зрения необходимо продумать, какую технологию использования воды применяем в ходе выращивания. Целью наших исследований в первую очередь является выработка оросительных методов, нацеленных на устойчивое и обоснованное водопользование. Опыт с применением сточных вод для орошения с использованными в ходе исследования двумя сортами силосного сорго («Gigant», «Szarvasi titán») был установлен в 2015 году в г. Сарваше на Лизиметрической Базе Исследовательского Института Орошения и Водного Хозяйства (ÖVKI) Национального Аграрного Исследовательского и Инновационного Центра (NAIK). В ходе вегетационного периода один раз в неделю поливали насаждения. В ходе исследования установили 5 доз в лизиметрах (неорошаемый контроль (Ø), вода мёртвого рукава реки Кёрёш (Szarvas-Békésszentandrási Holt-Körös) (K) и вытекающая вода водоёма интенсивного рыбоводства (H), в обоих случаях с применением оросительной нормы 15 (K15 и H15) и 30 mm (K30 и H30). Рыбоводческая база для наполнения бассейнов использует пластиковую воду, для качества которой характерно высокое содержание натрия (222–314 mg/l), и вытекающая вода содержит больше питательного вещества (N: 32–33 mg/l, P: 2–3 mg/l, K: 6–11 mg/l). В ходе опыта один раз в неделю измеряли высоту растений и величины SPAD. Содержание сухого вещества частей растения измеряли после вымётывания и во время уборки, содержание минеральных веществ измеряли во время уборки. Согласно нашим выводам орошение сточной водой рыбного хозяйства с интенсивным разведением африканских сомов имело увеличива-

ющий урожай эффект. Формирование продукта биомассы образовалось по-разному в отношении этих двух сортов, что можно объяснить особенностью сорта, а также орошение дало в результате значительное различие урожаев. Это также можно объяснить и тем, что чрезвычайно тёплым и сухим был 2015 год выращивания, однако хорошо заметно, что орошаемые 30 mm сточной водой растения в случаях обоих сортов дали больший зелёный урожай, чем орошенные водой мертвого русла реки Кёрёш (Körös holtág) или при не орошённых контрольных обработках. Масса средней биомассы сорта «Gigant» изменялась в пределах 6210–8303 g/m², что в пересчёте на 1 ha в среднем означало 72 t/ha зелёного корма. С повышенным вниманием следили за формированием концентрации Na растений, поскольку с оросительной водой значительное количество Na внесли на эту территорию. На основании исследований можно установить, что лист и стебель растения сорго меньше аккумулировали внесённое со сточной оросительной водой более высокую дозу содержания Na. Na накопился только в корневой части, среднее содержание Na образцами корня 846 mg/kg сухого вещества, что в два раза больше, чем у контрольных образцов. Следовательно знание химического состава оросительной воды и содержания Na оставшихся на площади выращивания остатков корней мотивирует дальнейший мониторинг параметров почвы, ведущих к её засаливанию, и в случае необходимости внесение улучшающего почву вещества.

Ключевые слова: орошение сточной водой, фенология, содержание минеральных элементов, продукт биомассы, лизиметр

Bevezetés

A Föld lakosságának növekedése és a gyors urbanizáció következtében az élelmiszer előállítás miatt növekvő nyomás nehezedik az agráriumra (Flörke et al. 2018). Globális szinten a vízfelhasználás közel 70%-át a mezőgazdaság használja, amely komoly terhet ró az édesvízkészletek minőségére és hozzáférhetőségére. Magyarországon a mezőgazdasági vízkivétel mindössze 30% körül mozog (Simonffy 2011). Kiemelt jelentőséggel bír vízkészleteink megtartásában és okszerű felhasználásában a megfelelő öntözési és termesztési technológiák kidolgozása.

A mezőgazdasági vízkivételen belül az akvakultúra és a növénytermesztés integrálása ideális megoldást nyújthat vízkészleteink megőrzésében, mivel a

halastavi rendszerekben keletkezett tápanyagdús elfolyóvíz öntözéses hasznosítása számos növénykultúrában alkalmazható (Csorbai et al. 2015). Emellett csökkenthető a természetes befogadók szervesanyag terhelése és a termesztés során kijuttatott műtrágyadózisok is (Al-Jaloud et al. 1993). Dhawan és Sehdev (1994) kutatásukban leírták, hogy a halnevelő telepek elfolyóvizével végzett öntözéses termesztési kísérletekben magasabb terméshozamok jelentkeztek.

A cirok széles körően felhasználható növények csoportjába tartozik. A silócirok nagy termőképességgel és jó szárazságtűrő-képességgel rendelkező C4-es fiziológiai típusba tartozó növény. Ezen pozitív tulajdonsága eredetének köszönhető, mivel géncentruma Afrika sztyeppe- és szavannaterülete (Vinall et al. 1936). A vízigénye 500–580 mm/év, transzspirációs koeficiens 150–250 l/kg szárazanyag (Munor és Rachie 1956). Többcélú energianövényként a humán élelmezésben és takarmány előállításában egyaránt alkalmazható, ugyanakkor energetikai célú termesztése is lehetséges (Vasilakoglou et al. 2011). A kedvezőtlen termőterületeken – ahol fás vagy lágy szárú energianövények telepíthetők – sikeresen termesztendő, azonban ezeken a területeken különös figyelmet kell szentelni a megfelelő agrotechnikának. Kiváltképp a talajelőkészítésnek és a gyomszabályozásnak, mivel apró magvú növény. A hosszan tartó kezdeti fejlődési fázist egy erőteljesebb növekedés váltja fel a szárbaindulás alatt. Ezen időszakban a növény tápanyagigénye megnő és jelentősebb mennyiségű K-t is felvesz. Ekkor akár hetente 0,5 m-t is nőhet, melynek köszönhetően betakarításkor a zöldtömeg elérheti a 80–100 t/ha-t (Gyuricza 2008). Számos nemzetközi tanulmány foglalkozik a szennyvízöntözés növényre gyakorolt hatásával (Meli et al. 2002, Bedbabis et al. 2010). Campi et al. 2014 vizsgálataik során bizonyították, hogy a szennyvízzel öntözött cirok növények száraz biomassa produktuma (23 t/ha) meghaladta a normál öntözővízzel öntözöttékét (20,5 t/ha).

A dolgozat célja az intenzív halnevelő telepen keletkezett elfolyóvíz öntözéses hasznosításának vizsgálata silócirok kultúrában.

Anyag és módszer

A kísérletet 2015. május 13-án állítottuk be Szarvason a NAIK ÖVKI Liziméter Telepén. A liziméter a növény–talaj–víz–atmoszféra rendszer anyagforgalmának pontos mérésére szolgáló műszer, amely természetes körülmények között teszi lehetővé az intenzív haltermelés elfolyóvizének növényre, talajra és talaj-

vízre gyakorolt hatásának megbízható pontosságú vizsgálatát. A gravitációs liziméterek 1×1 m felületű és 1 m mélységűek, melyek négyesével vannak elhelyezve a 4×8 m-es parcellák közepén. A liziméterek alján 10 cm kavicsréteg és fölötte 80 cm talajréteg helyezkedik el, ahol a talaj feletti perem 10 cm (Kun és Bozán 2019). A kísérletbe összesen 32 db edényt vontunk be.

A cirok szárazságtűrő képessége kiemelkedő, ugyanakkor az öntözést nagy terméshozammal meghálálja. A vizsgálatához két silócirok fajtát alkalmaztunk, – Gigant, Szarvasi titán – amiket 1 m² alapterületű liziméter edényekbe, 70 cm sortávolságban vetettünk el. Egységesen 15 db tő/m² beállítással indítottuk el a kezeléseket. A cirok vetése előtt 40 kg N/ha műtrágya hatóanyagot juttatunk ki a kísérleti területre, amely bedolgozásra került. Mindkét cirokfajta kiemelkedő terméspotenciállal, kiváló energetikai mutatókkal és kedvező agronómiai tulajdonságokkal rendelkezik (ipari és energetikai hasznosítás, valamint takarmányozás területén egyaránt). Stressztűrő képességük és kimagasló terméspotenciáljuk miatt minden termőhelyen eredményesen termesztethetők. Fenofázis szerint a mérési időpontokat csoportosítottuk az alábbiak szerint (Rao *et al.* 2008):

- 1. csoport: 2015. 06. 24.–07. 31., bugahányás előtti fejlődési fázis;
- 2. csoport: 2015. 08. 07.–09. 17., bugahányás utáni fejlődési fázis.

A tenyésztési folyamán egy hetes öntözési fordulóval öntöztük az állományt. A vizsgálat során öt kezelést állítottunk be liziméterekben [öntözetlen kontroll (Ø), Szarvas-Békésszentandrás Holt-Körös vize (K) és egy intenzív üzemi halnevelő telep elfolyóvize (H)], mindkét öntözővíz esetében 15 (K15 és H15) és 30 mm-es (K30 és H30) öntözési norma alkalmazása mellett. A kísérlet alatt összesen 12 alkalommal (2015. 06. 16.–09. 17.) történt öntözés az ültetvényen, amely során a 15 mm-es öntözésnél 180 mm a 30 mm-es kezelésnél pedig 360 mm öntözővizet juttattunk ki. A halnevelő telep a medencék feltöltéséhez rétegvizet használ, melynek vízminőségére jellemző (1. táblázat) a magas nátriumtartalom (222–314 mg/l), továbbá az elfolyóvíz többlet tápanyag-tartalommal is rendelkezik (N: 32–33 mg/l, P: 2–3 mg/l, K: 6–11 mg/l).

A kísérletbe bevont 32 db liziméter talajából a vetés előtt mintát vettünk, melynek kémhatása a vizsgált időpontban gyengén savas volt (pH 6,35–6,54). Az Arany-féle kötöttségi szám kötött, agyagos talajra utal (55–55,5). Michéli *et al.* (2015) szerint az új magyar talajosztályozási rendszer alapján az öntözéses kísérlet során használt talaj duzzadó agyagtalaj típusba sorolható. A vízben oldható összes sótartalom 0,07–0,08 m/m% között alakult, amely szerint gyengén

szoloncsákos és szikesedére hajlamos, továbbá kis mésztartalommal <0,5 és kis humusztartalommal 1,96–2,25 m/m% rendelkezett. A növénytáplálás szempontjából fontosabb AL-P és AL-K tartalom az analitikai vizsgálatok alapján megfelelőnek bizonyult.

1. táblázat. *Cirok öntözéses kísérlet során alkalmazott öntözővizek főbb minőségi paraméterei*

Minta (1)	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	$\text{NH}_4\text{-N}$	N	P	K	Na	SAR
		(mg/l)					
Halnevelő telep elfolyóvíze (2)	1310–1330	22–23	32–33	2–3	6–11	222–314	10–15
Felszíni víz (3)	419–440	0,06–1	0,6–2	0,2–0,4	3,9–5	37–45	1,4–2

Table 1. Main quality parameters of irrigation water used in the sorghum irrigation experiment. (1) Sample, (2) Effluent water of fish farm, (3) Surface water

A klorofilltartalom értéke nagy mértékben befolyásolja a növények szárazanyag-beépülését (*Markwell et al.* 1995). A nitrogén-ellátottsággal összefüggő SPAD érték meghatározása során a Konica Minolta SPAD-502 típusú kézi klorofill-mérőműszer használatával mértük a levél felszínén történő fény abszorbeálását.

A kísérlet során hetente egy alkalommal mértük a növények magasságát és a SPAD értékeket. A magasság mérésénél kiválasztottunk 3–3 növényegyedet, s annak átlagából állapítottuk meg az aktuális értéket. A SPAD érték mérése szintén 3–3 mérési adat átlagából keletkezett. Ebben az esetben vizsgáltuk az alsó, középső és a felső levelek klorofilltartalmát. A növényi részek szárazanyag-tartalmát bugahányás után és betakarításkor, az ásványi elemtartalmat betakarításkor mértük. A vizsgálatokat a vonatkozó magyar szabványok szerint végeztük el. Kísérletbontáskor meghatározásra került a friss biomassza-tömeg, melyet terepi méréssel detektáltunk, továbbá a száraztömeg is feljegyzésre került, melyet az analitikai szárazanyag mérése során kapott eredményekből kalkuláltuk.

Az időjárási paramétereket egy automata meteorológiai állomás rögzítette (Davis Instruments Weather Monitor II.). A mért paraméterek közül a csapadék és hőmérsékleti viszonyok alakulását elemeztük. A 2015-ös évben 432,4 mm csapadék hullott. A tavaszi időszak kezdetén kevesebb, azonban májusban 50,1 mm csapadék érkezett. A hőmérséklet tekintetében a vegetációs időszakot

az átlagosnál melegebb nyár jellemezte, ismétlődő, hosszan tartó hőhullámokkal, amikor a napi középhőmérséklet meghaladta a 25 °C-ot. A 2015-ös évben a havi és évszakos átlaghőmérsékletek is szokatlanul magasak voltak (OMSZ 2015).

A statisztikai elemzéshez az IBM SPSS 25.0 szoftvert alkalmaztuk. Az egytényezős variancia-analízis során vizsgáltuk fajtánként és növényi részenként az öntözővíz minőségének és mennyiségének hatását a cirok fenológiai és fontosabb beltartalmi tulajdonságaira.

Eredmények

Fenológiai eredmények

Relatív klorofilltartalom alakulása

A tesztnövény levélzetének klorofilltartalom-vizsgálata során pontosabb képet kapunk a természetes, illetve az antropogén stresszorok által bekövetkezett változásokról, mivel ezek hatással vannak a klorofill mennyiségére. A növény nitrogéntartalmának változása megmutatkozik a levelek klorofilltartalmában is. Emiatt lineáris összefüggés figyelhető meg a levelek klorofilltartalma és nitrogéntartalma között (Carter 1994).

A Szarvasi titán cirokfajta esetében megállapítható, hogy a SPAD értékek 39,2 és 59,3 között alakultak (1. ábra). Megfigyelhető, hogy a bugahányás előtti fejlődési fázis utolsó mérésnél kapott SPAD értékek magasabbak, mint az azt követő két mérési időpontban mért értékek. Ez a relatív klorofilltartalom csökkenés a H30-as kezelés kivételével minden kezelésben megjelent. Ennek oka az öntözővíz tápanyag-tartalmára vezethető vissza, mivel a 30 mm szennyvízzel öntözött kezelések esetében július 31-ig 210 mm öntözővizet juttattunk ki, amely többlet tápanyag-tartalommal bírt (N: 6846 mg, P: 487mg, K: 2373 mg NH₄-N: 4690 mg).

A bugahányás előtti fenofázisban a Szarvasi titán esetében megállapítható, hogy a kontroll SPAD értékek mutatkoztak a legalacsonyabbnak, a H15 kezelésben pedig a legnagyobbak (1. ábra). Az itt alkalmazott kezelésekben a kapott értékek meghaladták a kontrollban mért eredményeket.

A 2. ábrán látható, hogy a Gigant cirokfajta SPAD értékei a tenyészidőszak alatt 39,6 és 56,1 között alakultak. A legnagyobb értéket a H15 kezelésnél mértük augusztus 28-án. A legkisebb SPAD értékeket a K15 kezelésben jegyeztük

fel. Az öntözött kezelésekben a bugahányás utáni fázisban nagyobb értékeket mértünk.

1. ábra. Szarvasi titán cirokfajta SPAD értékei
(Szarvas, 2015)

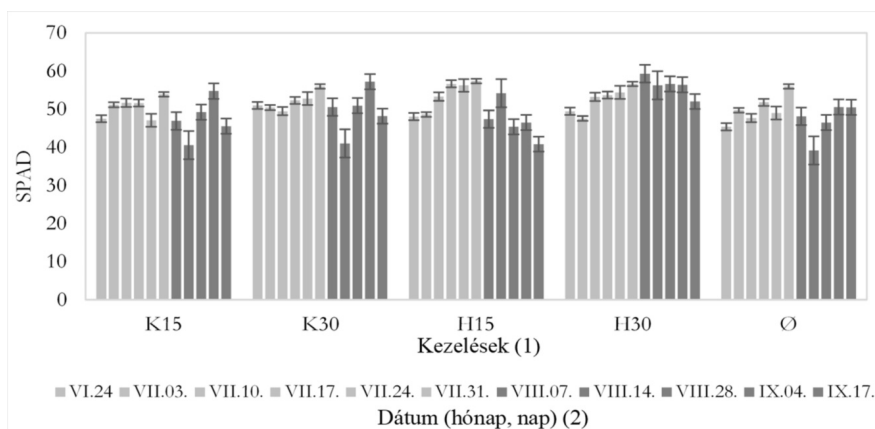


Figure 1. SPAD values of Szarvasi titán sorghum variety (Szarvas, 2015). (1) Treatments, (2) Date (month, day)

2. ábra. Gigant cirokfajta SPAD értékei
(Szarvas, 2015)

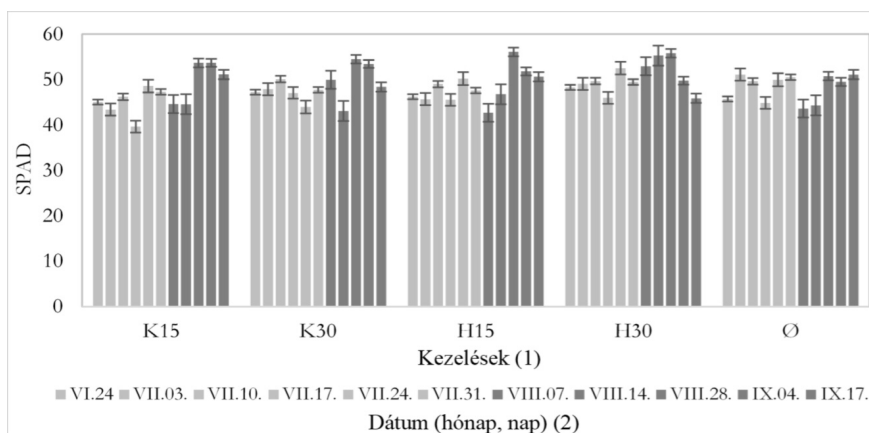


Figure 2. SPAD values of Gigant sorghum variety (Szarvas, 2015). (1) Treatments, (2) Date (month, day)

Az egytényezős variancia-analízis során a bugahányás előtti fejlődési fázisban megfigyelhető, hogy a Gigant fajta K15 kezelés SPAD értékei szignifikánsan különböztek a H30 kezelés klorofillértékeitől ($p=0,006$), továbbá a kontroll és a K15 kezelések is különbséget mutattak ($p=0,02$). A többi kezelés és a Szarvasi titán fajta esetében nem mutatható ki szignifikáns különbség.

A bugahányás utáni fenofázisban (2. táblázat) az egytényezős variancia-analízis során kapott SPAD eredményekből látható, hogy a Szarvasi titán fajtánál a H15 kezelés és a H30 kezelés között erős szignifikancia érték mutatkozott $p \leq 0,000$. A H30 kezelés szignifikáns különbséget mutatott a K15, K30 és a kontroll kezelések tekintetében ($p=0,001$, $p=0,025$, $p=0,001$).

Tesztnövények növekedésének alakulása

A Szarvasi titán fajta magasság adataiból kitűnik (3. ábra), hogy mind a négy kezelés értéke meghaladták a kontroll növények magasságát. A bugahányás után a legmagasabb növények a 30 mm szennyvízzel öntözött kezelésnél átlagosan 288 cm magasra nőttek, míg a kontroll növények 203 cm-t értek el.

A kezdeti fejlődés időszakában a szennyvízzel öntözött Szarvasi titán cirokfajták erőteljesebb növekedése figyelhető meg, ahol a növények a bugahányásig közel 280 cm-t növekedtek, míg a kontroll kezelés növényei mindössze 192 cm-t. A Gigant esetében (4. ábra) a legintenzívebb növekedést a H30-as kezelés mutatta, ahol a cirok növények 301 cm-t értek el. Ez esetben is megállapítható, hogy a kontroll növények lassabban növekedtek (150 cm). A bugahányás utáni fejlődési szakaszban a Gigant cirokfajta növekedésének mértéke leginkább a Körös vízzel öntözött és a kontroll kezelések növényegyedénél figyelhető meg (50 cm-es növekedés), a szennyvízzel öntözött növényeknél ez az érték 25 és 35 cm között volt.

A növénymagassági adatok egytényezős variancia-analízise során a bugahányás előtti fejlődési fázisban a kezelések között nem mutatkozott szignifikáns eltérés egyik cirokfajta esetében sem (2. táblázat), ugyanakkor a 2. fejlődési csoportban mind a két cirokfajta 30 mm elfolyóvízzel öntözött kezeléseknél mért növénymagasságai szignifikánsan nagyobb értéket mutattak (** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$).

2. táblázat. *Cirok fenológiai adatainak egytényezős variancia-analízis eredményei*

Fajta (1)	Kezelés (2)	Bugahányás előtti fejlődési fázis (3)					Bugahányás utáni fejlődési fázis (4)				
		K15	K30	H15	H30	Ø	K15	K30	H15	H30	Ø
SPAD (5)											
Gigant	K15	-	n.s.	n.s.	**	*	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	K30		-	n.s.	n.s.	n.s.		-	n.s.	n.s.	n.s.
	H15			-	n.s.	n.s.			-	n.s.	n.s.
	H30				-	n.s.				-	n.s.
	Ø					-					-
Szarvasi titán	K15	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	***	n.s.
	K30		-	n.s.	n.s.	n.s.		-	n.s.	**	n.s.
	H15			-	n.s.	n.s.			-	***	n.s.
	H30				-	n.s.				-	***
	Ø					-					-
Magasság (6)											
Gigant	K15	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	***	n.s.
	K30		-	n.s.	n.s.	n.s.		-	n.s.	***	n.s.
	H15			-	n.s.	n.s.			-	***	n.s.
	H30				-	n.s.				-	***
	Ø					-					-
Szarvasi titán	K15	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	***	n.s.
	K30		-	n.s.	n.s.	n.s.		-	n.s.	**	n.s.
	H15			-	n.s.	n.s.			-	***	n.s.
	H30				-	n.s.				-	***
	Ø					-					-

Megjegyzés: * p<0,05; ** p<0,01; *** p <0,001, n.s.=nem szignifikáns.

Table 2. Results of one-way analysis of variance of sorghum phenological data. (1) Variety, (2) Treatment, (3) Growing point before panicle initiation, (4) Growing point after panicle initiation, (5) SPAD, (6) Height, Note: * p<0.05, ** p<0.01, *** p <0.001 significance levels, n.s.=non significant.

3. ábra. Szarvasi titán cirokfajta magasságának alakulása

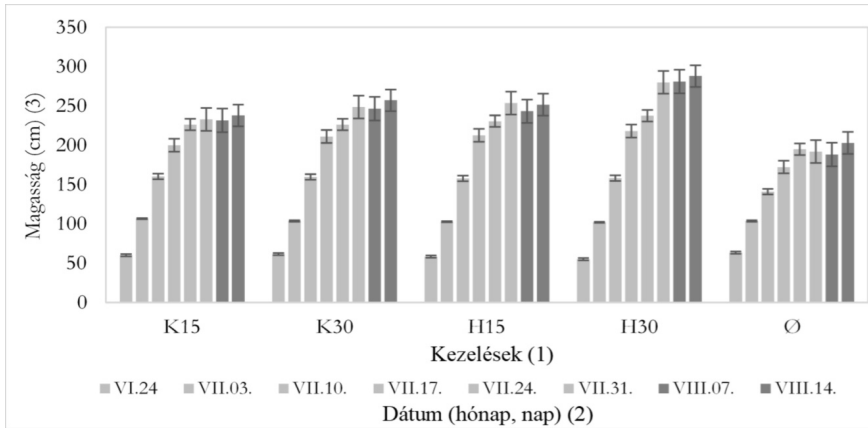


Figure 3. Evolution of Szarvasi titán sorghum variety height. (1) Treatments, (2) Date (month, day), (3) Height (cm)

4. ábra. Gigant cirokfajta magasságának alakulása

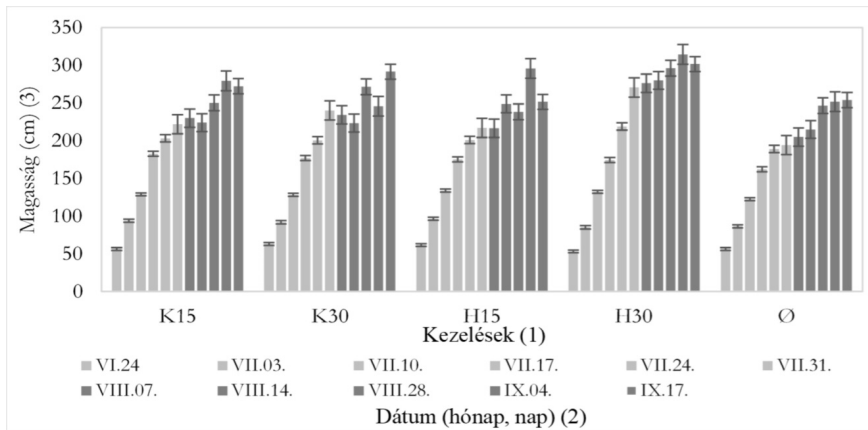


Figure 4. Evolution of Gigant sorghum variety height. (1) Treatments, (2) Date (month, day), (3) Height (cm)

Ásványi elemtartalom

Az ásványi elemtartalom vizsgálata során meghatározásra került a szárazanyag-tartalom, a főbb makroelemek, valamint a Na-tartalom. A betakarítás idején

mindkét cirokfajta növénymintáiban mért NPK-tartalom a kontroll kezelésnél mutatkozott a legnagyobb. A növények Na-koncentrációjának alakulását kiemelt figyelemmel kísértük, mivel az öntözővízzel jelentős mennyiségű Na-t juttattunk ki a területre.

Szárazanyag

A tenyészidőszak alatt bugahányás után és betakarításkor történt szárazanyag-meghatározás. Előbbi esetben mintáztuk a föld feletti részeket, utóbbi esetében a gyökérzet vizsgálata is megtörtént. A bugahányás után mért szárazanyag-tartalom meghatározása során statisztikailag igazolható különbség nem mutatkozott a fajták és a kezelések között. Az átlagos szárazanyag-tartalom a levél- és szármintákban 18 és 23, a bugában pedig 24 és 40 m/m% között alakult. Utóbbi esetében fajtabéli különbség is megfigyelhető. Gigant fajtánál a bugák szárazanyag-tartalma 37–40 m/m%, a Szarvasi titán fajta esetében 24–37 m/m% között alakult. A betakarítás után a szárazanyag-tartalom különbséget mutatott a két cirokfajta között (5. ábra).

5. ábra. Betakarításkor a növényi részek szárazanyag-tartalma

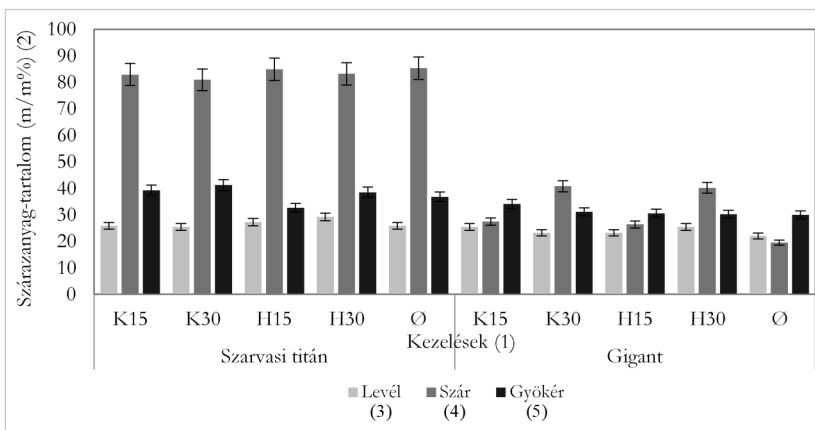


Figure 5. Dry matter content of plant parts at harvest, (1) Treatments, (2) Dry matter content (m/m%), (3) Leaf, (4) Stem, (5) Root

A Szarvasi titán fajta nagyobb szárazanyag-tartalommal rendelkezett, mint a Gigant fajta – különös tekintettel a szárrészre –, melynek értéke elérte a 83–86 m/m%-ot. A kontrollhoz viszonyítva a kezelésekben nem mutatkozott szig-

nifikáns eltérés. A Gigant esetében a kezelések között szignifikáns különbség figyelhető meg. A kontroll szárrészek szárazanyag-tartalmát minden kezelés meghaladta, jelentősebb mértékű a 30 mm-rel öntözött kezelésekben tapasztalható. A levélminták szárazanyag-tartalma 22–25 m/m% a gyökérminták 30–34 m/m% körül alakultak.

Az egytényezős variancia-analízis során a Szarvasi titán fajta H15 kezelésben mért növények szárazanyag-tartalma szignifikánsan nagyobb értéket mutatott ($p=0,019$), mint a K30 kezelések. Mind a friss, mind pedig a száraz tömeg vizsgálati eredményei alapján kijelenthető, hogy az öntözés pozitívan befolyásolta a tömegbéli gyarapodást (3. táblázat). Ugyanakkor figyelemre méltó a szennyvízzel öntözött ciroknövények tömegnövekedése, a kontroll értékekhez viszonyítva mind a két cirokfajta esetében a H30-as kezelés gyarapodása volt a legnagyobb (Szarvasi titán 430 g/tő, Gigant 1041 g/tő friss tömeg).

3. táblázat. Friss és száraz tömeg a betakarításkor

Fajta (1)	Kezelés (2)	Friss tömeg (g/tő) (3)	Kontroll (Ø) %-ában (4)	Száraz tömeg (g/tő) (5)	Kontroll (Ø) %-ában (4)
Szarvasi titán	K15	375	137	127	156
	K30	334	122	112	137
	H15	391	143	138	169
	H30	430	157	164	201
	Ø	273	100	82	100
Gigant	K15	874	130	234	150
	K30	849	126	222	142
	H15	694	103	170	109
	H30	1041	155	285	183
	Ø	673	100	156	100

Table 3. Fresh and dry weight at harvest. (1) Variety, (2) Treatment, (3) Fresh weight (g per root), (4) Control (Ø) of %, (5) Dry weight (g per root)

Nitrogén

Mindkét fajta esetében megállapítható, hogy a szár rész tartalmazta a legtöbb N-t (6. ábra). A kontroll értékekhez viszonyítva az öntözött növények N-szintje közel azonos értéket mutat (1,31–1,56 m/m%). A szennyvízzel öntözött növények esetében nem mérhető lényegi eltérés. A Gigant fajta gyökérrészekben

mért eredmények szignifikánsan ($p < 0,05$) különböztek a többi növényi részben mért N értékektől.

6. ábra. A különböző kezelések során a ciroknövények levél (L), gyökér (GY) és szár (SZ) mintáiban mért nitrogéntartalom alakulása betakarításkor

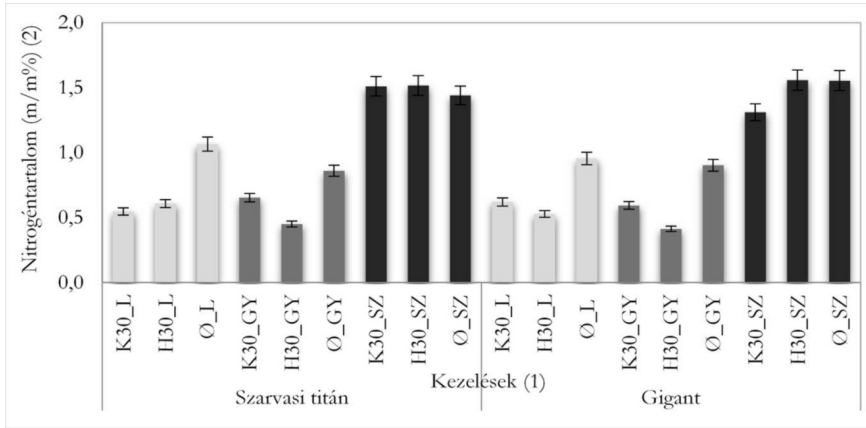


Figure 6. Changes in the nitrogen content of leaf (L), root (GY) and stem (SZ) samples of sorghum plants during harvest in a different treatments. (1) Treatments, (2) Nitrogen content (m/m%)

Foszfor

A 7. ábrán a foszfortartalom meghatározása során a növények szárrészében akkumulálódott leginkább a P (3167–3445 mg/kg sz.a.), azonban a kontroll értékekhez képest egyik öntözéses kezelésben sem jelentkeztek kiemelkedő értékek. A cirokfajták foszfortartalma között lényegi különbség nem mutatkozott. Az egytényezős variancia-analízisnél a Szarvasi titán fajta szár és gyökér-részek foszfortartalmához képest a levélrészek P elemtartalma mutatott szignifikáns különbséget, ahol a $p=0,026$.

Kálium

A silócirok növényrészeinek makroelem-vizsgálata során a levélzetben összpontosult a legtöbb kálium. Mindkét fajta esetében a kontroll értékek bizonyultak a legmagasabbnak (8. ábra). A Körös vízzel, illetve a szennyvízzel öntözött növények levélzetében mért káliumtartalom közel azonos értéket mutatott. A csoportok többszörös összehasonlításánál a Gigant levél H30-as kezelés szignifikánsan magasabb káliumszinttel rendelkezett, mint a kontroll ($p=$

0,004), továbbá a Szarvasi titán szárrészek kontroll kezelésben mért K értékei-től szignifikánsan különböztek a H30-as és a K30-as kezelések.

7. ábra. A különböző kezelések során a ciroknövények levél (L), gyökér (GY) és szár (SZ) mintáiban mért foszfortartalom alakulása betakarításkor

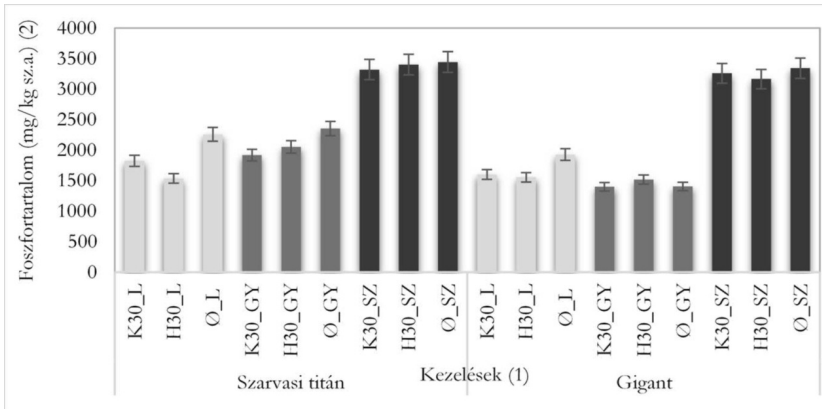


Figure 7. Changes in the phosphor content of leaf (L), root (GY) and stem (SZ) samples of sorghum plants during harvest in a different treatments. (1) Treatments, (2) Phosphor content (mg per kg dry matter)

8. ábra. A különböző kezelések során a ciroknövények levél (L), gyökér (GY) és szár (SZ) mintáiban mért káliumtartalom alakulása betakarításkor

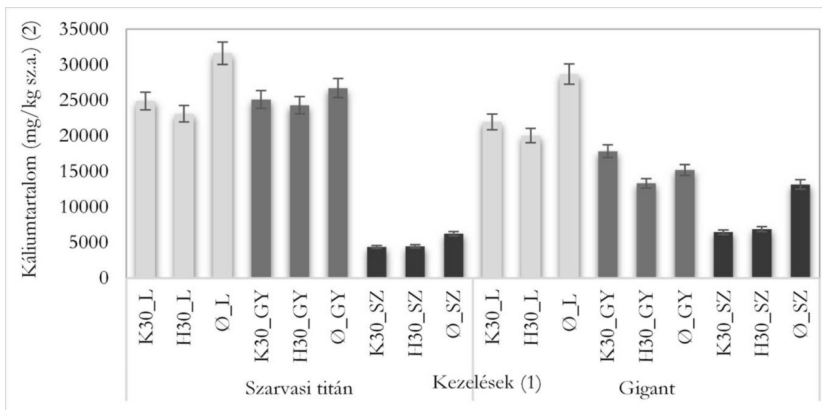


Figure 8. Changes in the potassium content of leaf (L), root (GY) and stem (SZ) samples of sorghum plants during harvest in a different treatments. (1) Treatments, (2) Potassium content (mg per kg dry matter)

Nátrium

A betakarítást követően a cirok növényminták Na-tartalma 52,93 és 846 mg/kg szárazanyag között változott (9. ábra). Előbbi értékeket a K30-as kezelésnél a szárrészben detektáltunk. A gyökérzet tartalmazta a legtöbb Na-ot, különös tekintettel a szennyvízzel öntözött minták esetében, ahol a kontrollhoz képest közel kétszeres értéket mértünk. A Titán gyökérminták esetében mutatkozott szignifikáns eltérés a vizsgált kezelések között ($p < 0,05$). A kezelések közötti különbségek vizsgálatokor – gyökéranalízisnél – megállapítható, hogy a H30-as kezelés különbséget mutatott a K30-as ($p = 0,017$) és a kontroll ($p = 0,024$) kezelésekre tekintetében.

9. ábra. A különböző kezelések során a ciroknövények levél (L), gyökér (GY) és szár (SZ) mintáiban mért nátriumtartalom alakulása betakarításkor

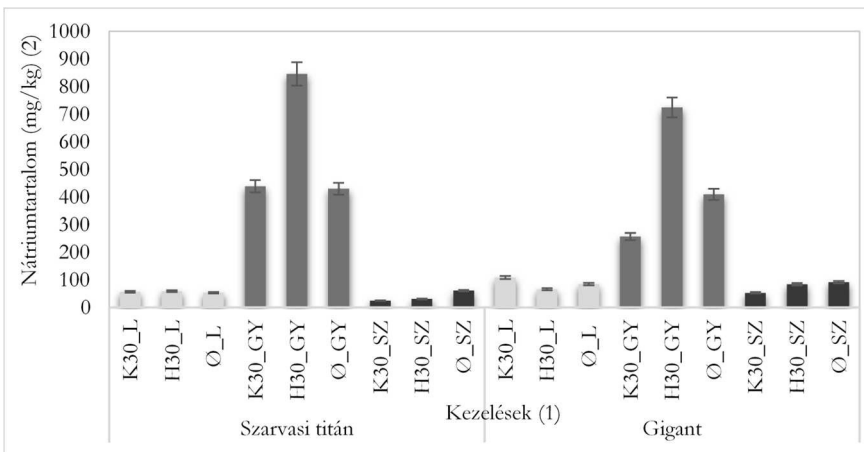


Figure 9. Changes in the sodium content of leaf (L), root (GY) and stem (SZ) samples of sorghum plants during harvest in a different treatments. (1) Treatments, (2) Sodium content (mg per kg dry matter)

Biomassza

A 10. ábra a cirok biomassza adatait szemlélteti. Megfigyelhető, hogy a két vizsgált növényfajta eltérő biomassza hozamot produkált a tenyésztési időszak végére. A Gigant cirokfajta nagyobb zöldtömeeggel rendelkezett, ahol a különbség a kontroll kezelés esetében átlagosan 16,78 t/ha, a H30-as kezelésnél ez érték elérte a 34,68 t/ha-t a Szarvasi titán fajta eredményeihez képest.

10. ábra. Szarvasi titán és Gigant cirokfajták betakarításkori biomassa adatai

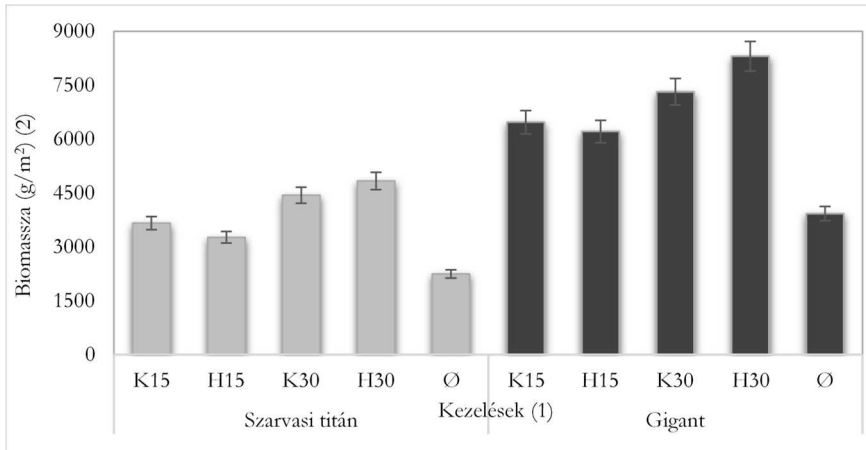


Figure 10. Biomass data at harvest of sorghum Szarvasi titán and Gigant varieties. (1) Treatments, (2) Biomass (g per m²)

Az öntözött és az öntözetlen értékeket összehasonlítva megállapítható, hogy az öntözés pozitívan befolyásolta a növények produktivitását, különös tekintettel a szennyvízzel való öntözésre. A 30 mm öntözővíz mennyiséggel kezelt Gigant fajta esetében közel 10 t/ha hozamkülönbség mérhető a K30 és a H30 között. A Szarvasi titán friss biomassa tömege 3267–4835 g/m² között változott, ami 1 ha-ra vetítve átlagosan 41 t zöldhozamnak felel meg az öntözött kezelésekben. A Gigant fajta átlagos biomassa tömege 6210–8303 g/m² között változott, amely 1 ha-ra számítva átlagosan 72 t/ha zöldtakarmányt jelent. A 4. táblázatban a csoportok többszörös összehasonlításakor mind a Gigant, mind pedig a Szarvasi titán fajták kontroll biomassa értékei szignifikánsan alacsonyabbak lettek a kezelt mintákhoz képest, továbbá a Gigant fajta H30-as kezelésben szignifikánsan nagyobb biomassa-termék mutatkozott a K15 ($p=0,002$) és a H15 ($p=0,001$) öntözéshez képest. A másik cirokfajánál megállapítható, hogy a kontroll kezeléshez képest a 30 mm-rel öntözött növényállomány produktuma szignifikánsan magasabb értéket vett fel. A szennyvízes kezelésnél $p=0,000$ és $0,002$, a Körös vízzel kezelt állománynál pedig $p<0,01$.

4. táblázat. *Círok biomassza adatainak egytényezős variancia-analízis eredményei*

Fajta (1)	Kezelés (2)	K15	K30	H15	H30	Ø
Gigant	K15	-	n.s.	n.s.	**	***
	K30		-	n.s.	n.s.	***
	H15			-	*	***
	H30				-	***
	Ø					-
Szarvasi titán	K15	-	**	n.s.	**	***
	K30		-	**	n.s.	***
	H15			-	***	**
	H30				-	***
	Ø					-

Megjegyzés: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$, n.s.=nem szignifikáns.

Table 4. Results of one-way analysis of variance of sorghum biomass data. (1) Variety, (2) Treatment, Note: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ significance levels, n.s.=non significant.

Következtetések

Az intenzív üzemű afrikai harcsa-nevelő telepről származó szennyvíz növénytermesztési hatását vizsgáltuk silócirok növényeken a 2015-ös évben. A többlet tápanyag-tartalommal rendelkező elfolyóvíz esetében a tenyészidőszak második felében, vagyis a bughányás utáni növekedési fázisban a Szarvasi titán fajtánál mért SPAD értékek meghaladták a Körös vízzel öntözött, illetve a nem öntözött kezelések értékeit. Azonban a Gigant fajta esetében ez a tendencia nem volt egyértelmű. Utóbbi esetében a klorofilltartalom alakulásában az öntözésnek volt szerepe.

A növénymagasság tekintetében kijelenthető, hogy az öntözés pozitív hatással bírt a növények növekedésére. Megállapítottuk továbbá, hogy az elfolyóvízzel öntözött fajták erőteljesebb növekedést mutattak, ahol a Gigant fajta abszolút magassága elérte a 314 cm-t. Ennek következtében növekedett a zöldtömeg, így nagyobb lett a terméshozam is. A szárazanyag-tartalom meghatározása során mind a friss-, mind pedig a száraztömeg növekedése jellemezte a szennyvízzel öntözött parcellák növényeit, különös tekintettel a 30 mm-rel öntözött kezelésekre, ahol 100%-os tömegbéli gyarapodás is megfigyelhető a kont-

roll értékekhez viszonyítva. Következésképp kijelenthető, hogy az intenzív üzemű afrikai harcsa-nevelő telep szennyvizével végzett öntözésnek termésmnövelő hatása volt.

Az ásványi elemtartalom vizsgálata során meghatároztuk a főbb makroelemet, a Na-tartalmat, valamint a szárazanyag-tartalmat. A betakarítás idején mindkét cirokfajta növénymintáiban mért NPK-tartalom hasonlóképpen alakult. A nitrogén és a foszfor leginkább a szárrészben lokalizálódott, kisebb mértékben a levélrészben és a gyökérrészben. A K a cirokszár és levél fontos építőeleme, de a gyökérrészben is jelentős mennyiségben volt kimutatható. Megállapítottuk, hogy a kísérletek kezelése a cirok makroelem-tartalmát lényegesen nem befolyásolták. A növények Na-koncentrációjának alakulását kiemelt figyelemmel kísértük, mivel az öntözővízzel jelentős Na-ot juttattunk ki a területre. A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a cirok növények levél- és szárrésze kevésbé akumulálta a szennyvíz-öntözéssel kijuttatott magasabb dózisu Na-tartalmat. A Na csak a gyökérrészben halmozódott fel, a gyökérminták átlagos Na-tartalma 846 mg/kg szárazanyag, ami a kontroll minták kétszerese. Következésképp a termőterületen visszamaradt gyökérmaradványok Na-tartalma és az öntözővíz kémiai összetételének ismerete indokolja a talaj szikesedésére utaló paraméterek későbbi monitoringját és szükség esetén talajjavító anyag kijuttatását

Az egy éves vizsgálati eredményekből megállapítható, hogy a biomassza-termék eltérően alakult a két fajta tekintetében, amely fajtabéli tulajdonságra vezethető vissza, illetve az öntözés szignifikáns terméskülönbséget eredményezett. Ez annak is tulajdonítható, hogy a 2015. év rendkívül meleg és száraz évjárat volt. Mindemellett a 30 mm szennyvízzel öntözött növények mindkét fajta esetében nagyobb zöldhozammal bírtak, mint a Körös holtág vizével öntözött vagy az öntözetlen kontroll kezelések. Szántóföldi körülmények között jelentős biomassza-termék érhető el a többlettápanyag-tartalommal rendelkező szennyvíz-öntözéssel. Ugyanakkor több éves vizsgálati eredmények szükségesek ahhoz, hogy meghatározzuk a magasabb Na-tartalommal rendelkező elfolyóvíz miként befolyásolja a talajvizet és a talaj fizikai és kémiai állapotát.

Irodalom

- Al-Jaloud, A. A.–Hussain, G.–Alsadon, A. A.–Siddiqui, A. Q.–Al-Najada, A.*: 1993. Use of aquaculture effluent as a supplemental source of nitrogen fertilizer to wheat crop. *Arid Soil Res. Rehabil.* 7: 233–241.
- Bedbabis, S.–Ferrara, G.–Ben Rouina, B.–Boukhris, M.*: 2010. Effects of irrigation with treated wastewater on olive tree growth, yield and leaf mineral elements at short term. *Sci. Hortic.* 126: 345–350.
- Campi, P.–Navarro, A.–Palumbo, A. D.–Solimando, M.–Lonigro, A.–Mastrorilli, M.*: 2014. Productivity of energy sorghum irrigated with reclaimed wastewaters. *Ital. J. Agron.* 9. 3: 115–119.
- Carter, G. A.*: 1994. Ratios of leaf reflectances in narrow wavebands as indicators of plant stress. *International Journal of Remote Sensing.* 15. 3: 697–703.
- Csorbai B.–Péteri A.–Urbányi B.*: 2015. Intenzív haltenyésztés. 248.
- Dhawan, A.–Sehdev, R. S.*: 1994. Present status and scope of integrated fish farming in the north-west plains of India. [In: *Mathias et al.* (eds.) *Integrated Fish Farming.*] CRC Press. Boca Raton. New York. 295–306.
- Flörke, M.–Schneider, C.–McDonald, R. I.*: 2018. Water competition between cities and agriculture driven by climate change and urban growth. *Nat. Sustain.* 1: 51–58.
- Gyuricza Cs.*: 2008. Cukorcirok termesztése energetikai hasznosításra. *Agronapló.* 12. 4: 75–76.
- Kun Á.–Bozán Cs.*: 2019. Mezőgazdasági eredetű szennyvizek öntözéses hasznosítása [In: *Gyuricza Cs.–Borovics A.* (szerk.) *Lendületben az Agrárinnováció.*] Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ. Gödöllő. 25–40.
- Markwell, J.–Osterman, J. C.–Mitchell, J. L.*: 1995. Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. *Photosynth. Res.* 46: 467–472.
- Meli, S.–Porto, M.–Belligno, A.–Bufo, S. A.–Mazzatura, A.–Scopa, A.*: 2002. Influence of irrigation with lagooned urban wastewater on chemical and microbiological soil parameters in a citrus orchard under Mediterranean condition. *Sci. Total Environ.* 285: 69–77.
- Michéli E.–Fuchs M.–Láng V.–Szegedi T.–Dobos E.–Szabóné K. G.*: 2015. Javaslat talajosztályozási rendszerünk megújítására: alapelvek, módszerek, alapegysége. *Agrókémia és Talajtan.* 64. 1: 285–297.
- Munor, J. M.–Rachie, K. O.*: 1956. The influence of elevation and climate on maturity and yield of some grain sorghum varieties. *Agronomical Abstracts.* 49: 49.
- OMSZ*: 2015. Országos Meteorológiai Szolgálat. A 2015-ös év éghajlati értékelése. Elérhető online: 2020. 04. 08-án. https://www.met.hu/omsz/OMSZ_hirek/index.php?id=1523
- Rao, S. S.–Elangovan, M.–Umakanth, A. V.–Seetharama, N. S.*: 2008. Characterizing phenology and growth stages of sorghum hybrids. [In: *Reddy Belum et al.* (eds.) *Sorghum improvement in the new millenium.*] Patancheru. India. 16–22.

- Simonffy Z.*: 2011. Vízkészletek és igények. [In: *Somlyódy L.* (szerk.) Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok.] MTA. 121–167.
- Vasilakoglou, I.–Dhima, K.–Karagiannidis, N.–Gatsis, T.*: 2011. Sweet sorghum productivity for biofuels under increased soil salinity and reduced irrigation. *Field Crops Res.* 120: 38–46.
- Vinall, H. N.–Stephens, J. C.–Martin, J. H.*: 1936. Identification, history, and distribution of common sorghum varieties. USDA. Washington D.C. Technical Bulletin. 506.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Kolozsvári Ildikó – Dr. Kun Ágnes – Jancsó Mihály –
Bíróné Oncsik Mária – Dr. Bozán Csaba
Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ
Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóintézet
Szarvas
Anna-liget u. 35.
H-5540

Dr. Gyuricza Csaba
Szent István Egyetem
Gödöllő
Páter Károly u. 1.
H-2100

A növénykondicionálás hatása a csemegekukorica egyes beltartalmi paramétereire sóterhelt környezetben

^{1,2}SINKA LÚCIA – ¹TAKÁCSNÉ HÁJOS MÁRIA – ²KOVÁCS GYÖRGYI –

²CZELLÉR KRISZTINA – ²TUBA GÉZA – ²ZSEMBELI JÓZSEF

Debreceni Egyetem

¹MÉK Kertészettudományi Intézet, Debrecen

²AKIT Karcagi Kutatóintézet, Karcag

Összefoglalás

Kísérletünkben két növénykondicionáló szer és a 600 mg/l sótartalmú öntözővíz hatását vizsgáltuk a csemegekukorica (Dessert R78 F₁) néhány, fogyasztói szempontból meghatározónak tekinthető, beltartalmi paraméterére. Arra kívántunk rámutatni, hogy az abiotikus stresszt szenvedett növények termésminőségét lehet-e növénykondicionáló szerek alkalmazásával javítani. Az Explorer 21 növénykondicionáló a talajba juttatva, gyökérfejlődést elősegítő hatású, a Wuxal Ascofol lombon keresztül hat, fokozva a stressztűrő képességet. A csemegekukorica jelzőnövények termesztőközege homok, illetve agyagtalajjal feltöltött 3–3 átfolyóvizes liziméter volt.

Eredményeink alapján megállapítható, hogy a Wuxal Ascofol növénykondicionáló szer több beltartalmi tulajdonságra is pozitív hatást gyakorolt. Agyagtalajon igazoltan növelte a magas sótartalmú öntözővíz miatt stresszhatást szenvedett növényekben a szárazanyag-tartalmat, és a vízdoldható szárazanyag-tartalmat (BRIX). Alkalmazásával homok- és agyagtalajon is statisztikailag bizonyíthatóan kedvezőbb élelmi rost-tartalmat detektáltunk, illetve a maghéj vastagságánál is kedvezőbb értéket kaptunk az Explorer 21-gyel való kezeléshez és a kontrollhoz viszonyítva.

A Wuxal Ascofol növényekre gyakorolt kedvező hatását bizonyítja továbbá az is, hogy használatával kevesebb mennyiségű nátrium halmozódott fel a fogyasztásra kerülő növényi részekben, azaz a csövekben.

A különböző textúrájú talajon való termesztés nem okozott lényeges különbségeket az általunk vizsgált paraméterekben.

Véleményünk szerint, kutatómunkánkkal olyan, a gyakorlatban is alkalmazható eredményeket kaptunk, amelyekre nemcsak a termesztéstechnológia, hanem a táplálkozás szempontjából is fontos rávilágítani.

Kulcsszavak: csemegekukorica, öntözővíz minőség, sótartalom, növénykondicionálás, másodlagos szikesedés

Effect of plant conditioning on some quality parameters of sweet corn grown under salt affection

^{1,2}L. SINKA – ¹M. TAKÁCS-HÁJOS – ²GY. KOVÁCS –

²K. CZELLÉR – ²G. TUBA – ²J. ZSEMBELI

University of Debrecen

¹Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management,
Institute for Horticultural Sciences, Debrecen

²Institutes for Agricultural Research and Educational Farm,
Research Institute of Karcag, Karcag

Summary

The effect of two plant conditioners and irrigation water with 600 mg l⁻¹ on some quality parameters of sweet corn (Dessert R78 F₁) considered the most important from consumer point of view was investigated in our experiment. We studied the improvement possibility of the quality of plants suffered from abiotic stress by the application of plant conditioners. Explorer 21 plant conditioner must be mixed into the soil and aids root growth, while Wuxal Ascofol is a foliar fertiliser enhancing stress tolerance ability of plants. The indicator crop applied was grown in six simple drainage lysimeters of which three were filled with sandy soil, the other three with clay soil.

On the basis of our results, it can be established that Wuxal Ascofol plant conditioner had positive effect on most of the investigated parameters. Due to its application, the dry matter content and the water soluble dry matter content (BRIX) of the plants

affected by salt stress on clay soil increased. The same positive effect we found in the cases of the dietary fibre content and kernel hardness compared to the control and the Explorer 21 treatments. Further favourable impact was that less Na⁺ accumulated in the ears of sweet corn when Wuxal Ascofol was applied. No significant differences could be figured out between the investigated soils in terms of the plant quality parameters we measured. We consider our results to be important even from the practical point of view as they can contribute to the development of plant production technology, as well as human nutrition.

Key words: sweet corn, irrigation water quality, salt content, plant conditioning, secondary salinization

Влияние кондиционирования растений на некоторые параметры внутреннего содержания сахарной кукурузы в загрузенном солью окружении

^{1,2}Л. ШИНКА – ¹М. ТАКАЧНЕ ХАЙОШ – ²ДЬ. КОВАЧ – ²К. ЧЕЛЛЕР –
²Г. ТУБА – ²Ё. ЖЕМБЕЛИ

Дебреценский Университет

¹Факультет Сельского Хозяйства, Науки о Пище и Экологического Менеджмента,
Институт Садоводства, Дебрецен

²Аграрные Исследовательские Институты и Учебное Хозяйство,
Карцагский Исследовательский Институт, Карцаг

Резюме

В нашем опыте исследовали влияние двух кондиционирующих растения препаратов и оросительной воды с содержанием соли 600 mg/l на некоторые, основные с точки зрения потребителя, внутренние параметры сахарной кукурузы (Dessert R78 F₁). Хотели показать, что можно-ли улучшить качество урожая растений, пострадавших от абиотического стресса применением средств кондиционирования растений. Кондиционирующее растение средство «Explorer 21» попал в почву, способствует развитию корня, а средство «Wuxal Ascofol» действует через листья, увеличивая стрессоустойчивую способность. Среда выращивания растения –индикатора сахар-

ная кукуруза песчаная или наполненный глинистым грунтом каждая по 3 лизиметра с протекающей водой.

На основании наших результатов можно установить, что средство кондиционирования растений «Wuxal Ascofol» оказывает позитивное влияние на больше свойств внутреннего содержания. На глинистой почве доказуемо увеличило содержание сухого вещества в растениях, пострадавших от стресса из-за высокого содержания соли оросительной воды, и также содержание растворимого в воде сухого вещества (BRIX). С его применением на песчаной и глиняной почве также статистически доказуемо обнаружили более благоприятное содержание пищевой клетчатки, а также у толщины оболочки зерна тоже более благоприятные величины получили по сравнению с обработками средством «Explorer 21» и с контролем.

Благоприятное влияние «Wuxal Ascofol» на растения также доказывает и то, что с его применением меньше количество натрия накопилось в предназначенных для потребления частях растения, т.е. уменьшилось.

Выращивание на различных по текстуре почвах не причинило существенных различий в исследованных нами параметрах.

По нашему мнению, с нашей исследовательской работой мы получили такие результаты, которые применимы на практике, на которые не только с точки зрения технологии выращивания важно посмотреть, но и с точки зрения питания важно обратить внимание.

Ключевые слова: сахарная кукуруза, качество оросительной воды, содержание соли, кондиционирование растений, вторичное засоление

Bevezetés

Tény, hogy hazánk klimatikus és talajadottságai számos régióban kitűnőek a csemegekukorica termesztéséhez, azonban az éghajlatváltozás miatt évről évre egyre erősebben jelentkeznek időjárási szélsőségek, amelyek nemcsak a terméseredményekre, hanem a termés minőségére is hatással vannak.

A növénytermesztési technológiákban ezek kiküszöbölésére az egyik eszközt az öntözés jelenti, amely biztonságosabbá és intenzívebbé teszi a termelést. Azonban köztudott, hogy az öntözés hatása kedvezőtlen is lehet. Sajnos Magyarország egyes régióiban magas az öntözésre használt rétegvizek sótartalma, ezáltal szikesíti a talajt, amely nehézségeket okoz a zöldségtermesztés-

ben. Számos irodalmi adat bizonyítja, hogy a zöldségfajok nagy része érzékeny a talaj nagyobb sókoncentrációjára. Adott a lehetőség az ásott kutak vízminőségének javítására, azonban ez a folyamat igen költséges, ezért alkalmazásuk sok esetben nem életszerű, mivel jelentősen és irreálisan megnövelné a termelési költséget (Slezák 2001).

A növényi környezet kedvezőtlen (nagy) sótartalma a következő tüneteket okozhatja – csökkentheti a vízpotenciált, ion-toxicitást idézhet elő, illetve zavart okozhat az esszenciális tápanyagok felvételében (Flowers és Flowers 2005).

Ezt bizonyítja Caprici *et al.* (2010) kutatómunkája is, mely során megállapították, hogy kukorica (*Zea mays* L.) termesztése során az öntözővízzel bevitt sótartalom növelésével a növényben mért Na^+ -tartalom növekedett, a K^+ -tartalom és a K^+/Na^+ arány pedig csökkent.

A csemegekukorica termésének legfontosabb tulajdonsága (fogyasztói szempontból) a cukortartalma, amely a tejes érés szakaszában 25–30% körül alakul (Sadaiah *et al.* 2013). Ezen kívül 3–20% keményítőt, 2,1–4,5% fehérjét, 1,1–2,7% zsírt, 0,9–1,9% cellulózt, továbbá jelentős mennyiségű esszenciális ásványi anyagokat és vitaminokat (C-vitamin: 9–12 mg) is tartalmaz (Serna-Saldivar 2018). Jelentős az élelmi rost mennyisége, amely a vastagbélben fejti ki jótékony hatását a szervezetre, azáltal, hogy elősegíti a vércukorszint stabilizálását és csökkenti a magas koleszterinszint kockázatát. Az élelmi rost bevitelének egyik legizletesebb forrása a csemegekukorica (Singh *et al.* 2014).

A friss vagy feldolgozott (fagyasztott vagy konzerv) csemegekukorica szemek minőségét az íz, a textúra és az aroma egyedi kombinációja határozza meg (Lertrat és Pulam 2007). A jó minőségű csemegekukoricával szemben támasztott fogyasztói elvárások közül, a legfontosabb az édesség (cukortartalom), azt követi a lágyság és a szín (Nunes 2008).

Ismert, hogy a kukoricaszemek számos olyan fizikai és kémiai átalakuláson mennek keresztül a megporzás pillanatától a betakarításig, amelyek befolyásolják tulajdonságaikat. A friss csemegekukorica beltartalmi paramétereinek kialakulását meghatározza a vegetációs periódus klimatikus tényezői és a betakarításkori érettség egyaránt. A fogyasztókhöz kerülő termék minősége ennek függvényében alakul, amit még az alkalmazott tárolási mód is befolyásol (Szymanek *et al.* 2005).

Kutatómunkánk célja a csemegekukorica minőségi paramétereiben bekövetkezett változások kimutatása és számszerűsítése volt magas sótartalmú kút-

vízzel történő öntözés mellett. Mivel a sikeres növénytermesztés egyik legfontosabb tényezője a megfelelő talajállapot, így a talajban lejátszódó víz- és sóforgalmi jelenségek vizsgálata is elengedhetetlen. A mai fejlett tudománynak köszönhetően lehetőségünk van zárt rendszerben történő vizsgálatára, melyhez igen nagy segítséget nyújtanak a liziméterek. Alkalmazásukkal szántóföldi körülményeket reprezentáló, mégis talajtani szempontból zárt, külső tényezőktől mentes környezetet tudunk kialakítani.

Annak érdekében, hogy adatokat kapjunk arra vonatkozóan, vajon a csemegekukorica elvárt minőségét kedvezőtlen agroökológiai tényezők (szélsőséges textúrájú talajok, sóstressz) mellett is lehet-e biztosítani, kísérletünkben két növénykondicionálásra alkalmazható szert is vizsgáltunk. Napjainkban a stressz elleni védelemben betöltött pozitív hatásuk miatt egyre gyakoribbá vált a biostimulátorok mezőgazdasági használata (*Van Oosten et al.* 2017).

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat 2019-ben, a Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tan gazdaság Karcagi Kutatóintézet (DE AKIT KKI) liziméter-állomásán végeztük. Eszközként 6 db átfolyóvizes liziméter szolgált, melyek mélysége egyenként 1,2 m, felszíne 0,8 m². A hazánkban igen különlegesnek számító liziméterek segítségével egy térben jól lehatárolt, zárt rendszerben van lehetőség egzakt módon vizsgálni a víz-talaj-növény rendszer elemeinek egymásra kifejtett, komplex hatását (*Zsembeli et al.* 2019). A hat liziméter közül háromban agyag-talaj, másik háromban pedig homoktalaj található, így az általunk alkalmazott növénykondicionálók hatását két különböző textúrájú talajon való termesztés esetén is tudtuk számszerűsíteni. A liziméterek talajának talajvizsgálati eredményeit az *1. táblázatban* közöljük.

Indikátornövényként a Dessert R78 F₁ csemegekukorica hibridet alkalmaztuk (*1. ábra*), amely középkorai érésű (tenyészideje: 79 nap). Vírusellen-álló, rezisztens a kukorica csíkos mozaik (MDMV) vírussal szemben. Nagy termésbiztonsága és kiemelkedő csőhozama révén nagyüzemi termesztésben közkedvelt.

A liziméterek kialakításából adódóan korlátozott lehetőség adódik a növénytermesztésre, így egy edényben három növényt neveltünk és ezeket tekintettük ismétléseknek. A csekély egyedszám ellenére a liziméterek alkalmazásával pontosabban nyomon követhetők a káros sókkal terhelt öntözővíz

okozta változások a talajban. Mindemellett lehetőség adódik a drénvíz mennyiségének, fizikai és kémiai paramétereinek vizsgálatára is.

1. táblázat. *A liziméterekben lévő talajok vizsgálati eredményei*
(Karcag, 2013)

Talajtípus (1)	Homok (2)		Agyag (3)	
Talajréteg (cm) (4)	0–20	20–40	0–20	20–40
pH _{KCl}	5,2	4,0	5,9	6,7
K _A (5)	30	30	50	52
Sótartalom (m/m%) (6)	<0,02	<0,02	0,06	0,04
CaCO ₃ (m/m%)	<0,05	<0,05	<0,05	0,3
Humusz (7)	0,8	0,6	3,8	3,0
NO ₂ +NO ₃ -N (mg/kg)	6	2	42	11
AL-K ₂ O (mg/kg)	150	159	466	233
AL-P ₂ O ₅ (mg/kg)	124	116	188	77

Forrás: DE AKIT Karcagi Kutatóintézet (2013)

Table 1. Some parameters of the two soil types applied in the lysimeters (Karcag, 2013). (1) Soil type, (2) Sandy soil, (3) Clay soil, (4) Depth (cm), (5) Plasticity by Arany, (6) Total soluble salt content (m/m%), (7) Humus content (%), Source: University of Debrecen, IAREF, Research Institute of Karcag (2013)

1. ábra. *Az átfolyóvízes liziméterekben termesztett Dessert R78 F₁ csemegekukorica*
(Karcag, 2019)



Figure 1. Dessert R78 F₁ sweet corn grown in the simple drainage lysimeters (Karcag, 2019)

Tekintve, hogy a csemegekukorica nagy vízigényű, a vegetációs periódusa alatt legalább havi 100 mm csapadékot igényel (Hodossi 2004). Mivel térségünkben ennél lényegesen kisebb a természetes csapadékellátottság az adott időszakban, a biztonságos termesztéshez 120–200 mm öntözővizet javasolt kijuttatni, gyakori öntözéssel, kisebb adagokban. Kísérletünkben, a Karcag környékén alkalmazott öntözési módokat és adottságokat szimulálva, enyhén sós (600 mg/l) vízzel öntöztünk. A kísérletben alkalmazott öntözővíz vizsgálati eredményeit a 2. táblázat tartalmazza. Ez a víz minőségi osztályozás alapján öntözésre nem alkalmas, használata magában hordozza a másodlagos szikesezés veszélyét és sóstresszt okozhat a természetett növények számára (Zsembeli et al. 2011).

2. táblázat. Az öntözésre használt kútvíz vizsgálati eredményei (Karcag, 2018)

Vizsgált paraméter (1)	pH	EC (mS/cm)	Szárz-	Ca	Mg	Na	K
			anyag (g/l) (2)				
Alkalmazott öntözővíz (3)	7,6	1,9	1,2	30	18	201	2
				(mg/l)			
Vizsgált paraméter (1)	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₂ +NO ₃	P ₂ O ₅	As
	(mg/l)						
Alkalmazott öntözővíz (3)	23	522	0	115	0	2	1

Forrás: DE AKIT Karcagi Kutatóintézet (2018)

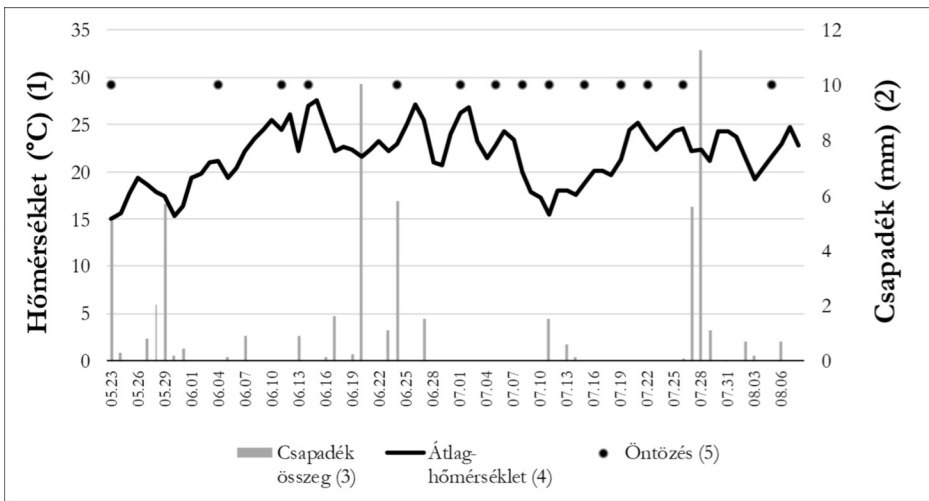
Table 2. Some parameters of the well water used for irrigation (Karcag, 2018). (1) Parameter, (2) Dry matter content (g l⁻¹), (3) Applied water, Source: University of Debrecen, IAREF Research Institute of Karcag (2018)

A vegetációs periódus alatt összesen 140 mm öntözővizet juttatunk ki, miközben a Kutatóintézet területén lévő Országos Meteorológiai Szolgálat meteorológiai állomás adatai szerint 172,4 mm természetes csapadék hullott (2. ábra).

A kísérletünkben alkalmazott tápanyagutánpótlás N 112, P₂O₅ 100 kg/ha hatóanyag volt egységesen, mindkét talajtípuson. K₂O esetében azonban eltérő dózisokat alkalmaztunk (homoktalajon: 195, agyagtalajon: 91 kg/ha), tekint-

ve, hogy az agyagtalaj kálium ellátottsága lényegesen nagyobb volt (1. táblázat). Továbbá, a kukoricatermesztéshez nélkülözhetetlen Zn trágyázás is történt 5,7 kg/ha hatóanyag mennyiségben.

2. ábra. A levegő hőmérsékletének és a csapadék mennyiségének alakulása a csemegekukorica vegetációs periódusa alatt, kiegészítve az öntözéssel kijuttatott vízmennyiséggel
(Karcag, 2019)



Forrás: DE AKIT Karcagi Kutatóintézet (2019)

Figure 2. Air temperature and precipitation data of the growing season of sweet corn, supplemented with the amount of water applied for irrigation (Karcag, 2019). (1) Temperature (°C), (2) Precipitation, (3) Sum of precipitation, (4) Daily mean temperature, (5) Irrigation, Source: University of Debrecen, IAREF Research Institute of Karcag (2019)

Mivel kísérletünk fő célja az abiotikus stresszhatás (sóstressz) okozta negatív irányú beltartalmi változások csökkentési lehetőségének vizsgálata volt, így két – növénykondicionálásra használható – szert is alkalmaztunk: Explorer 21 (Olmix Group©) és Wuxal Ascofol (Kwizda Holding GmbH). Az Explorer 21 granulált formájú, talajon keresztül ható biostimuláns, amely különböző arányban tartalmaz szerves és ásványi anyagokat (6% N, 12% P₂O₅, 1,7% K₂O, 16% CaO, 8% MgO, 6,5% SO₃). A gyártó a vetéssel egyidőben való alkalmazást javasolja, mivel a gyökérfejlődést segíti elő, ezáltal a pozitívan hat a növényi tápanyagfelvételre, illetve a növényállomány vízstresszel szembeni ellenállóképességét

is fokozza. Erős gyökézzel a növény kiegyenlítettebb víz- és ásványi anyag felvételre képes (még az aszályosabb időszakokban is), ami a termés nagyságára és minőségére is hatással van (*Net1*). A szert a vetéssel egy menetben (BBCH skála: 00), illetve 7 leveles fejlettségi állapotban (BBCH skála: 17) juttattunk ki, tekintve, hogy a gyökérrészen keresztül lassabban történik meg a növény általi felvétel.

A másik alkalmazott szer, a Wuxal Ascofol, egy lombon keresztül ható növénykondicionáló szer, amely természetes növényhormon-tartalma révén növeli a növények stressztűrő képességét. Hatását főként a növekedés korai fázisában fejti ki. További pozitív hatása, hogy serkenti a sejtosztódást és a megnyúlást, amely a termés minőségét és hozamát pozitívan befolyásolja. A termék 51,2 m/v%-ban *Ascophyllum nodosum* algakivonatot, továbbá makroelemeket (2,3% N, 1,5% K₂O, 0,195% CaO, 0,033% MgO) és nagyobb mennyiségben mikroelemeket (3% B, 0,005% Fe, 0,5% Zn) is tartalmaz. Ezáltal elősegíti a terméskötődést és erősíti a növények ellenálló képességét (*Net2*). A szert hétleveles állapotban (BBCH skála: 17), illetve virágzás kezdetén (BBCH skála: 50) juttattuk ki.

A kísérletünkben két eltérő mechanizmuson keresztül ható növénykondicionálás hatását vizsgáltuk kedvezőtlen termesztési feltételek mellett nevelt csemegekukorica – fogyasztói szempontból meghatározónak tekinthető – néhány beltartalmi paraméterére (szárazanyag-, vízdoldható szárazanyag-, nátrium- és élelmi rost-tartalom, illetve héjvastagság (átszakíthatóság).

A szárazanyag-tartalom (%) a minta szárítószekrényben, 105 °C-on tömegállandóságig történő szárításával, majd a maradék desszifikálás utáni visszamérésével került meghatározásra. Az összes vízdoldható szárazanyag-tartalmat (BRIX érték) PAL-1 (Atago, Japán) kézi refraktométerrel mértük. A minták nátrium-tartalmát az *MSZ-08-1783-30:1985*, az élelmi rost-tartalmát a Magyar Élelmi-szerkönyv 3-2-2008/1. sz. irányelv 1. sz. melléklete alapján határozták meg a DE Mezőgazdasági, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar (MÉK) Agrárműszerközpontjában. A csemegekukorica csövek maghéj vastagságát (átszakíthatóságát) (N/mm²) a Karcagi Kutatóintézetben kifejlesztett mikro-penetrométer alkalmazásával határoztuk meg. A behatoláshoz szükséges erőt Newton-ban (N) méri és rögzíti, ez a behatoló fej felületének ismeretében átszámolható mechanikai ellenállássá (N/mm², illetve μPa). A méréseket egységesen, a kukoricacsövek közepén, három ismétlésben végeztük.

Eredményeink statisztikai megbízhatóságát az SPSS 25.0 programcsomag segítségével, egytényezős variancia-analízissel ($p < 0,05$) ellenőriztük, mivel elsősorban a növénykondicionáló szerek sóstresszt mérséklő hatását értékeltük. Az átlagok közötti különbségek statisztikai megbízhatóságához pedig Duncan-tesztet ($p < 0,05$) alkalmaztunk.

Eredmények

A betakarításra 2019. 08. 08-án került sor. Mivel a tápanyag-utánpótlást a különböző talajtípusok tápanyag-ellátottságát figyelembe véve alakítottuk, így a különböző talajtípusokon való növénytermesztés nem okozott lényeges eltérést a növények fejlődési stádiumában, így az érés időpontjában sem, ezért a betakarítás egyszerre történt mind a hat liziméternél.

A csemegekukorica szemek szárazanyag-tartalmának alakulása

A csemegekukorica szárazanyag-tartalmának alakulását több tényező is befolyásolhatja, úgy, mint alkalmazott genotípus, klimatikus tényezők, víz- és tápanyag-ellátottság, valamint a termesztéstechnológia (korai, kései termesztés). Friss piaci értékesítésnél a fogyasztói szokások szerint alakul a szárazanyag-tartalom iránti igény, így a korai szakaszban a zsebébb csövek is megfelelnek ezeknek az elvárásoknak. A feldolgozóipar számára azonban az érettebb, nagyobb szárazanyag-tartalmú csemegekukorica szemek szükségesek (Orosz 2009). A kísérletünkben vizsgált csemegekukorica szárazanyag-tartalmának a kezelések függvényében kapott értékeit a 3. ábrán mutatjuk be.

Hamdi et al. (2004) a kukorica sóérzékenységevel foglalkozó kutatásaikkal negatív korrelációt állapítottak meg a szárazanyag-tartalom és az öntözővíz növekvő sótartalma között. Kísérletünkben a legnagyobb szárazanyag-tartalmat homoktalajon, Explorer 21 alkalmazása mellett mértük (21,6%), míg agyagtalajon a Wuxal Ascofol alkalmazásával értünk el legjobb eredményt (20,9 m/m%), amely statisztikailag is igazolható. A homoktalajon termelt csemegekukorica nagyobb szárazanyag-tartalma valószínűleg az alacsonyabb talajnedvesség tartalommal függ össze, azaz a vízellátással. A homoktalaj szerkezetéből adódóan gyengébb víztartó-képességű, így a talaj alacsonyabb nedvességtartalma miatt valószínűsíthető a kukorica alacsonyabb nedvességtartalma, azaz a magasabb szárazanyag-tartalma.

3. ábra. A Dessert R78 F₁ szárazanyag-tartalmának alakulása különböző növénykondicionáló szerrel való kezelés hatására, homok-, illetve agyagtalajon (Karcag, 2019)

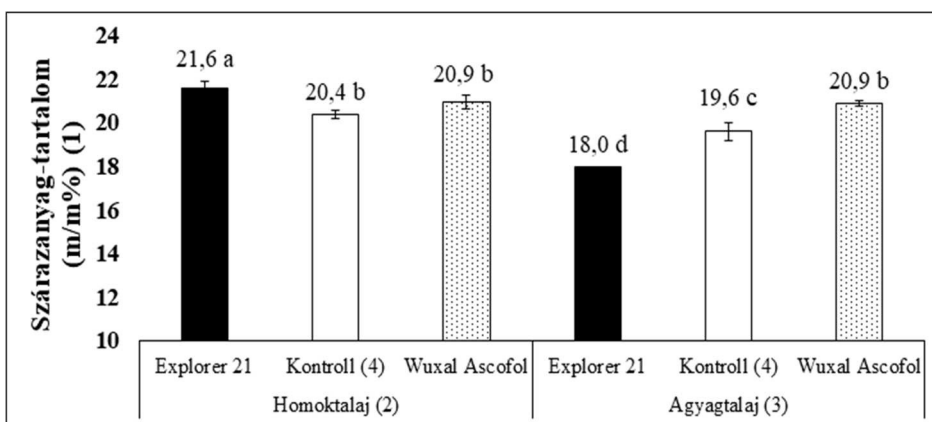


Figure 3. Dry matter content of Dessert R78 F₁ as a function of the treatments with plant conditioners on sandy and clay soils (Karcag, 2019). (1) Dry matter content (m/m%), (2) Sandy soil, (3) Clay soil, (4) Control

A vízdítható szárazanyag-tartalom alakulása

Sípos *et al.* (2017) kutatómunkájuk során meghatározták azon paramétereket, amelyek a friss fogyasztásnál kiemelt jelentőséggel bírnak. Ezek közé az édes íz, a globális ízintenzitás és a lédúság sorolható. Szuperédes, azaz desszert csemegekukorica esetében az összes vízdítható szárazanyag-tartalom 14–22% közötti tartományon belül ingadozik (Beckingham 2007). A kísérletben alkalmazott kezelések hatására a csemegekukorica vízdítható szárazanyag-tartalmában bekövetkezett változásokat a 4. ábrán mutatjuk be.

A homoktalajon termesztett növények BRIX értékei a szuperédes csemegekukoricára jellemző tartományának alsó felében ingadoznak, míg agyagtalajon kizárólag a Wuxal Ascofol-lal való kezelés hatására mértünk nagyobb vízdítható szárazanyag-tartalmat, mint az alsó határérték. A homoktalajt tartalmazó liziméterben termesztett csemegekukorica vízdítható szárazanyag-tartalmában statisztikailag igazolható többletet mértünk, szemben az agyagtalajjal feltöltött lizimétereken termettekkel. Homoktalajon minimálisan ugyan, de a Wuxal Ascofol-lal kezelt csemegekukorica terméseiben mértünk nagyobb BRIX értéket (15,3%). Agyagtalajon a lombfelületre kijuttatott növénykondi-

cionáló szerrel kezelt növények terméseiben 14,8% volt a vízdoldható szárazanyag-tartalom értéke, míg az Explorer 21-el kezeltké csupán 13,8%. Ezek az értékek statisztikailag igazolható különbségeknek bizonyultak az agyagtalajon termesztett kontroll növényekkel összevetve.

4. ábra. A Dessert R78 F₁ vízdoldható szárazanyag-tartalmának alakulása különböző növénykondicionáló szerrel való kezelés hatására, homok-, illetve agyagtalajon (Karcag, 2019)

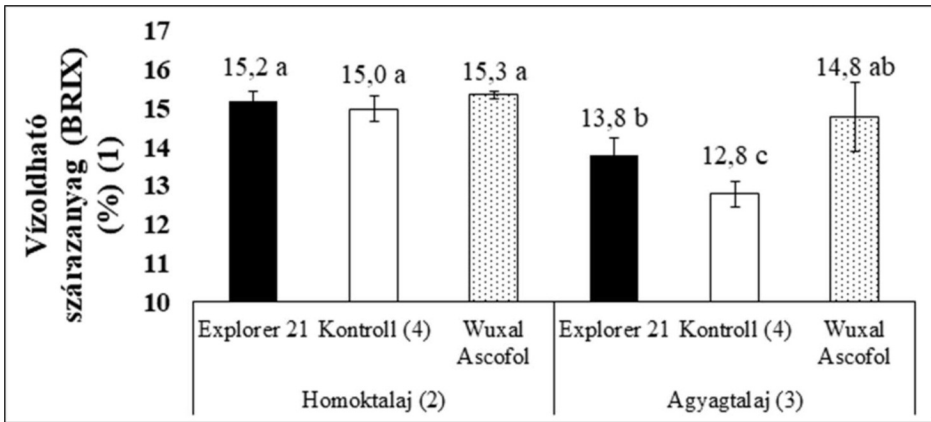


Figure 4. Water-soluble dry matter content of Dessert R78 F₁ as a function of the treatments with plant conditioners on sandy and clay soils (Karcag, 2019). (1) Water-soluble dry matter content (BRIX-index) (%), (2) Sandy soil, (3) Clay soil, (4) Control

Vágott szemek nátriumtartalmának alakulása

Kísérletünk során a csemegekukorica termésének nátriumtartalmát is vizsgáltuk, hogy információt kapjunk, hogy a nagyobb sótartalmú vízzel való öntözés és a növénykondicionáló szerek alkalmazása hogyan befolyásolja ezen elem mennyiségét a zseme szemtermésben. Egy átlagos 70 kg-os ember szervezetében 100 g nátrium található. Legfőbb funkciója az ozmózis nyomás és a vízegyensúly szabályozása, továbbá a sav-bázis egyensúly fenntartásában és az ingerület-átvitelben is szerepe van. A táplálékkal a szervezetbe bevitt nátrium javasolt korlátozása 1500–2000 mg/nap közötti, amely 4–5 g konyhasónak felel meg (Gubicskóné és Szabó 2015). Fahad és Bano (2012) kutatómunkájuk során megállapították, hogy sóterhelés mellett a kukorica növények gyökerei több mint 10-szeres mennyiségű nátrium-, kétszeres kálium-, hétszeres

kalcium- és dupla mennyiségű magnézium-tartalmat halmoztak fel a kontroll (sóval nem terhelt) növényekhez képest.

Az 5. ábrán a kísérletünk során termesztett Dessert R78 F₁ nátriumtartalmának alakulását közöljük. Itt jól látható, hogy az Explorer 21 alkalmazása mellett a vágott szem nátrium- tartalma homok- (169,0 mg/kg) és agyagtalajon (171,5 mg/kg) is nagyobb volt, mint a kontrollnak számító (nem növénykondicionált) növényeké. A Wuxal Ascofol-al kezelt növények termésének nátrium-tartalma homoktalajon 148,0 mg/kg, míg agyagtalajon 152,0 mg/kg volt, azaz kevesebb (mindkét talajtextúrán), mint az Explorer 21-gyel kezeltké, illetve a kontroll egyedeknél mért érték. Ez az eredmény az alkalmazott öntözővíz hatásának tudható be, mivel az alkalmazott homoktalaj, illetve az agyagtalaj (nem szikes) is alacsony nátriumtartalmú. Kísérletünkben a nátrium fő forrása az öntözővíz volt, melynek mennyisége azonos volt minden kezelés esetében.

5. ábra. A Dessert R78 F₁ nátriumtartalmának alakulása különböző növénykondicionáló szerrel való kezelés hatására, homok-, illetve agyagtalajon (Karcag, 2019)

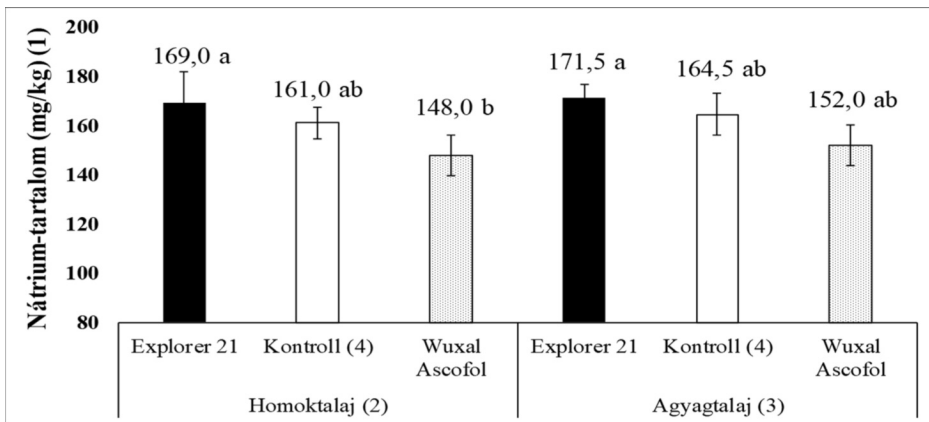


Figure 5. Sodium ion content of Dessert R78 F₁ as a function of the treatments with plant conditioners on sandy and clay soils (Karcag, 2019). (1) Sodium ion content (mg kg⁻¹), (2) Sandy soil, (3) Clay soil, (4) Control

A csemegekukorica élelmi rost-tartalmának alakulása

Az élelmi rostok olyan növényi eredetű poliszacharidok, melyeket a szervezetünk nem, vagy csak részben képes megemészteni, így a vastagbélbe jutva fej-

tik ki jótékony hatásukat. Az ételmi rostok csökkentik a szervezet inzulinigényét, a vérszírok szintjét (magas vérszirsívek esetén), továbbá hozzájárulnak a teltségérzet kialakulásához. Az ajánlott átlagos ételmi rost bevitel napi 30–40 g. Kiemelt fontossága van a megfelelő mennyiségű és minőségű ételmi rost-bevitelnek, hiszen kutatások szerint a rostszegény táplálkozás hozzájárul a cukorbetegség, koszorúérbetegség és emésztési problémák kialakulásához (Armbruszt *et al.* 2012). A kísérletben tesztelt Dessert R78 F₁ ételmi rost-tartalmának alakulása a 6. ábrán látható.

6. ábra. A Dessert R78 F₁ ételmi rost-tartalmának alakulása különböző növénykondicionáló szerrel való kezelés hatására, homok-, illetve agyagtalajon (Karcag, 2019)

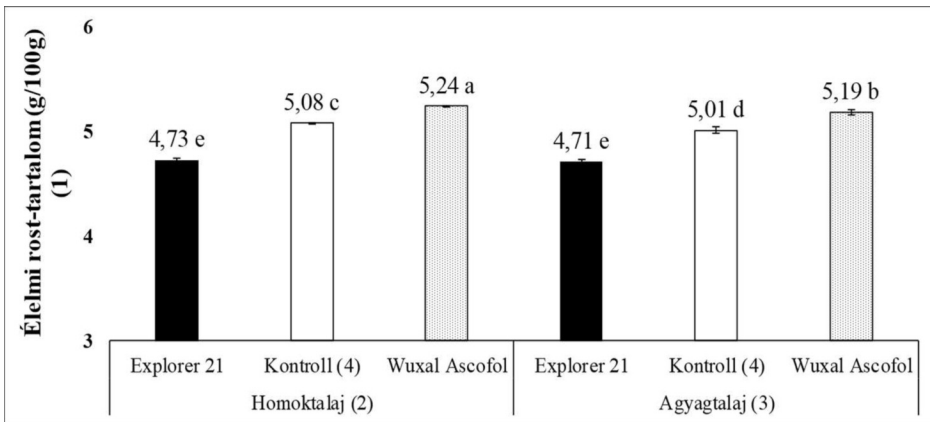


Figure 6. Change of the dietary fiber content of Dessert R78 F₁ in the function of the treatments with plant conditioners on sandy and clay soils (Karcag, 2019). (1) Dietary fiber content (g 100 g⁻¹), (2) Sandy soil, (3) Clay soil, (4) Control

A csemegekukorica átlagos ételmi rost-tartalma: 8,8 gramm 100 grammra vonatkoztatva (Orosz 2009). A kísérletünkből származó minták eredménye, a sós vízzel való öntözés hatására, minden esetben alulmaradt az említett, átlagos mennyiséggel szemben. Azonban a növénykondicionálás hatására statisztikailag igazolható különbségeket tudunk kimutatni. A Wuxal Ascofol-lal való kezelés mindkét talajtípuson nagyobb ételmi rost-tartalmat eredményezett. A hatás homoktalajon volt a legkedvezőbb (5,24 g/100 g), míg az agyagtalajon termelt kukoricacsövek átlagos ételmi rost-tartalma 5,185 g/100 g volt. Az Explorer 21 növénykondicio-

náló szernek nem tudtuk a kedvező hatását kimutatni egyik talajtípuson sem, sőt, az erre a kezelésre jellemző értékek a kontrollhoz képest is alulmaradtak.

A csemegekukorica szemek magháj vastagságának (átszakíthatóságának) alakulása

A csemegekukorica szemek héjvastagságának mind fogyasztói, mind ipari felhasználás szempontjából jelentős szerepe van. A friss fogyasztásra termesztett csemegekukoricával szemben a vásárlók elvárása a roppanósság, ami a szemhéj vastagságával (ellenállóságával) van összefüggésben. Konzervipari felhasználás során szintén kedvezőbb a vastagabb héj, mivel a feldolgozás során kevésbé sérülhetnek az ellenállóbb héjú szemek.

A különböző növénykondicionáló szerrel kezelt csemegekukorica héj-ellenállóságának mikro-penetróméterrel mért eredményei a 7. ábrán láthatók.

7. ábra. A Dessert R78 F₁ magháj penetrációs ellenállásának alakulása különböző növénykondicionáló szerrel való kezelés hatására, homok-, illetve agyagtalajon (Karcag, 2019)

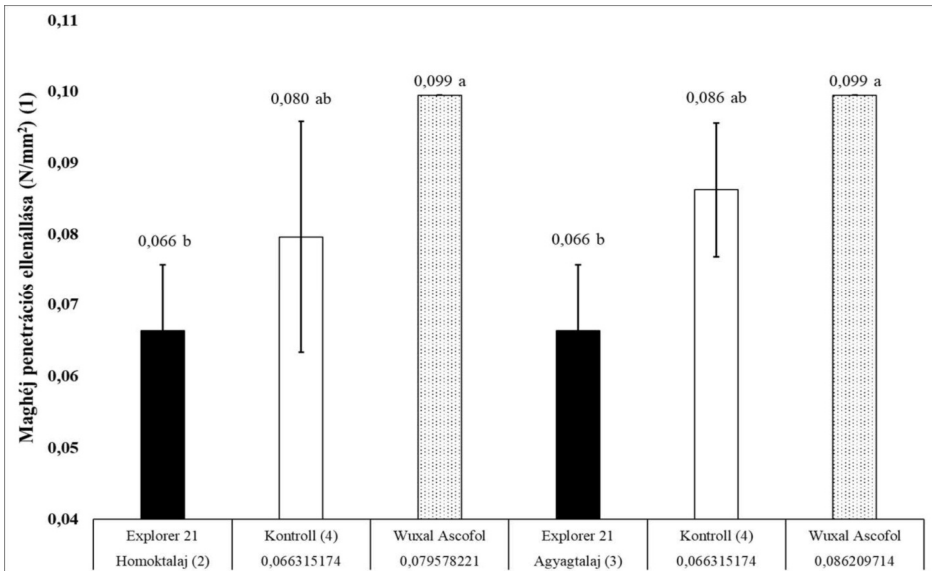


Figure 7. Penetration resistance of the kernels of Dessert R78 F₁ in the function of the treatments with plant conditioners on sandy and clay soils (Karcag, 2019). (1) Penetration resistance of the kernels (N mm⁻²), (2) Sandy soil, (3) Clay soil, (4) Control

Eredményeink alapján megállapítható, hogy mindkét talajtípuson statisztikailag igazolhatóan nagyobb erő kifejtés volt szükséges a Wuxal Ascofol-al való kezelésből származó termékek perikarpiumának felszakításához. Homoktalajon és agyagtalajon is $0,099 \text{ N/mm}^2$ volt ez az érték. Az Explorer 21-gyel való kezelés hatására, illetve a kontroll esetében sem mutatkozott különbség a maghéj átszakíthatóságában a különböző talajtípusokon, tehát körülményeink között a talajtípus nem befolyásolja ezt a minőségi tulajdonságot.

Köszönetnyilvánítás

A kutatómunka az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-19-3 kód-számú Új Nemzeti Kiválóság Programjának szakmai támogatásával készült. A tanulmány alapjául szolgáló kutatást az Innovációs és Technológiai Minisztérium által meghirdetett Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program NKFIH-1150-6/2019 számon támogatta, a Debreceni Egyetem 4. tématerületi programja keretében.

Irodalom

- Armbruszt S.–Breitenbach Z.–Gubicskóné Kisbenedek A.–Mohás M.–Szabó Z.–Szekecsné Szabó Sz.–Ungár Tamás L. né P. É.:* 2012. A táplálkozástudomány alapjai. [In: Figler M. (szerk.) Képzési és Tanácsadási Kézikönyv.] Pécs. 57–66.
- Beckingham, C.:* 2007. Commodity growing guides-Sweet corn. NSW Department of primary Industries. NSW. Australia.
- Carpici, E. B.–Celik, N.–Bayram, G.:* 2010. The effects of salt stress on the growth, biochemical parameter and mineral element content of some maize (*Zea mays* L.) cultivars. African Journal of Biotechnology. 9. 41: 6937–6942.
- Fahad, S.–Bano, A.:* 2012. Effect of salicylic acid on physiological and biochemical characterization of maize grown in saline area. Pak. J. Bot. 44. 4: 1433–1438.
- Flowers, T.J.–Flowers, S. A.:* 2005. Why Does Salinity Pose Such a Difficult Problem for Plant Breeders? Agricultural Water Management. 78. 1–2: 15–24.
- Gubicskóné Kisbenedek A.–Szabó Z.:* 2015. Az élelmiszerek ásványi anyag tartalma. [In: Figler M. (szerk.) Élelmiszer-tudományi ismeretek.] Medicina Könyvkiadó. Budapest. 107–108.
- Hamdia, M. A. E. S.–Shaddad, M. A. K.–Doaa, M. M.:* 2004. Mechanisms of salt tolerance and interactive effects of *Azospirillum brasilense* inoculation on maize cultivars grown under salt stress conditions. Plant Growth Regulation. 44. 2: 165–174.

- Hodossi S.*: 2004. Csemegekukorica. [In: *Hodossi et al.* (szerk.) Zöldségtermesztés szabadföldön.] Mezőgazda Kiadó. Budapest. 340–348.
- Lertrat, K.–Pulam, T.*: 2007. Breeding for increased sweetness in sweet corn. *International Journal of Plant Breed.* 1. 1: 27–30.
- Net1*: Explorer – Range of rooting stimulators. <https://www.olmix.com/plant-care/explorer> (letöltve: 2020. 02. 28.)
- Net2*: Nagyobb termés, jobb színeződés! https://www.kwizda.hu/wuxal_ascofol (letöltve: 2020. 02. 28.)
- Nunes, M. C. N.*: 2008. Color atlas of postharvest quality of fruits and vegetables. Wiley-Blackwell Publishing. USA.
- Orosz F.*: 2009. Termesztéstechnológiai elemek hatása a csemegekukorica koraiságára. Doktori (PhD) disszertáció. Budapesti Corvinus Egyetem. Budapest.
- Sadaiah, K.–Reddy, V. N.–Kumar, S. S.*: 2013. Heterosis and combining ability studies for sugar content in sweet corn (*Zea mays saccharata* L.). *IJSRP.* 3. 3: 1–5.
- Serna-Saldivar, S. O.*: 2018. Corn: Chemistry and Technology. Elsevier.
- Singh, I.–Langyan, S.–Yadava, P.*: 2014. Sweet corn and corn-based sweeteners. *Sugar Tech.* 16. 2: 144–149.
- Sipos L.–Losó V.–Nyitrai Á.–Kókai Z.–Gere A.*: 2017. Érzékszervi kedveltség predikciója mesterséges neurális hálózatokkal, fagyasztott csemegekukorica-fajták példáján bemutatva (Prediction of sensory preference by artificial neural networks, using sweet corn varieties as an example). *Élelmiszervizsgálati Közlemények.* 63. 4: 1740–1757.
- Slezák K. A.*: 2001. Fehér termésű paprika sótűrése. Doktori (PhD) disszertáció. Szent István Egyetem. Gödöllő.
- Szymanek, M.–Dobrzański Jr., B.–Niedziółka, I.–Rybczyński, R.*: 2005. Sweet corn: harvest and technology physical properties and quality. B. Dobrzański Institute of Agrophysics Polish Academy of Sciences.
- Van Oosten, M. J.–Pepe, O.–De Pascale, S.–Silletti, S.–Maggio, A.*: 2017. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture.* 4. 1: 5.
- Zsembeli, J.–Sinka, L.–Rivera-García, A.–Czellér, K.–Tuba, G.–Krištof, K.–Findura, P.*: 2019. Effect of Soil Conditioning on the Moisture Content and the Salt Profile of the soil under irrigation with saline water. *Agriculture (Poľnohospodárstvo).* 65. 2: 77–87.
- Zsembeli, J.–Szűcs, L.–Blaskó, L.*: 2011. Secondary salinization by irrigation from drilled wells in Karcag area. *Növénytermelés.* 183. 3: 305–308.

A szerzők levelezési címe - Address of the authors:

*Sinka Lúcia - Takácsné Dr. Hájos Mária
Debreceni Egyetem MÉK
Kertészettudományi Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032
*sinkalucia@agr.unideb.hu

Dr. Zsembeli József - Dr. Kovács Györgyi - Czellér Krisztina - Tuba Géza
Debreceni Egyetem AKIT
Karcagi Kutatóintézet
Karcag
Kisújszállási út 166.
H-5300

Magyarországi rizs (*Oryza sativa* L.) fajtagyűjtemény hidegtűrésének vizsgálata természetes körülmények között

¹SZÉKELY ÁRPÁD – ¹SZALÓKI TÍMEA – ¹IBADZADE MARKS –

²PAUK JÁNOS – ²LANTOS CSABA – ¹JANCSÓ MIHÁLY

¹NAIK Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóintézet, Szarvas

²Gabonakutató Non-profit Kft., Szeged

Összefoglalás

Magyarország a legészakabban fekvő európai rizstermesztő ország. Ennélfogva a havi átlagos középhőmérséklet még a nyári hónapokban sem éri el a rizs növekedéséhez optimálisnak tartott 25 °C-ot. A talajba történő direkt vetésnél ezért különösen fontos a fajták jó hidegtűrése az egyenletes állomány kialakítása érdekében. A NAIK ÖVKI fajtagyűjteményének szántóföldi tesztelése 2018 és 2019 évek során valósult meg egy-egy 10 napos tavaszi lehűlési periódus eredményeként. A növények klorofilltartalmának változását Konica Minolta SPAD 502 eszköz segítségével rögzítettük. Az eredményeket a változások mértéke szerint csoportosítottuk, majd koordináta rendszerben ábrázoltuk. Az eredményeink alapján az *indica* alfajba tartozó rizsfajták hidegtűrésési képessége gyengébb, mint a *japonica* csoporté. A legérzékenyebbek az *aromatic* csoport tagjai voltak. A *japonica* alfajhoz tartozó fajták közül a 10,54 °C pentád átlaghőmérséklet hatására a *tropical japonica* csoport hidegtűrése nem különbözött jelentősen a *temperate japonica*-tól. A lényegesen alacsonyabb hőmérséklet (5,8 °C) esetén azonban már jelentősen gyengébb értékeket mérhettünk ennél a csoportnál. A kísérlet során nyolc olyan, a *japonica* csoportba tartozó genotípust azonosítottunk (Dunghan Shali, Ábel, Oryzella, Pallagi 77, Risabell/2, Tzjao-Bu-zshi, Jolanda, Chicco), amelyek SPAD értéke az egyik vizsgált évben sem mutatott csökkenést az alacsony hőmérsékleti értékek ellenére sem. További 11 fajta teljesítménye (SZV Szellő, Ringola, M225, Fruzsina M, Köröstáj 333, Auguszta, Risabell B/3, Balilla x Sesia/2, Baldo, Opale, CO39) elérte vagy meghaladta a standard fajták (M202 és Sandora) eredményeit. Az

általunk vizsgált genotípusok közül kiemelhető a CO39, mint az egyetlen, az *indica* csoportba tartozó, jó hidegtűréssel jellemezhető rizsfajta.

Kulcsszavak: rizs, hidegtűrés, klorofilltartalom, SPAD érték

Evaluation of a Hungarian rice (*Oryza sativa* L.) variety collection under natural cold stress

¹Á. SZÉKELY - ¹T. SZALÓKI - ¹IBADZADE MARKS -
²J. PAUK - ²CS. LANTOS - ¹M. JANCSÓ

¹National Agricultural Research and Innovation Centre,
Research Institute of Irrigation and Water Management, Szarvas

²Cereal Research Non-profit Company, Szeged

Summary

Hungary is the northernmost rice-growing country in Europe. Therefore, the monthly mean temperature does not reach 25 °C even during the summer months, which is considered optimal for rice growth. In temperate direct sowing systems, good cold tolerance of varieties is especially important to reach uniform rice seedling establishment. The cold tolerance testing of the NAIK ÖVKI's rice variety collection (Szarvas, Hungary) took place in 2018 and 2019 as a result of 10-days cooling periods, respectively. Changes in chlorophyll content of plants were recorded three times during these suboptimal conditions using a Konica Minolta SPAD 502 instrument. The results were grouped according to the different reactions and then plotted in a coordinate system. Based on the obtained results, the *indica* group was more sensitive to chilling temperature than the *japonica* group. The most sensitive was the *aromatic* group, while the cold tolerance of the *tropical japonicas* did not differ significantly from *temperate japonicas* at 10.54 °C mean pentad temperature, instead of significant differences observed at 5.8 °C. Eight genotypes were identified (Dunghan Shali, Ábel, Oryzella, Pallagi 77, Risabell/2, Tzjao-Bu-zshi, Jolanda, Chicco), all from the *japonica* group, which showed no decrease of SPAD values either at 10.54 °C or 5.8 °C. The performance of another 11 varieties (SZV Szellő, Ringola, M225, Fruzsina M, Köröstáj 333, Augusztá, Risabell B/3, Balilla x Sesia/2, Baldo, Opale, CO39) exceeds the standards

(M202 and Sandora). CO39 was the only one variety that had good cold tolerance and belongs to *indica* variety group.

Key words: rice, cold tolerance, chlorophyll, SPAD

Оценка венгерской коллекции сортов риса (*Oryza sativa* L.) в условиях естественного холодового стресса

¹А. СЕКЕЙ – ¹Т. САЛОКИ – ¹ИБАДЗАДЕ МАРКС –

²Я. ПАУК – ²Ч. ЛАНТОШ – ¹М. ЯНЧО

¹Национальный Центр Сельскохозяйственных Исследований и Инноваций, Научно-исследовательский Институт Ирригации и Водного Хозяйства, Сарваш

²Cereal Research, некоммерческая компания, Сегед

Резюме

Венгрия является самой северной страной по выращиванию риса в Европе, и обычно среднемесячная температура не достигает 25 °С даже в среднем в течении летних месяцев, что считается оптимальным для роста риса. В системах прямого посева с умеренным климатом хорошая холодоустойчивость сортов особенно важна для достижения однородного состояния рассады риса. На коллекции сортов риса НАИК ЭВКИ (NAIK ÖVKI) проводились опыты на холодоустойчивость (Сарваш, Венгрия) в течение 2018 и 2019 годов в результате 10-ти дневного периода охлаждения. Изменения содержания хлорофилла в растениях регистрировались три раза в этих неоптимальных условиях с использованием прибора Konica Minolta SPAD 502. Результаты были сгруппированы по различным реакциям, а затем нанесены в график в системы координат. Исходя из наших результатов, группа *indica* была более чувствительной к низкой температуре, чем группа *japonica*. Наиболее чувствительной была *aromatic* группа, в то время как толерантность к холоду у *tropical* сортов *japonica* существенно не отличалась от умеренных сортов *japonica* при 10,54 °С средней пентад *temperate*, при этом существенные различия наблюдались при 5,8 °С. Было идентифицировано восемь генотипов (Dunghan Shali, Ábel, Oryzella, Pallagi 77, Risabell/2, Tzjao-Bu-zshi, Jolanda, Chicco), все из группы *japonica*, которые не показали снижения значений SPAD ни при 10,54 °С, ни при 5,8 °С. Произ-

водительность еще 11 сортов (SZV Szellő, Ringola, M225, Fruzsina M, Köröstáj 333, Augusztá, Risabell B/3, Balilla x Sesia/2, Baldo, Opale, CO39) превышает стандарт (M202 and Sandora). CO39 был единственным сортом, который обладал хорошей толерантностью к холоду и относится к группе сортов *indica*.

Ключевые слова: рис, толерантность к холоду, хлорофилл, СПАД (SPAD)

Bevezetés

A rizs trópusi, szubtrópusi eredeténél fogva a növekedéséhez optimális hőmérséklet 25–35 °C között van (*Biswas et al.* 2019), így az alacsony hőmérséklet az egyik fő limitáló tényező a mérsékelt égövben és a hegyvidéki rizstermesztő körzetekben is. Ennek megfelelően Magyarországon még a nyári hónapokban sem éri el a havi középhőmérséklet az optimálisnak tartott tartományt.

Az alacsony hőmérséklet minden fejlődési stádiumban hatással lehet a növény növekedésére és fejlődésére a csírázástól a szem telítődéséig, ám az egyes fejlődési stádiumok hidegérzékenysége között jelentős különbségek vannak (*Yoshida* 1981). A rizs érzékeny volta miatt a kritikus hőmérsékleti értékek csírázaskor 10 °C, csíranövény korban 13,5–15,5 °C között (*Yatsuyanagi* 1960, *Bonnecarrère et al.* 2011), míg a virágzás idejében 17 °C fok körül vannak (*Yoshida* 1981).

Az alacsony hőmérséklet okozta károsodás mértéke ennek megfelelően függ a rizs fejlődési stádiumától, a hideg erősségétől és időtartamától is (*Yoshida* 1981).

A korai fejlődés során az alacsony hőmérséklet elnyújtott csírázást, gyenge növekedést és ezzel együtt heterogén állományt eredményez, amely jelentősen megnehezíti a további agrotechnikai lépések időzítését. A tüneteket tekintve elsősorban a levelek sárgulása, csökkent bokrosodás és a törpe növekedés lehet intő jel (*Basuchaudhuri* 2014).

A hidegstressz okozta sérülések kimutatására számos paraméter alkalmazható. A túlélési ráta (*Zhi-Hong et al.* 2005) és a csíranövény fejlettség (*Kim és Tai* 2011, *SES* 2014) a két leggyakoribb hagyományos értékelési módszer (*Bertin et al.* 1996). Hátrányuk, hogy csak vizuális megfigyelésen alapulnak, ami nehezen számszerűsíthető és szubjektív, annak ellenére, hogy e paraméterek korrelálnak a fiziológiai paraméterekkel (*Kim és Tai* 2011). A fiziológiai változások nyomon követését lehetővé tevő pontosabb mérések viszont na-

gyobb számban – akár nemesítési anyagok szűrésére – jelenleg még nehezen kivitelezhetőek. Ezek közül kivétel a növényi sejtek sérülékenységét kifejező ionkiáramlás mérése (Bertin et al. 1996) és a SPAD érték mérése. A SPAD érték egy viszonyszám, ami a levelek klorofilltartalmát hivatott számszerűsíteni. A klorofilltartalom laboratóriumi meghatározása általában szerves oldószeres extrakcióval történik (Porra et al. 1989), szántóföldi körülmények között viszont a gyors mérésekre általánosan használt egyik eszköz a SPAD mérő (pl. Konica Minolta SPAD 502). A SPAD értékek erősen korrelálnak mind a fotoszintetikus rátával (Kato et al. 2004, Kumagai et al. 2009), mind a klorofilltartalommal (Kumagai et al. 2009, Wakiyama 2016), ezért a SPAD mérő alkalmas a fajtagyűjtemények tesztelésére, az abiotikus stresszek okozta levélszínváltozások nyomon követésére (Jiang és Vergara 1986, Huang és Peng 2004). Hidegstressz esetén a klorofilltartalom degradációjának (Yoshida et al. 1996) és lassabb visszaépülésének következményeként (Biswas et al. 2019) a genotípusokra jellemző módon a levelek sárgulása következik be.

A széles körben termesztett rizs (*Oryza sativa* L.) két fő alfajra osztható, melyeknek jellemzően eltérő a hidegtűrésük. A *japonica* alfaj elsősorban a mérsékelt övben terjedt el, míg az *indica* alfaj trópusi, szubtrópusi elterjedésű. A *japonica* fajták nagyobb hidegtűrését számos kutatás igazolta (Mackill és Lei 1997, Kim és Tai 2011, Cruz et al. 2013), míg hidegtűrő *indica* vonalról eddig csak Biswas et al. (2017) számolt be. A *japonica* genotípusok közül Ye et al. (2009) négy fajtát azonosított, melyek véleménye szerint standardként használhatóak a további hidegtűrésű kutatásokban és az eredményeik alapján minden fejlődési fázisban toleránsnak mutatkoznak (Ye et al. 2009). Ebből három kínai, egy pedig magyar fajta, amely a szakirodalomban HSC55 elnevezéssel szerepel. Ez a genotípus 1993-ban Magyarországon Sandora néven államilag elismert rizsfajta lett. Referenciaként használható továbbá a leírások alapján az M202 amerikai fajta is, amiben hajtáskorban működő QTL-ek biztosítják a hidegtoleranciát (Andaya és Mackill 2003).

A hidegtűrés növelése fontos nemesítési célkitűzés, ezért a génforrásként használt fajtagyűjteményünk szántóföldi tesztelése kutatómunkánk kiemelt feladata volt. Erre 2018-ban és 2019-ben is egy-egy 10 napos tavaszi lehűlési periódusban adódott lehetőségünk. Az egyes genotípusok eltérő reakcióinak leírásához a növények klorofilltartalmának változását használtuk fel. A kapott eredmények fontos alapokat biztosítanak a további alap- és alkalmazott kutatásoknak és a nemesítési programunknak is.

Anyag és módszer

Ebben a tanulmányban a klorofilltartalom változását SPAD mérésekkel (Konika Minolta SPAD 502) követtük nyomon a NAIK ÖVKI fajtagyűjteményén 2018-ban a NAIK ÖVKI Galambosi Rizskísérleti Telepén (Szarvas), míg 2019-ben a NAIK ÖVKI Liziméter Telepén (Szarvas). A meteorológiai adatokat Boreas Agromet-Solar automata meteorológiai állomások biztosították.

A hidegtűrési vizsgálatok során genotípusonként 60–60 db szem került elvetésre egy-egy 1 méteres sorba. Az alkalmazott növénytermesztési technológia az általános üzemi technológiát követte (3–4 cm vetésmélység, preemergens gyomirtás és kelesztő árasztások). A mérések a növények 2–3 leveles állapotában történtek.

2018-ban 100, míg 2019-ben 117 olyan fajta és nemesítési vonal tesztelését végeztük el, amelyek eredetéről szakirodalmi adatok állnak rendelkezésünkre (*1. melléklet*). A kísérlet 10 napig tartott, a nulladik időpont a természetes lehűlési periódus kezdete egyben a kísérlet kezdetét is jelentette, az 5. napon történt az első mérés, közvetlenül a lehűlési periódus után, míg újabb öt nap regeneráció után a 10. napon is mértük a SPAD értékek változását. A kísérlet alatt mért hőmérsékleti minimumok az *1. ábrán* láthatóak. 2018-ban a minimum hőmérsékletek pentád átlaga 10,54 °C volt, míg a regenerációs fázisban 16,16 °C. 2019-ben viszont csak 5,8 °C és 13,88 °C voltak a pentádonként mért átlagos minimumok. Így jól látható, hogy 2018-ban egy mérsékelt stresszhatás érte a növényeket, míg 2019-ben egy erőteljesebb. Ekkor még a regenerációs fázis is a kritikus hőmérsékleti tartomány közelében (13,5–15,5 °C) maradt.

A SPAD mérés a növények 2–3 leveles állapotában történt. Minden egyes fajtáról 10 levelet mértünk meg, az egyes értékek három, a levelek hosszában végzett mérés átlagát tartalmazzák.

A fajtákat a változás mértéke alapján öt kategóriába soroltuk (*1. táblázat*). Az esetleges mérési bizonytalanság elkerülése végett az 1 SPAD egységnyi változást nem tekintettük jelentős különbségnek (*1. táblázat*, 2. kategória)

A fajták reakcióinak azonosítása után a SPAD értékeket koordináta rendszerben ábrázoltuk. Az x tengelyen az 5. napi változást, az y tengelyen pedig a 10. napi értékeket tüntettük fel. Így négy negyedlet kapunk. Az I. negyedbe azok a fajták kerülnek, melyek mind a két időpontban pozitív SPAD értékkel rendelkeznek a kiindulási értékekhez képest, ezeket nevezhetjük toleránsnak.

1. ábra. A két tenyészidőszakban folytatott kísérlet két-két pentádjá alatt tapasztalt minimum hőmérsékleti értékek és viszonyuk a kritikus hőmérsékleti tartományhoz (NAIK ÖVKI Galambosi Rizskísérleti Telep automata meteorológiai állomásának adatai alapján, 2018, 2019)

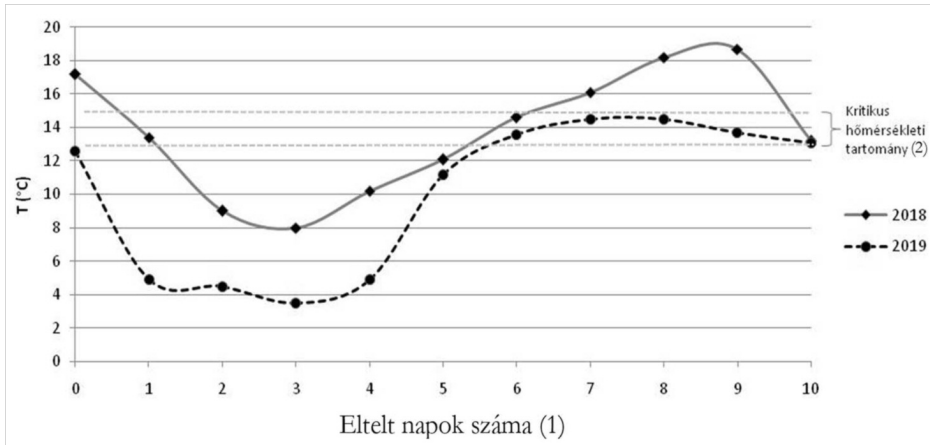


Figure 1. Minimum temperatures experienced during the 10 days of the experiment and their relationship to the critical temperature range (NAIK ÖVKI Rice Research Station, Szarvas, 2018, 2019). (1) Number of days passed, (2) Critical temperature range

1. táblázat. SPAD értékek változása alapján felállított kategóriák az egyes genotípusok reakcióinak elkülönítésére

Kategória (1)	Változás (2)	Magyarázat (3)
1.	>+1	SPAD emelkedés legalább 1 egységgel (4)
2.	+1(-1)	Nem tapasztalható jelentős változás (5)
3.	-1(-2)	SPAD csökkenés 1-2 egységgel (6)
4.	-3(-5)	SPAD csökkenés 3-5 egységgel (7)
5.	>-5	SPAD csökkenés >5 egységgel (8)

Table 1. Categories based on changes in SPAD values. (1) Category, (2) Change, (3) Explanation, (4) SPAD increase by at least 1 unit, (5) No notable change was observed, (6) SPAD decrease by 1-2 units, (7) SPAD decrease by 3-5 units, (8) SPAD decrease by >5 units

A II. negyedbe azok kerülnek, melyek az 5. npra SPAD érték csökkenést mutattak, de a 10. npra képesek voltak regenerálódni. A III. negyedbe az abszolút érzékeny genotípusok kerültek, melyek mind a két időpontban negatív

értékeket mutattak. A IV. negyedbe pedig az olyan fajták kerültek, amelyeknek az 5. napra emelkedett, míg a 10. napra csökkent a SPAD értékük. Az így nyert reakciókat és eloszlásokat a kísérletünkben is szereplő, a szakirodalom által is bizonyított, hideg toleráns fajták értékeihez viszonyítottuk (M202, Sandora).

Eredmények

2018-ban a fajták 68%-ára nem hatott jelentősen az alacsony hőmérséklet (10,54 °C), a SPAD értékek ezeknél a genotípusoknál kis mértékben emelkedtek, vagy maximum 1 egységgel csökkentek (2. táblázat, I. és II. kategória).

2. táblázat. A vizsgált fajták százalékos megoszlása (%) az egyes kategóriák között a kísérlet 5. és 10. napján – a vizsgált két év alatt a SPAD értékük változása alapján (Szarvas, 2018, 2019)

Kategória (1)	SPAD változás a kontroll időponthoz képest (2)	2018		2019	
		5. nap (3)	10. nap (4)	5. nap (3)	10. nap (4)
1.	>+1	33	61	1	30
2.	+1-(-1)	35	24	19	30
3.	(-1)-(-3)	16	13	43	18
4.	(-3)-(-5)	12	1	17	9
5.	>-5	4	1	20	13

Table 2. The distribution of percentage (%) of examined varieties in the different categories in 5th and 10th day of the experiment during 2 years, based on the change of SPAD values (Szarvas, Hungary, 2018, 2019). (1) Category, (2) Change in the SPAD values compared to the control period, (3) Day 5, (4) Day 10

Egynél nagyobb mértékű csökkenést 32%-ban tapasztaltunk. Ebben a 32%-ban elsősorban az *indica*, *aus* és *aromatic* típushoz tartozó trópusi eredetű fajták találhatók. Ezen csoportok átlagos SPAD értéke 3,5–3,7 értékkel csökkent (3. táblázat), kivétel a CO39, aminek SPAD értéke nem változott az 5. napra. A *tropical japonica* csoport mérsékelt csökkenést mutatott (0,4), míg a *temperate japonica* típus értékei még növekedtek is a kontrollhoz képest. Kivételt képez egy *temperate japonica* vonal (Japonka), amely 3,28 SPAD érték csökkenést produkált az 5. napra. A 10. napra az érzékeny genotípusok aránya 15%-ra csök-

kent. Ezek azok a fajták, amelyek a regenerációs fázisra sem érték el a hidegkezelés előtti SPAD érték szintet. Ezek kizárólag az *indica*, *aus* és *aromatic* fajtakörbe tartoznak. A *temperate japonica* és *tropical japonica* csoport tagjai regenerálódni tudtak. A kísérletünkben szereplő fajták közül a legérzékenyebb az IR74371-70-1-1 fülöp-szigeteki nemesítési anyag, ami kiugróan magas, 12 SPAD csökkenést szenvedett el a 10. napra.

3. táblázat. Az átlagos SPAD értékek változása a kontroll fajták eredményeivel összehasonlítva a különböző fajtakörökben (Szarvas, 2018, 2019)

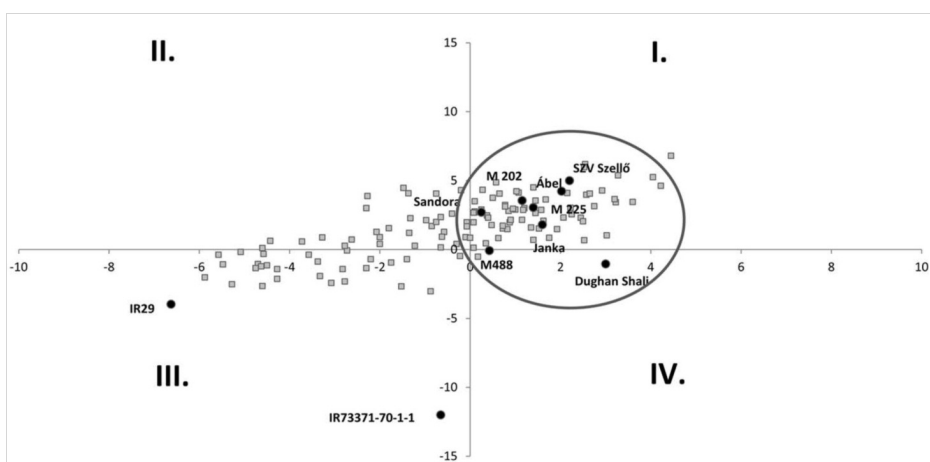
Fajtakör (1)	2018			2019		
	Kontroll (2)	5. nap (3)	10. nap (4)	Kontroll (2)	5. nap (3)	10. nap (4)
<i>indica</i>	34,5	-3,5	-1,8	20,1	-3,9	-3,6
<i>temp. japonica</i>	34,9	1,2	2,7	23,9	-2,0	0,6
<i>trop. japonica</i>	36,5	-0,4	1,7	22,8	-4,0	-0,8
<i>aus</i>	32,6	-3,6	-0,8	21,2	-3,9	-4,1
<i>aromatic</i>	30,8	-3,7	-1,3	24,1	-5,9	-6,7

Table 3. Changes of SPAD values in different rice groups in comparison to the control varieties (HSC55, M202) (Szarvas, 2018, 2019). (1) Variety range, (2) Control, (3) Day 5, (4) Day 10

2019-ben az erőteljesebb hidegstressz (5,8 °C) eredményeként a fajták 80%-a SPAD érték csökkenést mutatott már az 5. napra (2. táblázat) – függetlenül attól, hogy melyik fajtakörbe tartozik –, viszont a fajták 20%-a egyáltalán nem mutatott jelentős károsodást az 5. napra. Ezen fajták mindegyike *japonica* volt. A regeneráció fázisában csökkent az érzékeny reakciót mutató növényfajták száma, de még így is a fajták 40%-a a 10. napra sem tudta kiheverni a hidegstressz károsító hatásait. Ezek többségében az *indica*, *aus* és *aromatic* fajtakörbe tartoznak, kivétel az *indica* csoportból a CO39 és a Teqing fajta, a *tropical japonica*-ból pedig az Arsenal. A legérzékenyebb csoport 2019-ben az *aromatic* volt, ide tartoznak a Basmati fajtakörbe tartozó genotípusok, amelyek SPAD értéke átlagosan 6,7-del csökkent (3. táblázat). Az *indica*, *aus* és *tropical japonica* vonalak átlagosan 3,9–4,0 SPAD csökkenést mutattak. A legkisebb csökkenést 2019-ben is a *temperate japonica* csoportnál mérhettük. A legérzékenyebb vonal szintén az IR74371-70-1-1 fülöp-szigeteki nemesítési anyag volt, amelynek SPAD értéke a 10. napra 13,95 csökkenést mutatott.

A fajták teljesítményeinek könnyebb összehasonlítása érdekében a hideg hatására bekövetkezett reakcióikat koordináta rendszerben ábrázoltuk (2. ábra). 2018-ban az enyhébb stressz (10,54 °C) következtében 55 fajta került az I. negyedbe, 18 db a II.-ba, 23 db a III.-ba és 3 db a IV. negyedbe. A hidegtűrő standard M202 és Sandora több Magyarországon államilag elismert rizsfajtaival (Janka, M225, M488, Oryzella, SZV Szejlő) együtt az I. negyedben vannak. A II. negyedbe olyan fajták tartoznak, mint a Japonka, Sprint, Selenio és a Teqing. A legérzékenyebb fajtának az IR74371-70-1-1 és az IR 29 bizonyult, így azok a III. csoportba kerültek. Az előbbinek a klorofilltartalma a 10. napra 12 egységnyit csökkent.

2. ábra. SPAD érték változás a kiindulási értékekhez képest 2018-ban



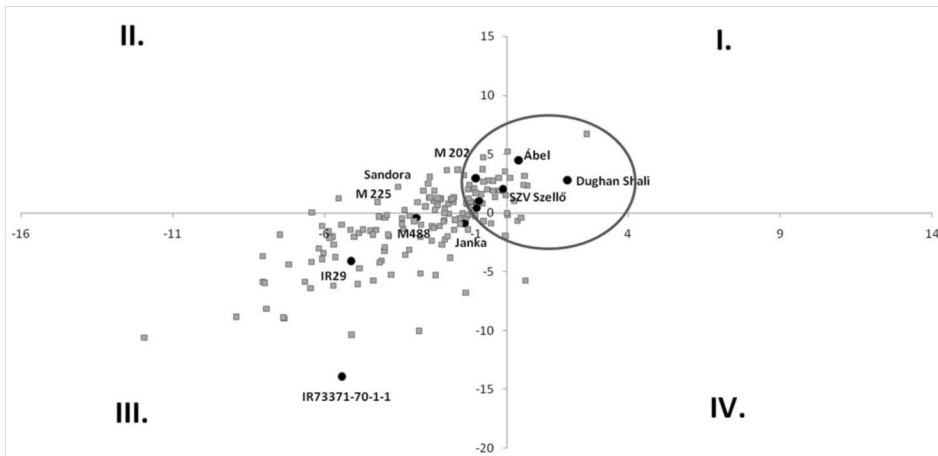
Megjegyzés: az x tengely az 5. napi változást, az y tengely pedig a 10. napi változást mutatja.

Figure 2. Change in SPAD value compared to control in 2018. Note: the x-axis shows the change on day 5 and the y-axis shows the change on day 10.

2019-ben az alacsonyabb hőmérséklet (5,8 °C) következtében jóval kevesebb fajta került az I. negyedbe (3. ábra), ezek (nyolc vonal) mindegyike a *japonica* típushoz tartozik (Dunghan Shali, Ábel, Oryzella, Pallagi 77, Risabell/2, Tzjao-Bu-zshi, Jolanda, Chicco). A II. és III. negyedbe jóval több genotípus került (49 és 55). A II. negyedbe került a Japonka, Sprint, Selenio és a Teqing. A legérzékenyebbnek (III. negyed) ebben az évben is az IR74371-70-1-1 bizonyult, klorofilltartalma közel 14 egységnyivel csökkent a 10. napra. A IV. negyedbe pedig összesen négy fajta került. Az utóbbi három kategóriában a *japo-*

nica és *indica* vonalak vegyesen fordulnak elő. A standardként használt M202 és Sandora SPAD értéke is 1 egységgel csökkent az 5. napra, amit a regeneráció alatt a hidegperiódus előtti szintre tudtak növelni. A szigorúan az I. negyedben levő nyolc genotípus mellett ezért a nemesítési szempontokat is figyelembe véve kiterjeszthetjük a toleráns genotípusok körét az M202 és Sandora értékeinél jobbakra, így a nyolc vonal mellé még 11 vonal kerülhet, ami a két standard fajtánál jobban teljesített.

3. ábra. SPAD érték változás a kontrollhoz képest 2019-ben



Megjegyzés: az x tengely az 5. napi változást, az y tengely pedig a 10. napi változást mutatja.

Figure 2. Change in SPAD value compared to control in 2019. Note: the x-axis shows the change on day 5 and the y-axis shows the change on day 10.

Következtetés

Számos a NAIK ÖVKI fajtagyűjteményében is rendelkezésre álló fajtát használnak hidegtűrési standardként a világon. Az M202-t (*Andaya* és *Mackill* 2003), a Nipponbare-t (*Yang et al.* 2013), a Hitomebore-t (*Nakagomi* 2013) és a HSC 55-öt (Sandora) (*Basuchaudhuri* 2014) toleránsként, míg az IR50-et (*Andaya* és *Mackill* 2003), az IR29-et (*Zhang et al.* 2012) és a Teqing-et (*Zhi-Hong et al.* 2005) érzékenyként. Az előbbieket kivétel nélkül a *japonica* csoportba tartoznak, míg az utóbbiak az *indica* csoportba. Hidegtűrő *indica* vonalat eddig *Biswas et al.* (2017) publikált. Számos tudományos cikk megerősíti, hogy a *japonica* hidegtűrése nagyobb, mint az *indica* csoportba tartozó fajtá-

ké (Mackill és Lei 1997, Cruz et al. 2013). Megfigyelésünk is alátámasztja ezt, hiszen 10,54 °C pentád középhőmérséklet mellett – három genotípus kivételével – az *indica* csoport tagjainak csökkent a SPAD értéke. A regenerációs fázisra viszont kizárólag az *indica* csoportba tartozóknak csökkent tovább a klorofilltartalma. A *tropical japonica* csoport hidegtűrése gyengébbnek mutatkozott a *temperate japonica* csoporthoz képest mind a két évben, azonban míg 2018-ban megközelítette, 2019-ben az *indica* és *aus* csoporttal megegyező teljesítményt mutatott. Az előbbi erősíti meg Mackill és Lei (1997) eredménye is, viszont úgy tűnik, hogy ez 10,54 °C mellett érvényes, de erőteljesebb stressz esetén (5,8 °C) már teljesítménye kevésbé különbözik a legérzékenyebektől.

A Teqing és CO39 fajtáknál tapasztaltuk az *indica* csoporton belül a legnagyobb hidegtoleranciát, mindkét évben az 5. napon mért SPAD csökkenést a regeneráció alatt képesek voltak a kezelés előtti szintre emelni. Ráadásul az utóbbi a standardok (M202 és Sandora) teljesítményét is elérte, így ez a fajta az egyetlen *indica* csoportba tartozó genotípus a fajtagyűjteményünkben, amely jelentős hidegtoleranciát mutatott.

A kísérlet során igazolódott, hogy a magyar fajták általánosan jó hidegtoleranciát mutatnak, amelyet elsősorban a hazai éghajlati viszonyok között végzett szelekciós munkának köszönhetünk. A nemzetközi irodalomban is elismert Sandora (HSC-55) az M202-höz hasonló mértékű toleranciát mutat. Az Ábel, Dunghan Shali, M225, Oryzella, és a NAIK ÖVKI legújabb rizsfajtája, az SZV Szellő (2020) pedig e két referencia fajtához képest is kiemelkedő toleranciát mutatott. A legérzékenyebbnek mutató IR29-et és az IR74371-70-1-1-et negatív kontrollként lehet használni a további kísérletekben.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás háttérét a NAIK AM-OD002 projekt (A magyar rizs általános alkalmazkodó-képességének fokozása) és a NKFIH (GINOP-2.3.3-15-2016-00042) biztosította. A trópusi fajták és nemesítési anyagok az IRRI INGER projekt által kerültek a NAIK ÖVKI fajtagyűjteményébe.

Irodalom

Andaya, V. C.–Mackill, D. J.: 2003. Mapping of QTLs associated with cold tolerance during the vegetative stage in rice. J. Exp. Bot. 54: 2579–2585.

- Basuchaudhuri, P.*: 2014. Cold Tolerance in Rice Cultivation. CRC Press.
- Bertin, P.-Kinet, J. M.-Bouharmont, J.*: 1996. Evaluation of chilling sensitivity in different rice varieties. Relationship between screening procedures applied during germination and vegetative growth. *Euphytica*. 89: 201–210.
- Biswas, P. S.-Khatun, H.-Das, N.-Sarker, Md. M.-Anisuzzaman, M.*: 2017. Mapping and validation of QTLs for cold tolerance at seedling stage in rice from an indica cultivar Habiganj Boro VI (Hbj.BVI). 3 *Biotech*. 7: 359.
- Biswas, P. S.-Rashid, Md. M.-Khatun, H.-Yasmeen, R.-Biswas, J. K.*: 2019. Chapter 11 – Scope and Progress of Rice Research Harnessing Cold Tolerance. [In: *Hasanuzzaman et al.* (eds.) *Advances in Rice Research for Abiotic Stress Tolerance*.] Woodhead Publishing. 225–264.
- Bonnecarrère, V.-Borsani, O.-Díaz, P.-Capdevielle, F.-Blanco, P.-Monza, J.*: 2011. Response to photooxidative stress induced by cold in japonica rice is genotype dependent. *Plant Science*. 180: 726–732.
- Cruz, R. P.-da Sperotto, R. A.-Cargnelutti, D.-Adamski, J. M.-FreitasTerra, T.-de Fett, J. P.*: 2013. Avoiding damage and achieving cold tolerance in rice plants. *Food and Energy Security*. 2: 96–119.
- Huang, J.-Peng, S.*: 2004. Comparison and Standardization among Chlorophyll Meters in their Readings on Rice Leaves. *Plant Production Science*. 7: 97–100.
- Jiang, J. X. X.-Vergara, B. S.*: 1986. Chlorophyll meter (SPAD-501) to quantify relative cold tolerance in rice. *International Rice Research Newsletter*. 11: 10–11.
- Kato, M.-Kobayashi, K.-Ogiso, E.-Yokoo, M.*: 2004. Photosynthesis and Dry-Matter Production during Ripening Stage in a Female-Sterile Line of Rice. *Plant Production Science*. 7: 184–188.
- Kim, S. I.-Tai, T. H.*: 2011. Evaluation of seedling cold tolerance in rice cultivars: a comparison of visual ratings and quantitative indicators of physiological changes. *Euphytica*. 178: 437–447.
- Kumagai, E.-Araki, A.-Kubota, F.*: 2009. Correlation of Chlorophyll Meter Readings with Gas exchange and Chlorophyll Fluorescence in Flag Leaves of Rice (*Oryza sativa* L.) Plants. *Plant Production Science*. 12: 50–53.
- Mackill, D. J.-Lei, X.*: 1997. Genetic Variation for Traits Related to Temperate Adaptation of Rice Cultivars. *Crop Science*. 37: 40–51.
- Nakagomi, K.*: 2013. Selection of New Check Rice Varieties for Evaluating High Cold Tolerance and the Development of Breeding Lines with High Cold Tolerance in the Tohoku Region of Japan. *JARQ*. 47: 1–7.
- Porra, R. J.-Thompson, W. A.-Kriedemann, P. E.*: 1989. Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Bioenergetics*. 975: 384–394.

- SES: 2014. Standard evaluation system for rice (SES). 5th edition. International Rice Research Institute. Los Baños. Philippines.
- Wakiyama, Y.: 2016. The Relationship between SPAD Values and Leaf Blade Chlorophyll Content throughout the Rice Development Cycle. Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ. 50: 329–334.
- Yang, Z.–Huang, D.–Tang, W.–Zheng, Y.–Liang, K.–Cutler, A.J.–Wu, W.: 2013. Mapping of Quantitative Trait Loci Underlying Cold Tolerance in Rice Seedlings via High-Throughput Sequencing of Pooled Extremes. PLoS One. 8.
- Yatsuyanagi, S.: 1960. Scheduled cultivation of rice in Tohoku region. Agric. Hortic. 35: 931–934.
- Ye, C.–Fukai, S.–Goldwin, I.–Reinke, R.–Snell, P.–Schiller, J.–Basnayake, J.: 2009. Cold tolerance in rice varieties at different growth stages. Crop and Pasture Science. 60: 328–338.
- Yoshida, R.–Kanno, A.–Sato, T.–Kameya, T.: 1996. Cool-Temperature-Induced Chlorosis in Rice Plants (I. Relationship between the Induction and a Disturbance of Etioplast Development). Plant Physiology. 110: 997–1005.
- Yoshida, S.: 1981. Climatic environment and its influence. Climatic Environment and its Influence. 65–110.
- Zhang, T.–Zhao, X.–Wang, W.–Pan, Y.–Huang, L.–Liu, X.–Zong, Y.–Zhu, L.–Yang, D.–Fu, B.: 2012. Comparative Transcriptome Profiling of Chilling Stress Responsiveness in Two Contrasting Rice Genotypes. PLoS One. 7: e43274.
- Zhi-Hong, Z.–Li, S.–Wei, L.–Wei, C.–Ying-Guo, Z.: 2005. A major QTL conferring cold tolerance at the early seedling stage using recombinant inbred lines of rice (*Oryza sativa* L.). Plant Science. 168: 527–534.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

*Székely Árpád – Szalóki Tímea – Marks Ibadzade – Jancsó Mihály
NAIK Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóintézet
Szarvas
Anna-liget u. 35.
H-5540
*szekely.arpad@ovki.naik.hu

Dr. Pauk János – Dr. Lantos Csaba
Gabonakutató Non-profit Kft.
Szeged
Alsó kikötő sor 9.
H-6726

1. melléklet. A NAIK ÖVKI fajtagyűjteményéből a kísérletben felhasznált vonalak jegyzéke a fajtakör és származási ország megjelölésével

Fajta (1)	Fajtakör (2)	Származás (3)
18 Ábel K	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Ábel	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Adelino	<i>trop. japonica</i>	Olaszország
Arsenal	<i>trop. japonica</i>	Olaszország
Augusztá	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
B 40	<i>indica</i>	Indonézia
Baldo	<i>temp. japonica</i>	Olaszország
Balilla x Rizotto_1	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Balilla x Rizotto_2	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Balilla x Rizotto_3	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Balilla x Sesia_1	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Balilla x Sesia_2	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Berthone x Cirqua	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Bioryza	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Chicco	<i>temp. japonica</i>	Olaszország
Cigalon	<i>temp. japonica</i>	Franciaország
CO 39	<i>indica</i>	Fülöp-szigetek
D.Shali	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
D.Shali 336	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
D.Shali 336_2	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
D.Shali 336_3	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
D.Shali x Kubáni 140	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Dáma	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Dáma_2	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Dáma K	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Diamante	<i>temp. japonica</i>	Chile
Dom Sofid	<i>aromatic</i>	Irán
Dular	<i>aus</i>	India

Az 1. melléklet folytatása a következő oldalon...

... az 1. melléklet folytatása

Fajta (1)	Fajtakör (2)	Származás (3)
F3/28	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
F3/9	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Fruzsina	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Fruzsina GH3	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Góliát	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
I/7	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
IR 43	<i>indica</i>	Fülöp-szigetek
IR 50	<i>indica</i>	Fülöp-szigetek
IR 60080-46A	<i>trop. japonica</i>	Fülöp-szigetek
IR 64	<i>indica</i>	Fülöp-szigetek
IR13K111	<i>temp. japonica</i>	Fülöp-szigetek
IR-29	<i>indica</i>	Fülöp-szigetek
IR-29_2	<i>indica</i>	Fülöp-szigetek
IR74371-70-1-1	<i>indica</i>	Fülöp-szigetek
IRAT 109	<i>trop. japonica</i>	Elefántcsontpart
IRAT 109_2	<i>trop. japonica</i>	Elefántcsontpart
IRAT 112	<i>trop. japonica</i>	Elefántcsontpart
IRAT 112_2	<i>trop. japonica</i>	Elefántcsontpart
IRRI 123	<i>indica</i>	Fülöp-szigetek
IRRI 142	<i>temp. japonica</i>	Fülöp-szigetek
IRRI 146	<i>indica</i>	Fülöp-szigetek
IRRI 147	<i>indica</i>	Fülöp-szigetek
IRRI 154	<i>indica</i>	Fülöp-szigetek
IRRI 156	<i>indica</i>	Fülöp-szigetek
IRRI 174	<i>indica</i>	Fülöp-szigetek
IRRI 179	<i>indica</i>	Fülöp-szigetek
IRRI 180	<i>indica</i>	Fülöp-szigetek
IRRI 181	<i>indica</i>	Fülöp-szigetek
Janka	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Japonka	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Jirasar 280	<i>temp. japonica</i>	India
Jolanda	<i>temp. japonica</i>	Olaszország

Az 1. melléklet folytatása a következő oldalon...

... az 1. melléklet folytatása

Fajta (1)	Fajtakör (2)	Származás (3)
Kákai 203	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Karmina	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Kései Kerek	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Ketaki	<i>indica</i>	India, Nepál
Kitashali	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Korai Gladio	<i>trop. japonica</i>	Olaszország
Koshihikari	<i>temp. japonica</i>	Japán
Köröstáj 333	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Loto	<i>temp. japonica</i>	Olaszország
M 202	<i>temp. japonica</i>	USA
M225	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
M488	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
M60	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Mak-Hin-Soung	<i>trop. japonica</i>	Laosz
Mangala	<i>indica</i>	India
Maratelli	<i>temp. japonica</i>	Olaszország
Maratelli_2	<i>temp. japonica</i>	Olaszország
Marilla	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Marilla_2	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Moroberekan	<i>trop. japonica</i>	Guinea
MTU 1010	<i>indica</i>	India
N22	<i>indica</i>	India
NC Kerek	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Nembo	<i>temp. japonica</i>	Olaszország
Nipponbare	<i>temp. japonica</i>	Japán
Nucleoryza	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Opale	<i>temp. japonica</i>	Olaszország
Oryzella	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Janka	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Japonka	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Jirasar 280	<i>temp. japonica</i>	India
Jolanda	<i>temp. japonica</i>	Olaszország

Az 1. melléklet folytatása a következő oldalon...

... az 1. melléklet folytatása

Fajta (1)	Fajtakör (2)	Származás (3)
P 153	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Pallagi 77	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
PSB RC 10	<i>indica</i>	Fülöp-szigetek
PSB RC 44	<i>indica</i>	Fülöp-szigetek
PSB RC 44_2	<i>indica</i>	Fülöp-szigetek
PSB RC 92	<i>indica</i>	Fülöp-szigetek
PSB RC 94	<i>indica</i>	Fülöp-szigetek
PSB RC 96	<i>indica</i>	Fülöp-szigetek
Pusa Basmati	<i>aromatic</i>	India
Pusa Basmati 1	<i>aromatic</i>	Pakisztán
Raja De Ponta Escura	<i>temp. japonica</i>	Portugália
RB_2	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
RCAT 010 590	<i>temp. japonica</i>	Bulgária
Ringola	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Risabell	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Risabell B-3/13	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Sandora	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Selenio	<i>temp. japonica</i>	Olaszország
Sfera	<i>temp. japonica</i>	Olaszország
Sprint	<i>trop. japonica</i>	Olaszország
SZV Szellő	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
SZV Szellő_2	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Tápioryza x H9	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
Teqing	<i>indica</i>	Kína
Thai Bonnet	<i>trop. japonica</i>	USA
Tzjao-Bu-zshi	<i>temp. japonica</i>	Magyarország
UPLRI 7	<i>indica</i>	Fülöp-szigetek
Vandana	<i>indica</i>	India

Annex 1. Registry of lines originating from the variety collection of NAIK ÖVKI to be used in the experiment, with the indication of the variety range and country of origin. (1) Variety, (2) Variety range, (3) Country of origin



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
