

Crop
Production

HERMAN OTTÓ INTÉZET

NÖVÉNYTERMELÉS

64. kötet | 4. szám | 2015. december

Alapítás éve: 1952

Főszerkesztő: Nagy János



Az őszi búzából (*Triticum aestivum* L.) őrölt liszt sütőipari minőségének változása az évjárat függvényében Karcagon

Digitális magmorfometria II.
– Az alakor (*Triticum monococcum* L.) két alfajának (*T. m. ssp. aegilopoides*, *T. m. ssp. monococcum*) magmorfometriai jellemzése

A tápanyag-ellátottság hatása a silócirok (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) minőségére I. – N-ellátottság

www.agrarlapok.hu

Növénytermelés

CROP PRODUCTION

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

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

Megjelenés egy kötet négy füzetben.

A Növénytermelést a SCOPUS és a Google Scholar indexeli.

Szerkesztőség:

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

Megrendeléseiket az alábbi elérhetőségeinken várjuk:

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

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

ISSN 0546-8191
Növényterm 64 (2015) 4
Printed in Hungary

Növénytermelés

CROP PRODUCTION

64. kötet, 4. szám, 2015. december

Főszerkesztő/Editor-in-Chief:

JÁNOS NAGY

Szerkesztőbizottság/Editorial Board:

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

FÖLDMŰVELÉSÜGYI MINISZTERIUM

A kiadásért felelős a Herman Ottó Intézet főigazgatója
A nyomást és kötést a Demax Művek Nyomdaipari Kft. végezte
Felelős szerkesztő: Dr. Nagy János
Fedélterv: Dávid Ildikó
Fotót készítette: Dr. Rátonyi Tamás
ISSN 0546-8191

TARTALOM

<i>Czimbalmos Ágnes</i> : Az őszi búzából (<i>Triticum aestivum</i> L.) őrlött liszt sütőipari minőségének változása az évjárat függvényében Karcagon	5
<i>Emődi Andrea–Gyulai Gábor–Vinogradov Szergej–Mravcsik Zoltán–Gyulai Ferenc–Irwin Rovner</i> : Digitális magmorfometria II. – Az alakor (<i>Triticum monococcum</i> L.) két alfajának (<i>T. m. ssp. aegilopoides</i> , <i>T. m. ssp. monococcum</i>) magmorfometriai jellemzése	23
<i>Izsáki Zoltán–Németh Tamás</i> : A tápanyag-ellátottság hatása a silócirok (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench) minőségére I. – N-ellátottság	39
<i>Kincses Sándorné–Varga Júlia Csilla–Balláné Kovács Andrea</i> : A termesztésmód hatása a fejes saláta (<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>capitata</i>) egyes beltartalmi mutatóira	61

SZEMLE

<i>Halász András–Tasi Julianna–Rásó János</i> : Fás legelők, legelőerdők, erdősávok és fasorok használata ökológiai gazdálkodási rendszerben	77
--	----

CONTENTS

<i>Á. Czimbalmos</i> : Baking quality of flour ground from winter wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) in different crop years in Karcag	5
<i>A. Emődi–G. Gyulai–Sz. Vinogradov–Z. Mravcsik–F. Gyulai–R. Irwin</i> : Digital grain morphometry II. – Grain morphometric description of the two subtypes of einkorn wheat (<i>Triticum monococcum</i> L.) (<i>T. m. ssp. aegilopoides</i> , <i>T. m. ssp. monococcum</i>)	23
<i>Z. Izsáki–T. Németh</i> : The effect of nutrient supply on the quality of silo sorghum (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench) I. –N supply	39
<i>S.-né Kincses–Cs. J. Varga–A. Balláné Kovács</i> : The effect of different cultivation methods on the nutritional indicators of lettuce (<i>Lactuca sativa</i> L.)	61

REVIEW

<i>A. Halász–J. Tasi–J. Rásó</i> : The use of wood pastures, grazing forests, forest strips and alleys in ecological farming	77
--	----

СОДЕРЖАНИЕ

<i>А. Цимбалмош</i> : Изменения хлебопекарного качества муки, полученной из озимой пшеницы (<i>Triticum aestivum</i> L.) в зависимости от года выращивания в Карцаге	5
<i>А. Эмёди–Г. Дьюлаи–С. Виноградов–З. Мравчик– Ф. Дьюлаи–И. Ровнер</i> : Цифровая морфометрия зерна II. – Морфометрическая характеристика зерна двух подвидов (<i>T. m. ssp. aegilopoides</i> , <i>T. m. ssp. monococtum</i>) пшеницы-однозернянки (<i>Triticum monococtum</i> L.)	23
<i>З. Ижаки–Т. Немет</i> : Влияние обеспеченности питательными веществами на качество силосного сорго (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench) I. – Обеспеченность N	39
<i>Шандорне Кинчеш–Ю. Ч. Варга –А. Баллане Ковач</i> : Влияние способа выращивания на некоторые показатели внутреннего содержания кочанного салата (<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>capitata</i>)	61
ОБЗОР	
<i>А. Халас–Й. Таши–Й. Рашо</i> : Использование лесистых пастбищ, лесных пастбищ, лесополос и аллей в экологической хозяйственной системе	77

Az őszi búzából (*Triticum aestivum* L.) őrölt liszt sütőipari minőségének változása az évjárat függvényében Karcagon

CZIMBALMOS ÁGNES

Debreceni Egyetem Agrártudományi Központ, Karcagi Kutatóintézet,
Növénytermesztési és Fajtafenntartási Osztály, Karcag

Összefoglalás

Hatéves kísérletben vizsgáltam Karcagon, hogyan alakul a különböző évjáratokban 23 eltérő genotípusú őszi búza fajta sütőipari minősége (nedves sikértartalom, vízfelvevőképesség és sütőipari értékszám), a Nagykunság kedvezőtlen agroökológiai feltételei között. A kísérletben szereplő fajtákat érésidőjük, szálkázottságuk és nemesítési helyük alapján csoportosítottam (Szeged, Martonvásár, Karcag).

Megállapítottam, hogy extrém csapadékos tenyészévben, illetve amikor közvetlenül aratás előtt nagyobb mennyiségű csapadék érte az állományt, a nedves sikértartalom jelentősen lecsökkent. A legjobb eredményt a középkései éréscsoportba tartozó fajták érték el. A szálkás búzák minden tenyészidőszakban megelőzték a tar típusú egyedeket. Nedves sikértartalom tekintetében hat évből négyben a karcagi fajták produkáltak a legjobb eredményt, míg kétfőben a martonvásári fajták teljesítettek jobban. A nedves sikértartalomra az őszi-téli csapadékmennyiség csökkentő hatással bír, míg a késő tavaszi-kora nyári középhőmérséklet kis mértékben ugyan, de növeli azt.

Közvetlenül a betakarítás előtt hullott csapadék nem volt akkora mértékben minőségromtó hatású a búzák sütőipari értékszámára, mint amikor az egész tenyészidőszak volt szélsőségesen csapadékos. A legjobb minőségi eredményeket a korai és a középkései éréscsoportba tartozó fajták produkáltak. A szálkás búzák minden tenyészidőszakban jobb eredményt értek el a tar típusú egyedekkel szemben; minél szélsőségesebb volt egy tenyészév, annál nagyobb volt a különbség a szálkás genotípusok javára. A nemesítés helyétől függő csoportosítást nézve megállapítható, hogy a sütőipari értékszám te-

kintetében nem lehet kategorikusan levonni, hogy mely helyen nemesített fajták szerepeltek jobban, mert egyrészt elég kicsi volt közöttük az értékszámbeli különbség, másrészt pedig felváltva értek el jobb eredményt. A vízfeltevő-képességet a meteorológiai paraméterek közül a késő tavaszi-kora nyári csapadék (negatív irányban), a hőmérséklet (pozitív irányban) határozzák meg. A sütőipari értékszámra a teljes tenyészidőszakbeli, valamint az őszi-téli és a késő tavaszi-kora nyári csapadékmennyiség negatív hat, míg a kora tavaszi és a késő tavaszi-kora nyári középhőmérséklet pozitív hatással van.

Kulcsszavak: őszi búza, évjárat, nedves sikértartalom, sütőipari érték (ellágyulás), Nagykunság

Baking quality of flour ground from winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in different crop years in Karcag

Á. CZIMBALMOS

University of Debrecen, Centre for Agricultural Sciences, Karcag Research Institute,
Department of Crop Breeding and Variety Maintenance, Karcag

Summary

The baking quality (wet gluten content, water binding capacity and Valorigraphic Unit) was examined in 23 winter wheat varieties of different genotype in Karcag in 6 different crop years, under the unfavourable agro-ecological conditions of “Nagykunság”.

The varieties were grouped from different points of view: maturity time (early-, medium-, and medium-late maturity groups), bearded or bald wheat varieties, and the place of breeding (Szeged, Martonvásár, Karcag).

I found that wet gluten contents were considerably lower in the extreme wet vegetation period as well as when high amount of rainfall occurred directly before harvest time. The varieties of the medium-late maturity group reached the best results regarding gluten content. In this respect the bearded varieties exceeded the bald ones. The varieties bred in Karcag had the highest gluten content in 4 out of the investigated

6 years, while in the other 2 years the varieties bred in Martonvásár were the best. The amount of precipitation in the autumn-winter period has a decreasing effect on the wet gluten content, while the late spring-early summer mean temperature has a slight increasing effect on it within the investigated precipitation and temperature ranges.

The precipitation directly before harvest time had no such unfavourable effect on the baking quality as the extremely high amount of the whole vegetation period. The best results in this respect were characteristic to the varieties belonging to the early and medium-late maturity groups. The bearded varieties had better baking quality than the bald ones each year: the more extreme was the year, the higher differences were characteristic. No significant differences were detected among the varieties according to the place of breeding, and these small differences were alternating. Water binding capacity is determined by the amount of rainfall of the late spring-early summer period positively, while the mean temperature of that season negatively. The amount of precipitation in the whole vegetation period or in the autumn-winter and late spring-early summer periods has negative effect on the baking quality, while positive correlation was found with the mean temperature of the early spring and late spring-early summer periods.

Key words: winter wheat, effect of crop year, baking quality, wet gluten content, Nagykunság (Great Cumania)

Изменения хлебопекарного качества муки, полученной из озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в зависимости от года выращивания в Карцаге

А. ЦИМБАЛМОШ

Дебреценский Университет Центр Аграрных Наук, Карцагский Исследовательский Институт, Отдел селекции растений и сохранения сортов, Карцаг

Резюме

В шестилетнем опыте в Карцаге исследовали, как формируется хлебопекарное качество (содержание сырой клейковины, влагопоглатительную способность и хлебо-

пекарный показатель) 23-х сортов озимой пшеницы различного генотипа в разные годы выращивания в неблагоприятных агроэкологических условиях Надькуншаг (Nagykunság). Участвовавшие в опыте сорта сгруппировали на основе их времени созревания, остистости и места их селекции (Сегед, Мартонвашар, Карцаг).

Установили, что в экстремально влажный год выращивания, или когда непосредственно перед жатвой насаждение получило большое количество осадков, содержание сырой клейковины значительно уменьшилось. Самый лучший результат достигли сорта, входящие в среднепозднюю группу созревания. Остистые пшеницы во всех вегетационных периодах опередили безостые экземпляры. Касательно содержания сырой клейковины из шести лет в четырёх годах карцагские сорта показали самый лучший результат, а в два другие года мартонвашарские сорта были лучшими. На содержание сырой клейковины осенне-зимнее количество осадков оказывает уменьшающее влияние, в то же время поздне-весенняя и ранне-летняя средняя температура хоть и в малой мере, но всё-таки увеличивает это.

Непосредственно перед уборкой выпавшие осадки не повлияли в значительной мере на ухудшение хлебопекарного качества пшеницы, в отличие от того, когда весь вегетационный период был крайне влажным. Самые лучшие качественные результаты получили от сортов, относящихся в раннюю и средне-позднюю группу созревания. Остистые пшеницы в каждом вегетационном периоде достигли лучших результатов по сравнению с безостыми экземплярами; чем более экстремальным был год выращивания, тем больше было различие в пользу остистых генотипов. Рассматривая группирование в зависимости от места селекции, можно установить, что касательно хлебопекарного показателя невозможно категорически сделать вывод, что в каком месте выведенные сорта показали себя лучше, так как, с одной стороны, довольно мало было численное отличие между ними, с другой стороны, они все, поочерёдно достигли лучших результатов. Влагопоглатительную способность из метеорологических параметров определили поздне-весенние и ранне-летние осадки (в негативном направлении), и температура (в позитивном направлении). За весь вегетационный период на хлебопекарный показатель негативно влияет осенне-зимнее и поздне-весеннее и ранне-летнее количество осадков, а ранне-весеннее и поздне-весенняя – ранне-летняя средняя температура позитивно влияет.

Ключевые слова: озимая пшеница, год выращивания, содержание сырой клейковины, хлебопекарный показатель (размягчение), Надькуншаг (Nagykunság)

Bevezetés

A búzatermesztés eredményességét a betakarított termés mennyiségi és minőségi mutatói együttesen határozzák meg. Az értékmérő tulajdonságok elemzése és értékelése komplex feladat. A búzanemesítés során elengedhetetlen ezen tulajdonságok ismerete, azok egymáshoz való viszonya, évjárástól függő változásuk, hiszen a nemesítői munka elsődleges célja, hogy az új fajta egy, vagy több tulajdonság tekintetében felülmúlja az elődöket. Az egyre szélsőségesebb időjárási, évjáráti kilengésekre – az agrotechnika eszköztára mellett – megfelelő fajtakiválasztással és az e mögött álló növénynemesítéssel lehet válaszolni. A növénytermesztési tapasztalatok alapján az eltérő éghajlati és agroökológiai adottságok között nemesített növényfajták nagyobb toleranciával képesek elviselni az adott régiók kedvezőtlen tényezőit, jelentős termésstabilitást biztosítva ezzel a gazdáknak.

Pepó (2002) szerint a búzatermesztés legnagyobb kockázati eleme a változékony, nem ritkán szélsőséges időjárás. *Pelikan et al.* (1985) megállapították, hogy a sütőipari minőséget jobban befolyásolja az évjárat és a termőhely, mint a tápanyagellátás.

Szabó et al. (2001) több éven keresztül vizsgálták hét régebbi és hat újabb nemesítésű búzafajta terméseredményét és sütőipari minőségét 14 termőhelyen. Megállapították, hogy az évek közötti eltérés sokkal nagyobb szórást mutat, mint amekkora egy ugyanazon fajta, ugyanazon évben, az ország két pontja közötti különbsége. Az újabb fajták környezeti érzékenysége jóval nagyobbak bizonyult, mint a régebbi fajtáké, mert mind a mennyiségi, mind pedig a minőségi eredményeik jobban ingadoztak.

Külön érdekesnek tartom *Győri* (2006) eredményeit, aki hat különböző termőhelyen – köztük Karcagon – termelt 13 búzafajta lisztmintájának minőségi paramétereit vizsgálta (a vizsgált fajták egyike sem karcagi nemesítésű). A fehérje- és nedvessikér-tartalmat leszámítva az összes többi minőségi paraméter esetében a karcagi termőhelyről származó minták messze a leggyengébb eredményeket produkáltak. Az egyes fajták eredményeit külön-külön is értékelve megállapította, hogy a kísérletben szereplő, eltérő genetikai hátterű fajták szinte azonos módon, egyaránt negatívan reagáltak a Karcagon és környékén uralkodó agroökológiai körülményekre.

Klein (1978) is nagy szerepet tulajdonít az éghajlati adottságoknak – a fajta genetikailag kódolt tulajdonságain túl – a minőséget meghatározó tényezők

között. *Primost* és *Rittmeyer* (1964) szerint is legjelentősebben az időjárás, a termőhely és a trágyázás befolyásolják a búza minőségét.

Ezzel összhangban van *Láng* és *Bedő* (2003) megállapítása is, miszerint a minőségi búza-termeltetési tapasztalatok szerint a kiváló minőség még kiemelkedően jó agrotechnikával is csak 70–75% valószínűséggel érhető el az évjárat és a termőhely minőséget módosító hatásaik miatt.

Matuz et al. (1999) vizsgálták az évjárat hatását a búzaliszt minőségére. A farinográfus értékszámra, valamint az alveográfus értékekre vonatkozóan szignifikáns különbségeket tapasztaltak a különböző évjáratok között.

Bradshaw (1965) kijelentette, hogy egy fajta részéről megfelelő stabilitásra és plaszticitásra van szükség ahhoz, hogy a kedvezőtlen behatásokkal szemben is biztosítva legyen az elvárt termőképesség. *Szabó* (1982) szerint a minőség genetikailag meghatározott, de csak akkor érvényesül teljes egészében, ha azt az ökológiai feltételek elősegítik, így az adott búza minősége termőtájanként változik.

Anyag és módszer

A kísérlet beállítására a Debreceni Egyetem ATK Karcagi Kutatóintézetének (továbbiakban DE ATK KKI) területén került sor a 2008–2014. évek tenyészidőszakában, mély humuszrétegű, mélyben szolonyeces réti csernozjom talajon. A talajképző kőzet vályogos agyag textúrájú infúziós lösz.

A vizsgálatban 23 őszi búza fajta szerepelt, az évjárat függvényében értékeltem a nedves sikértartalmuk, a sütőipari értékszámuk és a vízfelvevő-képességük alakulását. A vizsgált fajták között szerepeltek többek között az 1950-es évek előtt nemesített extenzív-, valamint 1990-ig, illetve 1990 után nemesített intenzív fajták is. Utóbbiakat értékelés szempontjából tovább csoportosítottam a nemesítés helyétől függően (Karcag, Martonvásár, Szeged), hogy rávilágíthassak a tájnémesítés és tájtermesztés létjogosultságára, annak fontosságára az őszi búza termesztésében.

Szálkázottság alapján a fajták fele-fele arányban voltak szálkás-, illetve tar kalászuak, érésidő alapján csoportosítva 10 fajta a korai-, 12 fajta a közép- és három fajta a középkései éréscsoportba tartozott. Származási hely alapján csoportosítva három fajta volt extenzív (1950 előtt nemesített), a 20 intenzív fajta pedig közel egyenlő arányban oszlott meg a három nemesítési hely között.

A meteorológiai adatokat a DE ATK KKI területén levő, 2004 júliusában telepített automata meteorológia állomás szolgáltatta, mely állomás szerves része az Országos Meteorológiai Szolgálat hálózatának. A meteorológiai paramétereket VAISALA gyártmányú, QLC-50 típusú meteorológiai automata rögzíti. A kísérleti évek adatait az *1. táblázat* tartalmazza.

A teljes tenyészidőszak csapadék- és hőmérsékleti értékein túl az egyes vegetációs periódusok meteorológiai adatait (és azok hatását) is értékeltem, úgy mint ősztél (X–II.), kora tavasz (III–IV.), késő tavasz–kora nyár (V–VI.).

A szakirodalmi adatokat figyelembe véve összefoglaló jellemzőként elmondható, hogy a teljes tenyészidőszakban lehullott kívánatos csapadékmennyiség (350–400–450 mm) tekintetében a hat vizsgált tenyészidőszakból a 2008/2009-es optimális volt őszi búza termesztés szempontjából, a következő kifejezetten csapadékosnak bizonyult, a 2010/2011-es év ismét megközelítette az optimális csapadékmennyiséget. A 2011/2012-es év kifejezetten száraz időszaknak bizonyult, majd ezt követte egy újabb igen csapadékos tenyészév (2012/2013), amit a 2013/2014-es, szintén szárazabb időszak váltott fel.

A kísérletből vett minták feldolgozását a DE ATK KKI liszt-laboratóriumában végeztük. A szemeket Labor MIM labormalommal őröltük meg. A nedves sikértartalom Perten Glutomatic sikérmosó készülékkel és a készülékhez tartozó sikercentrifugával *MSZ ISO 5531:1995* szabvány alapján, míg a valorigráfos értékszám Labor MIM Valorigráf készülékkel *MSZ ISO 5530-3/1995* szabvány alapján került meghatározásra.

Az adatok feldolgozását, a táblázatokat és a grafikus ábrázolásokat Windows 7 operációs rendszer alatt futó Microsoft Office irodai programcsomag szövegszerkesztőjével, táblázatkezelőjével végeztem. A statisztikai értékelésekhez (varianciaanalízis és Pearson-féle korrelációanalízis) Analysis ToolPack csomaggal bővített Microsoft Office Excel és intézeti SPSS statisztikai elemzőprogramot használtam.

Eredmények

Külön-külön vizsgáltam, hogy a sütőipari minőség hogyan alakult a különböző éréscsoportokban, illetve hogyan változtak a szálkázottság alapján csoportosítva (szakirodalomban számos utalást találhatunk a szálkás búzák magasabb abiotikus stressztűrő-képességére vonatkozóan), valamint az eltérő termőhelyeken történt nemesítés befolyásolta-e mutatók értékét.

1. táblázat. Az egyes tenyészévek meteorológiai adatai
(DE ATK Karcagi Kutatóintézet, 2008–2014)

Hónap (1)	Tenyészév (2)						50 éves átlag (3)
	2008/ 2009	2009/ 2010	2010/ 2011	2011/ 2012	2012/ 2013	2013/ 2014	
	Csapadék (mm) (4)						
X.	15,2	49,7	23,1	18,6	40,6	42,1	31,8
XI.	25,4	116,2	56,2	0,0	18,7	48,5	43,6
XII.	64,4	41,3	93,1	57,8	41,6	0,2	39,7
I.	30,4	51,4	12,7	16,8	42,5	30,0	28,4
II.	40,1	62,3	15,0	18,0	51,0	23,5	26,5
III.	46,9	12,1	22,0	2,5	110,2	20,0	24,9
IV.	17,0	63,3	18,9	13,1	47,3	46,5	37,2
V.	16,9	124,8	46,9	61,9	81,9	49,3	54,2
VI.	121,9	105,2	49,3	57,6	62,9	37,8	71,3
Összesen (5)	378,2	626,3	337,2	246,3	496,7	297,9	357,6
Eltérés (6)	+20,6	+268,7	+76,6	-111,3	+139,1	-59,7	
	Hőmérséklet (°C) (7)						
X.	12,0	11,6	7,9	10,4	11,8	12,6	10,1
XI.	6,3	7,6	8,0	2,0	6,9	7,8	4,5
XII.	2,1	1,7	-1,1	2,4	-0,7	1,2	0,1
I.	-2,1	-2,0	-0,6	0,4	-0,3	2,5	-2,5
II.	0,7	0,5	-1,1	-5,1	2,6	4,1	-0,6
III.	5,4	6,0	6,0	7,0	3,8	9,3	4,9
IV.	14,4	11,4	13,1	12,3	12,8	12,6	10,6
V.	17,0	16,1	16,9	17,1	17,3	16,1	16,3
VI.	19,4	19,7	20,9	21,4	20,4	20,2	19,4
Átlag (8)	8,4	8,1	7,8	7,5	8,3	9,6	7,0
Eltérés (6)	+1,4	+1,1	+0,8	+0,5	+1,3	+2,6	

Table 1. Main meteorological data of the crop years (UD CAS Karcag Research Institute, 2008–2014). (1) Month, (2) Growing season, (3) 50-year average, (4) Precipitation (mm), (5) Total, (6) Difference, (7) Temperature (°C), (8) Average

A sikér vízben nem oldódó, de a vizet megkötő kolloid anyag, mely a gliadin- és a glutenin, mintegy 75–25% arányú komplexe. Az arány megváltozásától függ a sikér lágytsága (magasabb gliadin arány → lágyabb sikér; magasabb glutenin arány → keményebb sikér). Nyújthatóságot ad a tészta alakjának megtartásában (a kelesztéskor felszabaduló CO₂ feszítő hatásával szemben ellenállóvá teszi a tésztát). A búzafajták sikértartalma genetikailag determinált tulajdonság, melyek kifejeződésre jutásában nagy szerepük van többek között az időjárási tényezőknek. A 26% sikértartalom alatti búza sütőipari célra nem, csak takarmányozásra alkalmas. A magas – 34% feletti – sikértartalmú liszt javító minőségű, alkalmas a gyengébb minőségű lisztek feljavítására is. Az őszi búza sikértartalma fontos beltartalmi értéket meghatározó tulajdonság, de nem szabad szem elől téveszteni, hogy a sütőipari minőséget a sikér mennyisége és minősége együttesen határozzák meg.

Az eltérő évjáratok hatását a különböző csoportok sikértartalmára a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat. Az évjárat hatása nedves sikértartalom alakulására (%)
(DE ATK Karcagi Kutatóintézet, 2008–2014)

Évek (1)	Érés csoport			Szálkásság		Nemesítés helye			
	(2)			(3)		(4)			
	Korai	Közép	K. kései	Szálkás	Tar	Extenzív	Szeged	Martonvásár	Karcag
	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)			
2009	32,1	31,1	33,2	33,7	29,1	35,6	30,7	30,6	31,6
2010	22,1	24,5	25,0	25,5	21,4	28,7	21,5	22,2	25,0
2011	26,7	23,2	30,3	27,5	22,5	21,3	21,0	23,3	27,7
2012	30,8	31,2	33,0	33,9	27,8	33,0	29,1	32,2	30,7
2013	31,9	31,9	33,2	34,6	28,9	39,0	28,0	32,1	30,1
2014	29,2	32,3	30,7	33,8	27,4	39,3	28,0	28,8	30,5
Átlag (11)	28,8	29,0	30,9	31,5	26,2	32,8	26,4	28,2	29,3
SzD _{5%} (12)	4,46	4,60	8,51	3,85	3,24	10,83	6,60	6,17	4,12

Table 2. The effect of the wheater on the wet gluten content (%) (UD CAS Karcag Research Institute, 2008–2014). (1) Years, (2) Maturity time, (3) Bearded/bald, (4) Place of breeding, (5) Early, (6) Medium, (7) Medium-late, (8) Bearded, (9) Bald, (10) Extensive, (11) Average, (12) LSD_{5%}

A 2. táblázat adatait elemezve elmondható, hogy a kísérleti éveket együttesen tekintve a nedves sikér mennyisége alapján malmi I-es minőségű búza termett a hat vizsgált évből négyben. A 2009/2010-es és a 2010/2011-es tenyészidőszakokban viszont igen gyenge sikértartalmú, takarmány minőségű búzát tudtunk betakarítani. A 2009/2010-es esztendő összességében nagyon csapadékos volt, 2011-ben viszont a csapadékos július miatt jelentősen megcsúszott a betakarítás és 84,4 mm csapadék érte az állományt, közvetlenül aratás előtt. A 2012/2013-as tenyészidőszakban tapasztaltuk a legmagasabb (átlagban közel javító minőségű) nedves sikértartalmat.

A legjobb eredményeket egyöntetűen a középkései éréscsoportba tartozó fajták produkálták, kivéve a 2013/2014-es tenyészévet, amikor a középérésű fajták teljesítettek jobban.

A szálkás búzák minden tenyészidőszakban jobb eredményt értek el, mint a tar típusú fajták, azzal a kiegészítéssel, hogy míg általában legfeljebb 4-5%-kal voltak jobbak a szálkás típusok, addig 2012-ben 6,16%-kal, 2014-ben pedig 6,41%-kal múlták felül a tar búzák átlagát.

A nemesítés helyétől függő csoportosítást nézve megállapítható, hogy a 2012-es és 2013-as éveket leszámítva (az említett két évben a martonvásári fajták voltak jobbak) a karcagi nemesítésű fajták érték el átlagban a legmagasabb nedves sikértartalmat.

A Pearson-féle összefüggés-vizsgálat elemzésével megállapítható, hogy a nedves sikértartalommal statisztikailag igazolható összefüggésben az őszi-téli csapadékmennyiség van. Közöttük negatív, közepes korrelációt bizonyítottam (korai éréscsoport: -0,519**, középérésű csoport: -0,381**, középkései éréscsoport: -0,500*, szálkás típus: -0,485**, tar típus: -0,485**, extenzív fajták: -0,312, szegedi nemesítésű fajták: -0,489*, martonvásári nemesítésű fajták: -0,488**, karcagi nemesítésű fajták: -0,473**).

A középhőmérsékletek tekintetében statisztikailag igazolható korrelációt az extenzív fajták kivételével egyetlen csoportban és vegetációs periódusban sem tudtam kimutatni. A teljes tenyészidőszak középhőmérséklete (0,477*) és az őszi-téli időszak középhőmérséklete (0,473*) pozitív, közepes korrelációban áll az extenzív fajták nedves sikértartalmával (3. táblázat).

A búzalisztek vízfelvevő-képességét elsősorban a nedves sikér mennyisége és annak minőségi tulajdonságai határozzák meg. Az a liszt tud több vizet felvenni, amelyikben magas a nedves sikértartalom, a sikér rugalmas és jól nyújtható. Mivel a búzák sikértartalma tág határok között mozog, ezért a búzaliszt

vízfelvevő-képessége is relatív tág szélső értékek között változik (a liszt technológiai vízfelvevő-képessége nem abszolút fogalom, értéke mindig attól függ, hogy a belőle készítendő tésztát milyen termékhez kívánjuk felhasználni).

3. táblázat. A nedves sikeértalom és a vegetációs periódusokban mért meteorológiai paraméterek közötti korrelációs együtthatók a különböző csoportokban (DE ATK Karcagi Kutatóintézet, 2008–2014)

Csoport (1)	Meteorológiai adatok							
	(2)							
	Csapadékmennyiség (mm)				Átlaghőmérséklet (°C)			
	(3)				(4)			
	X-VI.	X-II.	III-IV.	V-VI.	X-VI.	X-II.	III-IV.	V-VI.
	Érésidő (5)							
Korai (6)	-0,358*	-0,519**	0,121	-0,368*	0,078	-0,008	0,130	0,307*
Közép (7)	-0,213	-0,381**	0,150	-0,191	0,251*	0,203	0,165	0,076
K. kései (8)	-0,380	-0,500*	0,048	-0,387	-0,015	-0,109	0,112	0,371
	Szálkázottság (9)							
Szálkás (10)	-0,316**	-0,485**	0,128	-0,309**	0,188	0,112	0,175	0,210
Tar (11)	-0,291*	-0,485**	0,171	-0,278*	0,182	0,116	0,147	0,185
	Nemesítés helye (12)							
Extenzív (13)	-0,060	-0,312	0,381	-0,086	0,477*	0,473*	0,135	-0,101
Szeged	-0,309	-0,490*	0,067	-0,227	0,191	0,119	0,218	0,100
M.vásár	-0,294	-0,488**	0,130	-0,245	0,062	0,001	0,074	0,288
Karcag	-0,369*	-0,473**	0,002	-0,352*	0,141	0,044	0,244	0,190

Megjegyzés: * - SzD_{5%} szinten szignifikáns a korreláció; ** - SzD_{1%} szinten szignifikáns a korreláció.

Table 3. Analysis of the correlation between wet gluten content and crop year parameters (UD CAS Karcag Research Institute, 2008–2014). (1) Groups, (2) Meteorological data, (3) Precipitation (mm), (4) Temperature (°C), (5) Maturity time, (6) Early, (7) Medium, (8) Medium-late, (9) Bearded/bald, (10) Bearded, (11) Bald, (12) Place of breeding, (13) Extensive, Note: * - significant at LSD_{5%} level; ** - significant at LSD_{1%} level.

A valorigráf által rajzolt diagramról (valorigram) megfelelő módszerrel kiszámítható a planimetrált terület, majd a terület alapján táblázatból határozzák meg az értékszámot, ami alapján a búzák hat minőségi csoportba sorolhatók: A1–A2 (kiváló minőségű liszt, gyengébb minőségű lisztek feljavítására is alkalmasak), B1–B2 (önmagukban is felhasználhatók), C1–C2 (csak „A” mi-

nőségű lisztekkel keverve használhatók sütőipari termék előállítására, hazánkban egyébként takarmánybúzának minősülnek).

Az eltérő évjáratok hatását a különböző csoportok vízfelvevő-képességére a 4. táblázat, míg a sütőipari értékszámok alakulását az 5. táblázat tartalmazza.

4. táblázat. Az évjárat hatása a vízfelvevő-képesség alakulására (ml)
(DE ATK Karcagi Kutatóintézet, 2008–2014)

Évek (1)	Éréscsoport			Szálkásság		Nemesítés helye			
	(2)		(7)	(3)		(4)			
	Korai	Közép	K. kései	Szálkás	Tar	Extenzív	Szeged	Marton- vásár	Karcag
	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)			
2009	62,6	59,3	62,6	63,7	57,2	60,8	58,1	61,9	61,4
2010	54,7	53,5	57,3	56,5	51,6	54,7	53,9	55,5	54,7
2011	58,9	57,3	59,5	61,0	54,5	57,8	54,2	59,4	59,9
2012	58,9	58,4	60,3	61,2	55,8	57,5	57,0	59,6	59,9
2013	65,2	63,0	66,5	67,3	60,2	64,8	61,8	66,5	63,1
2014	60,9	60,7	62,1	63,6	57,4	63,7	59,9	61,3	59,2
Átlag (11)	60,2	58,7	61,4	62,2	56,1	59,9	57,5	60,7	59,7
SzD _{5%} (12)	4,3	3,8	7,7	2,4	3,2	4,6	7,9	6,5	4,9

Table 4. The effect of the wheater on the water binding capacity (ml) (UD CAS Karcag Research Institute, 2008–2014). (1) Years, (2) Maturity time, (3) Bearded/bald, (4) Place of breeding, (5) Early, (6) Medium, (7) Medium-late, (8) Bearded, (9) Bald, (10) Extensive, (11) Average, (12) LSD_{5%}

Elmondható, hogy – a kísérleti éveket együttesen nézve – a sütőipari érték-szám alapján B1-es csoportú, malmi minőségű búza termett, ami alól három tenyészedőszak kivétel képezett: 2009/2010-ben a kifejezetten csapadékos időjárásnak köszönhetően csak C1-es, azaz takarmány minőségű búza termett a kísérletben, 2011/2012-ben és 2013/2014-ben viszont A2-es, azaz javító minőségű búzát tudtunk betakarítani. Megállapítható továbbá, hogy a 2011 júliusában hullott csapadék – ugyan rontott a sütőipari minőségen – nem okozott olyan minőségromlást, mint az előző, egész tenyészévet érintő csapadék-többlet. A legjobb minőségi eredményeket a korai és a középkései éréscsoport-ba tartozó fajták produkálták.

5. táblázat. Az évjárat hatása a sütőipari értékszám (VÉ) alakulására
(DE ATK Karcagi Kutatóintézet, 2008–2014)

Évek (1)	Éréscsoport (2)			Szálkásság (3)		Nemesítés helye (4)			
	Korai (5)	Közép (6)	K. kései (7)	Szálkás (8)	Tar (9)	Extenzív (10)	Szeged Marton- vásár	Karcag	
2009	64,2	62,1	73,8	70,2	56,9	82,8	67,8	57,0	61,1
2010	33,6	35,8	43,0	40,7	29,9	43,7	30,1	33,2	37,6
2011	64,6	55,4	62,2	63,5	54,2	49,8	59,9	56,8	57,3
2012	75,4	73,0	73,3	78,1	68,3	85,0	65,2	73,5	70,8
2013	65,7	57,2	58,1	62,2	57,8	63,5	55,8	61,0	58,5
2014	80,6	74,8	84,1	79,2	76,6	83,5	85,7	73,1	74,7
Átlag (11)	64,0	59,7	65,8	65,6	57,3	68,1	60,7	59,1	60,0
SzD _{5%} (12)	13,1	11,5	21,3	9,01	12,9	15,1	20,2	13,6	17,9

Table 5. The effect of the wheater on the baking quality (VU) (UD CAS Karcag Research Institute, 2008–2014). (1) Years, (2) Maturity time, (3) Bearded/bald, (4) Place of breeding, (5) Early, (6) Medium, (7) Medium-late, (8) Bearded, (9) Bald, (10) Extensive, (11) Average, (12) LSD_{5%}

Ennél a tulajdonságnál is kiemelhető, hogy a szálkás búzák minden tenyészedőszakban jobb eredményt értek el a tar típusú egyedekkel szemben azzal, hogy minél szélsőségesebb volt egy tenyészév, annál nagyobb volt a különbség a szálkás genotípusok javára.

A nemesítés helyétől függő csoportosítás tekintetében a következő megállapítást tettem: a sütőipari értékszám esetében nem lehet kategorikusan kijelenteni, hogy mely helyen nemesített fajták szerepeltek jobban, mert egyrészt elég kicsi volt közöttük az értékszámbeli különbség, másrészt pedig felváltva értek el jobb eredményt.

Elvégezve a Pearson-féle korrelációt, az alábbi megállapítások tehetők:

- az őszi-téli csapadékmennyiség a korai éréscsoport (-0,334*), a középérésű csoport (-0,357**), a szálkás búzák (-0,425**), a tar búzák (-0,378**) és a karcagi nemesítésű fajták (-0,338*) vízfeltevő-képességére hatott szignifikánsan;
- kora nyári csapadékmennyiség a korai éréscsoport (-0,295*), a középérésű csoport (-0,322**), a szálkás búzák (-0,392**) és a tar búzák (-0,313*) esetében korrelált negatívan a vízfeltevő-képességgel;

- a kora tavaszi csapadék gyenge-közepes, pozitív korrelációt mutatott az említett tulajdonsággal a korai éréscsoport (0,369**), a középerésű csoport (0,275*), a szálkás búzák (0,422**), a tar búzák (0,347**), az extenzív fajták (0,525*) és a martonvásári nemesítésű fajták (0,358*) esetében.

A középhőmérsékleti értékeknél jelentősebb (pozitív) szignifikáns korrelációt az extenzív fajták egyes értékeinél tapasztaltam (teljes tenyészidőszak középhőmérséklete: 0,547*, őszi-téli hőmérséklet: 0,464).

A teljes tenyészidőszak csapadékmennyisége -0,551** és -0,704** közötti értékekben, a kora tavaszi csapadék -0,592** és -0,792** közötti értékekben, valamint a kora nyári csapadék -0,534** és -0,728** közötti értékekben korrelált szignifikánsan a sütőipari értékszámmal. A középhőmérsékleti értékek közül pedig a kora tavaszi átlaghőmérséklet mutatott statisztikailag is igazolható összefüggést e minőségi paraméterrel 0,437** és 0,673** közötti értékekben (6-7. táblázat).

Következtetések

Összegzésként megállapítható, hogy a Nagykunság kedvezőtlen agroökológiai körülményei között extrém csapadékos tenyészévben – illetve amikor közvetlenül aratás előtt nagyobb mennyiségű csapadék érte az állományt – a nedves sikértartalom jelentősen lecsökkent. Legjobb eredményt a középkései éréscsoportba tartozó fajták érték el a sikértartalom tekintetében. A szálkás búzák megelőzték minden tenyészidőszakban a tar típusú fajtákat. Nedves sikértartalom tekintetében hat évből négyben a karcagi fajták produkálták a legjobb eredményt, míg kettőben a martonvásári fajták teljesítettek jobban. A nedves sikértartalom értékére az őszi-téli csapadékmennyiség van csökkentő hatással, míg a késő tavaszi-kora nyári középhőmérséklet kis mértékben ugyan, de növeli azt.

Közvetlenül a betakarítás előtt hullott csapadék nem volt akkora mértékben minőségrontó hatású a sütőipari minőségére, mint amikor az egész tenyészidőszak volt szélsőségesen csapadékos. A legjobb minőségi eredményeket a korai és a középkései éréscsoportba tartozó fajták produkálták. A szálkás búzák minden tenyészidőszakban jobb eredményt értek el a tar típusú fajtákkal szemben; minél szélsőségesebb volt egy tenyészév, annál nagyobb volt a különbség a szálkás genotípusok javára. A nemesítés helyétől függő csoportosítást nézve megállapítható, hogy a sütőipari értékszám tekintetében nem lehet kategorikusan levonni, hogy mely helyen nemesített fajták szerepeltek job-

ban, mert egyrészt elég kicsi volt közöttük az értékszám-beli különbség, másrészt pedig felváltva értek el jobb eredményt.

6. táblázat. A vízfelvevő-képesség és a vegetációs periódusokban mért meteorológiai paraméterek közötti korrelációs együtthatók a különböző csoportokban (DE ATK KKI, 2008–2014)

Csoport (1)	Meteorológiai adatok							
	(2)							
	Csapadékmennyiség (mm)				Átlaghőmérséklet (°C)			
	(3)				(4)			
	X-VI.	X-II.	III-IV.	V-VI.	X-VI.	X-II.	III-IV.	V-VI.
	Érésidő (5)							
Korai (6)	-0,152	-0,334*	0,369**	-0,295*	0,188	0,155	-0,003	0,205
Közép (7)	-0,206	-0,357**	0,275*	-0,322**	0,216	0,165	0,074	0,216
K. kései (8)	-0,067	-0,274	0,440	-0,213	0,197	0,191	-0,077	0,188
	Szálkázottság (9)							
Szálkás (10)	-0,216	-0,425**	0,422**	-0,392**	0,260*	0,208	0,036	0,268*
Tar (11)	-0,189	-0,378**	0,347**	-0,313*	0,223	0,180	0,037	0,225
	Nemesítés helye (12)							
Extenzív (13)	-0,194	-0,420	0,525*	-0,437	0,547*	0,494*	0,169	0,103
Szeged	-0,090	-0,266	0,328	-0,181	0,274	0,258	0,038	0,089
M.vásár	-0,098	-0,266	0,358*	-0,232	0,143	0,125	-0,058	0,213
Karcag	-0,218	-0,338*	0,191	-0,303	0,010	-0,041	-0,007	0,305*

Megjegyzés: * - SzD_{5%} szinten szignifikáns a korreláció; ** - SzD_{1%} szinten szignifikáns a korreláció.

Table 6. Analysis of the correlation between water binding capacity and crop year parameters (UD CAS Karcag Research Institute, 2008–2014). (1) Groups, (2) Meteorological data, (3) Precipitation (mm), (4) Temperature (°C), (5) Maturity time, (6) Early, (7) Medium, (8) Medium-late, (9) Bearded/bald, (10) Bearded, (11) Bald, (12) Place of breeding. (13) Extensive, Note: * - significant at LSD_{5%} level; ** - significant at LSD_{1%} level.

A vízfelvevő-képesség tekintetében a meteorológiai paraméterek közül a késő tavaszi-kora nyári csapadékmennyiség és átlaghőmérséklet a meghatározó azzal, hogy előbbi negatív-, utóbbi pozitív irányban hat. A sütőipari értékszámra az egész tenyészidőszakbeli, valamint az őszi-téli és a késő tavaszi-kora nyári csapadékmennyiség negatív hat, míg a kora tavaszi és a késő tavaszi-kora nyári középhőmérséklet pozitív hatással van.

7. táblázat. A sütőipari értékszám és a vegetációs periódusokban mért meteorológiai paraméterek közötti korrelációs együtthatók a különböző csoportokban (DE ATK KKI, 2008–2014)

Csoport (1)	Meteorológiai adatok (2)							
	Csapadékmennyiség (mm) (3)				Átlaghőmérséklet (°C) (4)			
	X-VI.	X-II.	III-IV.	V-VI.	X-VI.	X-II.	III-IV.	V-VI.
	Érésidő (5)							
Korai (6)	-0,689**	-0,744**	-0,141	-0,715**	0,239	0,045	0,495**	0,406**
Közép (7)	-0,624**	-0,673**	-0,206	-0,578**	0,217	0,043	0,490**	0,295*
K. kései (8)	-0,700**	-0,711**	-0,280	-0,663**	0,383	0,178	0,692**	0,140
Szálkázottság (9)								
Szálkás (10)	-0,704**	-0,742**	-0,252*	-0,657**	0,208	0,010	0,546**	0,333**
Tar (11)	-0,628**	-0,686**	-0,130	-0,640**	0,294*	0,116	0,501**	0,311*
Nemesítés helye (12)								
Extenzív (13)	-0,666**	-0,792**	-0,223	-0,509*	0,304	0,126	0,587*	0,162
Szeged	-0,685**	-0,704**	-0,176	-0,728**	0,446*	0,242	0,673**	0,167
M.vásár	-0,694**	-0,767**	-0,163	-0,677**	0,188	-0,002	0,463**	0,453**
Karcag	-0,551**	-0,592**	-0,161	-0,534**	0,214	0,058	0,437**	0,266

Megjegyzés: * - SzD_{5%} szinten szignifikáns a korreláció; ** - SzD_{1%} szinten szignifikáns a korreláció.

Table 7. Analysis of the correlation between baking industry value and crop year parameters (UD CAS Karcag Research Institute, 2008–2014). (1) Groups, (2) Meteorological data, (3) Precipitation (mm), (4) Temperature (°C), (5) Maturity time, (6) Early, (7) Medium, (8) Medium-late, (9) Bearded/bald, (10) Bearded, (11) Bald, (12) Place of breeding. (13) Extensive, Note: * - significant at LSD_{5%} level; ** - significant at LSD_{1%} level.

A szakirodalom szerint a megfelelő fajta megválasztása mintegy 30%-ban járul hozzá a búzatermés megfelelő minőségéhez, azonban nem csak a termesztési cél miatt fontos a fajta helyes megválasztása. A tájnémesítésnek köszönhetően egy adott tájkerületben nemesített fajta sokkal nagyobb alkalmazkodóképességgel rendelkezik az adott tájban uralkodó agroökológiai feltételekhez, így termesztésük nagyobb biztonsággal végezhető. A szálkás genotípusok stressztűrő-képességét már az évtizedekkel ezelőtti szakirodalmak is tényként említik, mely tény az adatok értékelése során is bizonyítást nyert.

Az éréscsoportok tekintetében nem lehet egyértelműen kijelenteni, hogy csak valamely éréscsoportoz tartozó fajták a megfelelőbbek – az eltérő érés-idejű fajták együttes vetése azért lehet különösen megfontolandó, mert ezáltal az aratás szakaszolhatóvá válik és az optimális érésidőben történő betakarítás a későbbiekben nem megy a minőség rovására.

Irodalom

- Bradshaw, A. D.*: 1965. Evolutionary significance of phenotyp plasticity in plants. *Advances in Genetics*. 13: 115–155.
- Győri Z.*: 2006. Az őszi búza sütőipari minősége. [In: Pepó P. (szerk.) Búzavertikum aktuális kérdései.] Kerekasztal konferencia. Debrecen. 97–107.
- Klein J.*: 1978. Az 1978. évi búza beltartalmi értéke és minősége. *Magyar Mezőgazdaság*. 34: 30.
- Láng L.–Bedő Z.*: 2003. Magyarországon vetünk, az EU-ban aratunk. Az MTA Martonvásári Kutatóintézetének Közleményei. Martonvásár. 15. 2: 4–5.
- Matuz J.–Véha A.–Markovics E.*: 1999. Az évjárat hatása a szegedi őszibúza-fajták alveográfus minőségére. *Növénytermelés*. 48. 2: 115–124.
- MSZ ISO 5530-3/1995*: 1995. Búzaliszt. A tészta fizikai jellemzői. 3. rész: A vízfelvevő képesség és a reológiai tulajdonságok meghatározása valorigráffal.
- MSZ ISO 5531/1995*: 1995. A búzaliszt nedvessikér-tartalmának meghatározása.
- Pelikan, M.–Dudas, F.–Stankova, M.*: 1985. Nutrient uptake and technological quality of winter wheat cv. Slavia, *Rostlinna Vyroba*. 31. 8: 795–806.
- Pepó P.*: 2002. A hazai őszi búza termesztés helyzete és fejlesztési lehetőségei. *Gyakorlati Agroforum*. 13. 9: 2–5.
- Primost, E.–Rittmeyer, G.*: 1964. Die Backqualität des Winterweizens im internationalen Dauerfruchtfolgeversuch. *Z. Acker Pflanzenbau*. Berlin-Hamburg. 120. 2: 97–118.
- Szabó M.*: 1982. Termesztett őszibúza-fajták malom- és sütőipari tulajdonságainak értékelése az 1963–1980. években. Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet – Fajtakísérletezés 1978–1980. Budapest. 29: 69–84.
- Szabó M.–Kondora C.–Szabó Gy.–Máté A.*: 2001. Hatásvizsgálatok a búzatermesztésben. [In: Pepó P. (szerk.) Integrációs feladatok a hazai növénytermesztésben II.] Növénytermesztési Tudományos Nap. Budapest. 48–53.

A szerző levelezési címe - Address of the author:

*Czibalmos Ágnes
Debreceni Egyetem ATK
Karcagi Kutatóintézet
Növénynemesítési és Fajtafenntartási Osztály
Karcag
Kisújszállási út 166.
H-5300
*czagnes@agr.unideb.hu

**Digitális magmorfometria II. –
Az alakor (*Triticum monococcum* L.) két alfajának
(*T. m. ssp. aegilopoides*, *T. m. ssp. monococcum*)
magmorfometriai jellemzése**

¹EMŐDI ANDREA-¹GYULAI GÁBOR-²VINOGRADOV SZERGEJ-

¹MRAVCSIK ZOLTÁN-¹GYULAI FERENC-^{1,3}IRWIN ROVNER

¹Szent István Egyetem MKK Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet, Gödöllő

²Szent István Egyetem GTK Közgazdaságtudományi, Jogi és Módszertani Intézet,
Gödöllő

³214 Greensview Drive, Cary, NC 27518, USA

Összefoglalás

Az alakor búza (*Triticum monococcum* L.) két alfajának, a *T. monococcum* L. ssp. *aegilopoides* és a *T. monococcum* L. ssp. *monococcum* digitális magmorfometriai elemzését végeztük el abból a célból, hogy megvizsgáljuk egy magmorfológiai alapú határozókulcs kidolgozásának lehetőségét. Az elemzéseket Fovea Pro 4.0 programmal végeztük. Faktor-, diszkriminancia-, CRT- (IBM-SPSS), valamint hisztogram- (Microsoft-Excel) elemzéssel megállapítottuk, hogy pixel-alapú magmorfometriai feldolgozással az alakor két alfaja pontosan elkülöníthető. A módszer lehetőséget nyújthat az alakor alfajak és fajták génbanki tételeinek elkülönítéséhez.

Kulcsszavak: alakor, *Triticum monococcum* L., *T. m. monococcum*, *T. m. aegilopoides*, digitális magmorfometria

**Digital grain morphometry II. –
Grain morphometric description of the two subtypes of
einkorn wheat (*Triticum monococcum* L.)
(*T. m. ssp. aegilopoides*, *T. m. ssp. monococcum*)**

¹A. EMŐDI-¹G. GYULAI-²SZ. VINOGRADOV-¹Z. MRAVCSIK-
¹F. GYULAI-^{1,3}I. ROVNER

¹Szent István University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences,
Institute of Environmental and Landscape Management, Gödöllő

²Szent István University, Faculty of Economics and Social Sciences,
Institute of Economics, Law and Methodology, Gödöllő

³214 Greensview Drive, Cary, NC 27518, USA

Summary

The digital grain morphometric analysis of the two subtypes of einkorn wheat (*Triticum monococcum* L.), *T. monococcum* L. ssp. *aegilopoides* and *T. monococcum* L. ssp. *monococcum* was performed for the purpose of examining the possibility of working out a grain morphology-based taxonomic key. Analyses were performed using Fovea Pro 4.0. Based on factor, discriminance, CRT (IBM-SPSS) and histogram (Microsoft Excel) analyses, it was concluded that two subtypes of the einkorn wheat can be accurately distinguished using a pixel-based grain morphometric processing. This method makes it possible to distinguish the gene bank items of einkorn subtypes and varieties.

Key words: einkorn, *Triticum monococcum* L., *T. m. monococcum*, *T. m. aegilopoides*, digital grain morphometry

**Цифровая морфометрия зерна II. –
Морфометрическая характеристика зерна двух подвидов
(*T. m. ssp. aegilopoides*, *T. m. ssp. monococcum*) пшеницы-
однозернянки (*Triticum monococcum* L.)**

¹А. ЭМЁДИ–¹Г. ДЬЮЛАИ–²С. ВИНОГРАДОВ–^{1,3}З. МРАВЧИК–

¹Ф. ДЬЮЛАИ–^{1,3}И. РОВНЕР

¹Университет Святого Иштвана, Факультет Сельскохозяйственных и Экологических Наук, Институт Ландшафтного Планирования и Менеджмента Экосистем, Гёдёллэ

²Университет Святого Иштвана, Факультет Экономических и Социальных Наук, Институт Экономики, Права и Методологии, Гёдёллэ

³214 Greensview Drive, Cary, NC 27518, USA

Резюме

Авторы провели цифровой морфометрический анализ зерна двух подвидов пшеницы-однозернянки (*Triticum monococcum* L.), а именно *T. monococcum* L. ssp. *aegilopoides* и *T. monococcum* L. ssp. *monococcum* с целью исследовать возможность составления ключа для определения растений на основе морфологических признаков зерна. Для проведения анализа была использована программа Fovea Pro 4. По результатам факторного анализа, дискриминантного анализа, CRT (IBM SPSS), и с помощью построения гистограмм (Microsoft Excel) было установлено, что морфометрический анализ зерна на основе пикселя позволяет точно разделить два подвида пшеницы-однозернянки. Данный метод может предоставить возможность для разделения подвидов и сортов пшеницы-однозернянки для генетического банка.

Ключевые слова: пшеница-однозернянка, *Triticum monococcum* L., *T. m. monococcum*, *T. m. aegilopoides*, цифровая морфометрия зерен

Bevezetés

A termesztett alakor (*T. monococcum* ssp. *monococcum*) őse, a vad alakor (*T. monococcum* ssp. *aegilopoides*) géncentruma a közel-keleten, a „termé-

keny félhold” területére tehető (Heun et al. 1997), és domesztikációja a délkelet törökországi Karačadag hegységben mehetett végbe 12 000 évvel ezelőtt. Egyike az emberiség első gabonájának (Simmonds 1976, Zohary et al. 2012), és korunk újra felfedezett növénye, mely még nem rendelkezik egységesített fajtaazonosítási és rendszerezési bélyegekkel. Vizsgálatainkban ezért fordultunk egy új fajtavizsgálati eljáráshoz, a digitális magmorfometriához (Russ 2005, 2007; Rovner és Gyulai 2007, Emődi et al. 2014ab, Gyulai et al. 2014, 2015, Mravcsik et al. 2014), amellyel pontosan meghatározhatók és elkülöníthetők az egyes fajták, fajtajelöltek és tájfajták.

A digitális magmorfometria (Russ 2005, 2007) korunk egyik legújabb vizsgálati területe, amely szakít a fénymikroszkópos (Shermann 1966) felbontás korlátaival. Ez a módszer azért előnyös, mert a kis magszámú génbanki tételek a vizsgálat során nem sérülnek és megőrzésre vizsgálat után sérülésmentesen visszahelyezhetők.

Az alakort hazánkban egészen a 19. századig termesztették kisebb területeken, ezt követően fokozatosan eltűnt a termesztésből. Az alakort még termesztik Szlovákiában, Lengyelországban, Franciaországban, Spanyolországban, Dél-Tirolban, a Balkánon, a Pireneusokban, Anatóliában és Indiában. Erdélyből is ismerünk adatokat (Kovács 2010).

Korábbi munkáinkban (Emődi et al. 2014ab) a természetet alakor (*T. m. ssp. monococcum*) kilenc génbanki fajtájának és tájfajtájának digitális magmorfometriai elemzését végeztük el Fovea Pro 4.0 programmal (Russ 2005, 2007). Diszkriminancia- és klaszter-elemzést (IBM-SPSS), valamint XY diagram (Microsoft-Excel) elemzést végeztünk, és megállapítottuk, hogy a pixel-alapú magmorfometriai feldolgozással a *T. m. monococcum* alfajhoz tartozó legközelebbi fajták és tájfajták is elkülöníthetők.

Ezzel a módszerrel végezték a szőlő (*Vitis*) régészeti magleleteinek beazonosítását, és a legközelebbi mai fajtákkal történő összehasonlítást (Mravcsik et al. 2014). Kétlaki növények esetében (*Taxus*, *Diospyros*, *Asparagus*, *Hippophae*) vizsgálták annak a lehetőségét, hogy a porzós és termős növényt hordozó magok elkülöníthetők-e digitális magmorfometriai elemzéssel (Rovner et al. 2013, Gyulai et al. 2014, 2015). Vadnövények (pl. *Myosotis*) vizsgálata és digitális magmorfometriai alapú taxonómiai rendszerének kidolgozása szintén Fovea Pro 4.0 programmal történt (Brinkkemper et al. 2011).

A Fovea Pro 4.0 program mellett (Russ 2005, 2007) számos képelemző program került kifejlesztésre és alkalmazásra, mint például az ImageJ (Rasband

1997–2006, *Chen és Manchester* 2007) és a KS-400V.3.0 (Carl Zeiss, Germany) (*Orrù et al.* 2013).

Jelen munkánkban a vad alakor (*T. m. ssp. aegilopoides*) hat tételét (1–6 minta) hasonlítottuk össze a termesztett alakorral (*T. m. ssp. monococcum*) (7–20 minta), hogy megállapítsuk, a két alfaj elkülöníthető-e digitális magmorfometriai alapon. Vizsgálataink lehetőséget nyújtanak egy magmorfometriai alapú határozókulcs kidolgozásához.

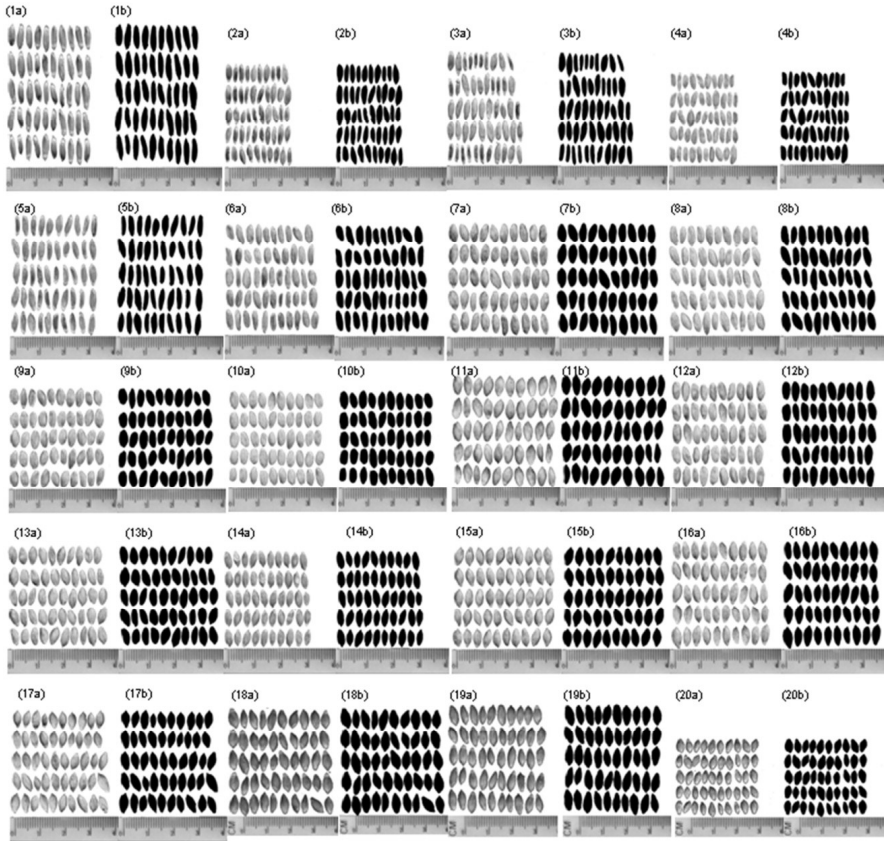
Anyag és módszer

A vizsgálat során a vad alakor hat mintáját (*T. m. ssp. monococcum*; 1–6 minta) és a termesztett alakor tizennégy mintáját (*T. m. ssp. aegilopoides*; 7–20 minta) vizsgáltuk.

Minden esetben 200 szemet vizsgáltunk, melyek azonos évjáratúak (2012-es vetésből) voltak: (1) *T. m. ssp. aegilopoides*, (2) *T. m. ssp. aegilopoides* var. *nigrireuteri*, (3) *T. m. ssp. aegilopoides* var. *symbolense*, (4) *T. m. ssp. aegilopoides* var. *mayssuriani*, (5) *T. m. ssp. aegilopoides* var. *thaouadar*, (6) *T. m. ssp. aegilopoides* var. *pseudoboaeoticum*, (7) *T. m. ssp. monococcum* var. *vulgare*, (8) *T. m. ssp. monococcum* var. *albohornemannii*, (9) *T. m. ssp. monococcum* var. *macedonicum*, (10) *T. m. ssp. monococcum* var. *hornemannii*, (11) *T. m. ssp. monococcum* var. *flavescens*, (12) *T. m. ssp. monococcum* var. *atriaristatum*, (13) *T. m. ssp. monococcum* var. *vulgare* cv. 'Balkan', (14) *T. m. ssp. monococcum* var. *vulgare* cv. 'Schwedisches Einkorn', (15) *T. m. ssp. monococcum* 'Lr-Greece', (16) *T. m. ssp. monococcum* cv. *Csanaki*, (17) *T. m. ssp. monococcum* cv. *Epeautre*, (18) *T. m. ssp. monococcum* cv. 'MV Alkor' (Regisztrált fajta – Reg. 1), (19) *T. m. ssp. monococcum* cv. 'MV Menke' (regisztrált fajta – Reg. 2), (20) *T. m. ssp. monococcum* 'Lr-Gyula' (1. ábra).

A magmintákat nagyfelbontású szkennelvel fényképeztük, majd a Fovea Pro 4.0 programmal elemeztük (*Russ* 2005, 2007; *Rovner és Gyulai* 2007, *Emődi et al.* 2014ab, *Gyulai et al.* 2014, 2015, *Mravcsik et al.* 2014). Az FA (Faktor-Analízis), DA (Diszkriminancia-Analízis), és CRT- (Classification and Regression Trees – Csoportosító regressziós fa) analízist az IBM-SPSS programcsomaggal, a hisztogramelemzést Microsoft-Excel programmal végeztük.

1. ábra. Az alakor búza (*Triticum monococcum*) két alfajának – vad alakor (*T. m. aegilopoides*; 1–6 minta), termesztett alakor (*T. m. monococcum*; 7–20 minta) – magmintái



Megjegyzés: az elemzett 200–200 magból 50–50 mag (a) és ezek digitalizált képei (b).

Figure 1. Grain samples of the two subtypes of einkorn wheat (*Triticum monococcum*) – wild einkorn (*T. m. aegilopoides*; samples 1–6), grown einkorn (*T. m. monococcum*; samples 7–20). Note: 50–50 grains (a) and their digitalised images (b) of the 200–200 analysed grains.

Eredmények

Digitális morfológia

Vizsgálatainkban először meghatároztuk a magminták (1. ábra) legalkalmasabb képalkotási módját *tif, *jpg és *bmp felvételek alapján (2. ábra). A három

képkalkotási módszer a digitalizálás során csak kis eltérést mutatott, ezért, a kezelhető képméret miatt, a további mérésekhez a *jpg felvételeket alkalmaztuk.

2. ábra. A háromféle (*tif, *jpg, *bmp) digitalizálás összehasonlítása a teljes adatsorok alapján (200–200 mag/20 alakor fajta×7/16 mért paraméter)

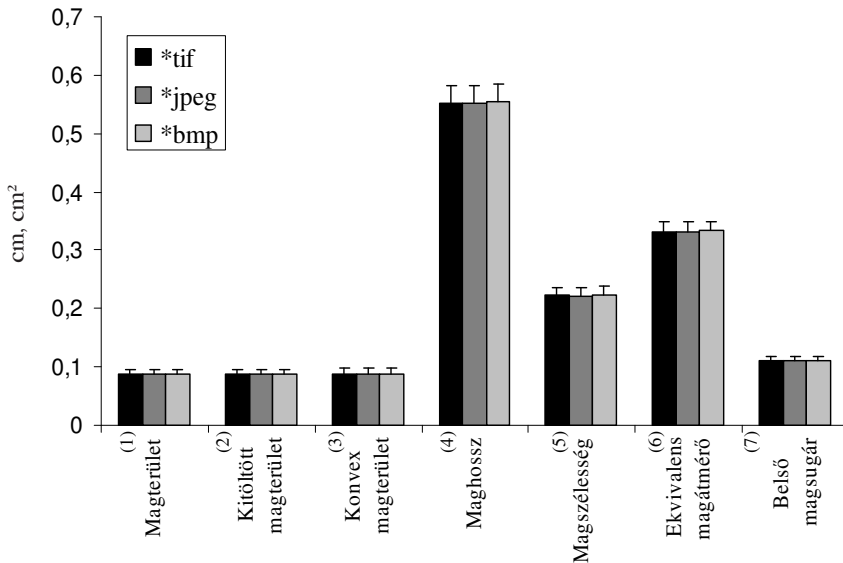
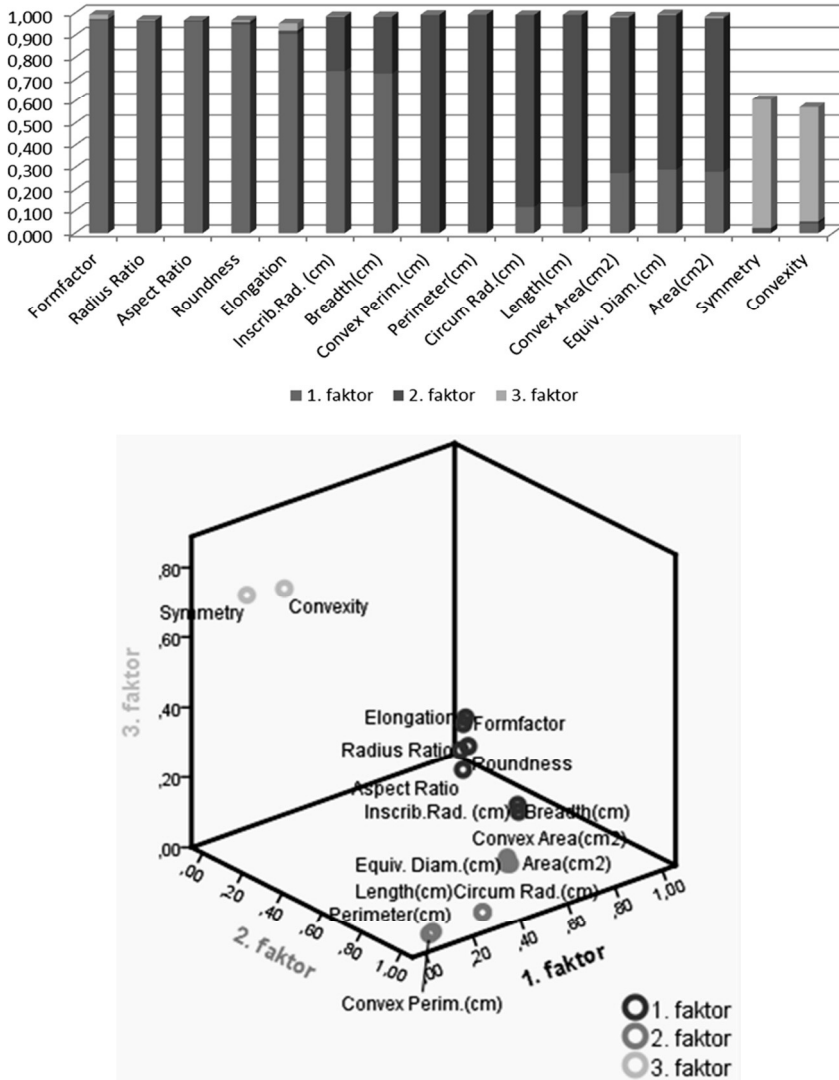


Figure 2. Comparing the three types (*tif, *jpg, *bmp) of digitalisation based on the entire data series (200–200 grains/20 einkorn types×7/16 measured parameters). (1) Grain area, (2) Filled grain area, (3) Convex grain area, (4) Grain length, (5) Grain width, (6) Equivalent grain diameter, (7) Internal grain radius

Faktoranalízis (FA)

A Fovea Pro 4.0 programmal 33 magparamétert mértünk (Emödi et al. 2014ab), melyből 16 szemtulajdonság volt releváns faktoranalízisre. A faktoranalízis eredményeként kapott három faktor a vizsgálatra választott 16 magparaméter együttes varianciájának 93,45%-át magyarázta. A megfigyelt szemtulajdonságok egyes faktorok által megmagyarázott varianciái (3a. ábra), valamint a faktorsúlyok (3b. ábra) alapján a vizsgált magtulajdonságok (I–III.) tulajdonságcsoportba soroltuk be.

3. ábra. Faktoranalízis



Megjegyzés: a 16 magparaméter közül az I-III tulajdonságsoportba sorolt és a további mérések alapján figyelembe vett szemtulajdonságok kommunalitásai (a) és súlyértékei (b). A magparaméterek megfelelői az Anyag és módszer fejezetben találhatóak.

Figure 3. Factor analysis. Note: of the 16 grain parameters, the communalities (a) and weight values (b) of the grain characteristics classified into the characteristic groups I-III and considered based on the subsequent measurements. The equivalents of the grain parameters are described in the Material and Methods section.

- (I) tulajdonság csoport: Inscrib.Rad. (a magba írható kör sugara, cm), Breadth (magszélesség, cm), FormFactor ($4\pi \cdot \text{Terület}/\text{Kerület}^2$), Radius_Ratio (a magba/mag köré írható kör sugarának hányadosa), Aspect_Ratio (maghossz/magszélesség hányadosa), Roundness (magkerekség), Elongation (magnyújtottság).
- (II) tulajdonság csoport: Length (maghossz, cm), Circum.Rad. (a mag körül írható kör sugara, cm), Perimeter (magkerület, cm), Convex_Perim. (a mag konvex kerülete, cm), Convex_Area (a mag konvex területe, cm²), Equiv. Diam. (a magterület azonos körének átmérője, cm), Area (magterület, cm²).
- (III) tulajdonságcsoport: Symmetry (magszimmetria), Convexity (konvexitás).

Hisztogram-elemzés

A termesztett és vad búzafajok (*Triticum*) és fajták magjainak elemzésével igazolódott korábban, hogy a „természet nem természetes”, mert a vad búzafajok magméreteinek hisztogramjai többcsúcsúak, multimodálisak, míg a nemesített búzafajok hisztogramjai mutatják a természetes eloszlást (unimodális harang-görbe) (Rovner és Gyulai 2007) (4. ábra).

4. ábra. Az alakor búza (*Triticum monococcum*) két alfajának – vad alakor (*T. m. aegilopoides*; 1–6 minta), termesztett alakor (*T. m. monococcum*; 7–17 minta); bejegyzett fajta: 18–19; tájffajta: 20 – magterületi (cm²) összehasonlítása (n=200 mag/fajta)

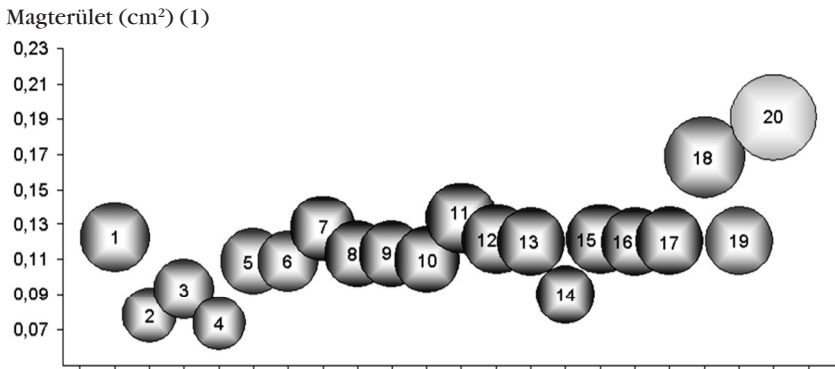


Figure 4. Grain area-based (cm²) comparison (n=200 grains/varieties) of the two subtypes of the einkorn wheat (*Triticum monococcum*) – wild einkorn (*T. m. aegilopoides*; samples 1–6), grown einkorn (*T. m. monococcum*; samples 7–17); registered variety: 18–19; regional variety: 20. (1) Grain area-based (cm²).

Eredményeink további adatokat szolgáltatottak ennek az elméletnek az igazolására. A vad alakor (1–6 minta) négy magméreti adatainak hisztogramjai nem természetes haranggörbét, hanem többcsúcú, multimodális eloszlást mutattak, szemben a termesztett, mesterségesen szelektált, alakor fajták (7–20 minta) unimodális haranggörbével (5. ábra). Ez az eredmény jelzi, hogy a természetes eloszlású hisztogram a mesterséges szelekció során alakul ki. További mikroevolúciós jelenség igazolódott a magméreteken (terület, Seed area), amely egy jelentős magméret-növekedést mutatott a vad alakor fajtáktól (1–6 minta) a termesztett alakor (7–20 minta) fajtáig (4. ábra). A legnagyobb magméretet egy még nem regisztrált termesztett alakor tájfajta (Lr – landrace) (20. minta) a *T. m. monococcum* Lr-'Gyulai' mutatta (4. ábra).

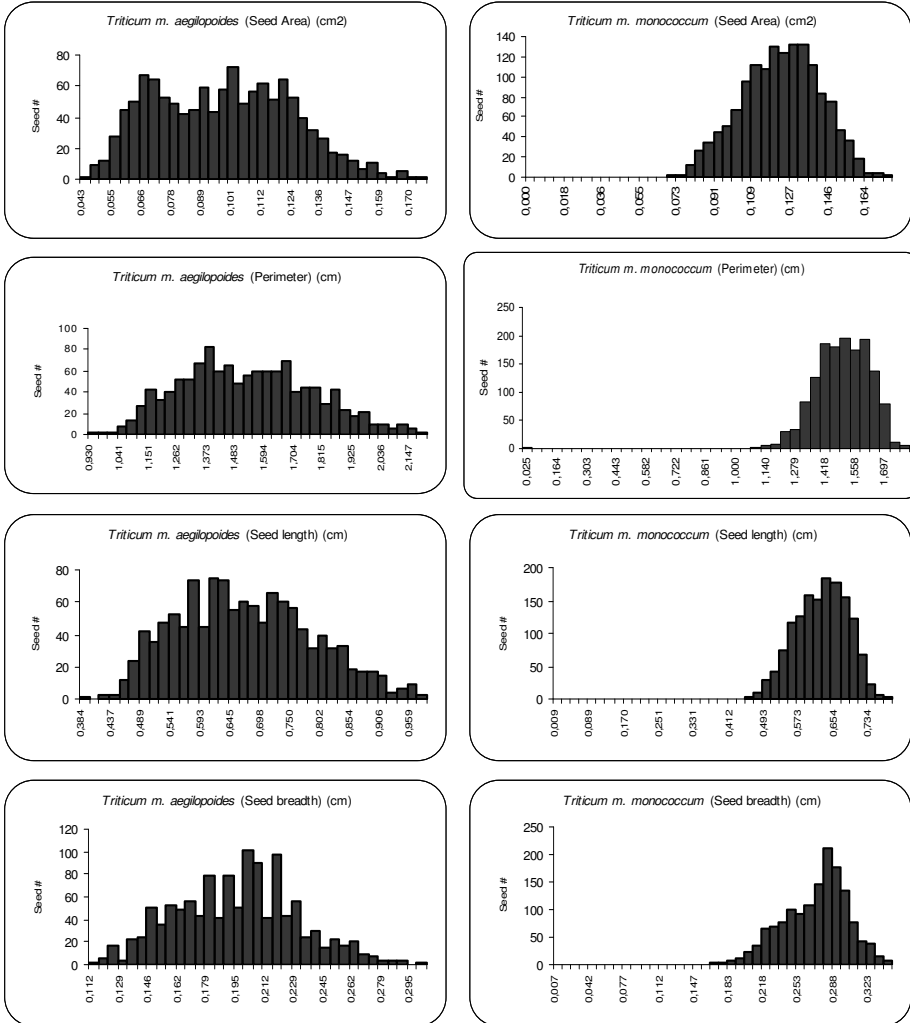
Diszkriminancia-analízis (DA)

A magminták adatainak kanonikus diszkriminancia analízise a fajták közül csak az 1. számú vad alakor, és a 18. illetve 20. számú termesztett alakor fajta elkülönülését mutatta szignifikánsan (6a. ábra).

Az első diszkrimináló függvényt (6a. ábra) a Roundness, a Formfactor, a Radius_Ratio, az Elongation, az Aspect_Ratio, az Inscib.Rad. (cm), valamint a Breadth (cm) szemtulajdonságok lineáris kombinációja határozta meg. A második diszkrimináló függvény mögött a Circum.Rad. (cm), a Length (cm), a Convex_Perim. (cm), a Perimeter (cm), az Area (cm²), a Convex_Area (cm²) és az Equiv.Diam. (cm) magparaméterek összefüggésrendszere azonosítható be. A diszkriminancia-analízis megerősítette a főkomponens analízis eredményét: az első diszkrimináló függvényt meghatározó szemparaméterek az első faktornál kijelölt tulajdonságcsoporthoz feleltek meg, a második diszkrimináló függvény mögött beazonosítható magparaméter-csoport pedig a második faktor magtulajdonságainak összetételét mutatta.

Amikor azonban nem fajtánként (1–20), hanem a két alfaj fajtáit csoportosítva elemeztük a centroidok (csoportátlagok) feltüntetésével a két alfajcsoport (*T. m. aegilopoides*; 1–6 minta, és a *T. m. monococcum*; 7–20 minta) szignifikánsan különült el (6b. ábra). Az első diszkrimináló függvényt (6b. ábra) a Inscib.Rad. (cm), a Breadth (cm), a Radius_Ratio, a Formfactor, a Roundness, az Area (cm²), az Aspect_Ratio, a Convex_Area (cm²), az Elongation, az Equiv. Diam. (cm) szemtulajdonságok lineáris kombinációja határozta meg. A második diszkrimináló függvény mögött a Circum.Rad. (cm), a Length (cm), a Convex_Perim. (cm) és a Perimeter (cm) magparaméterek lineáris összefüggésrendszere állt.

5. ábra. Az alakor búza (*Triticum monococcum*) két alfajának – a vad alakor (*T. m. aegiloides*; 1–6 minta) és a természettt alakor (*T. m. monococcum*; 7–20 minta) magmintáinak – hisztogram-elemzése



Megjegyzés: magterület – Seed area; magkerület – Perimeter; maghossz – Seed length; mag szélesség – Seed breadth.

Figure 5. Histogram analysis of the grain samples of the two subtypes of einkorn wheat (*Triticum monococcum*) – wild einkorn (*T. m. aegiloides*; samples 1–6), grown einkorn (*T. m. monococcum*; samples 7–20). Note: magterület – Seed area; magkerület – Perimeter; maghossz – Seed length; mag szélesség – Seed breadth.

6. ábra. a - *A vad alakor* (*T. m. aegilopoides*; 1–6 minta) és a termesztett alakor (*T. m. monococcum*; 7–20 minta) DA elemzése a Group centroidok („csoportátlagok”) feltüntetésével
- b - *A vad alakor* (*T. m. aegilopoides*; 1–6 minta) és a termesztett alakor (*T. m. monococcum*; 7–20 minta) DA elemzése a Group centroidok („csoportátlagok”), valamint a 18. minta: *T. m. monococcum* cv. ‘MV Alkor’ (Regisztrált fajta – Reg. 1), a 19. minta: *T. m. monococcum* cv. ‘MV Menket’ (Regisztrált fajta – Reg. 2) és a 20. minta: *T. m. monococcum* Lr-‘Gyulai’ tájfajta (LR) feltüntetésével

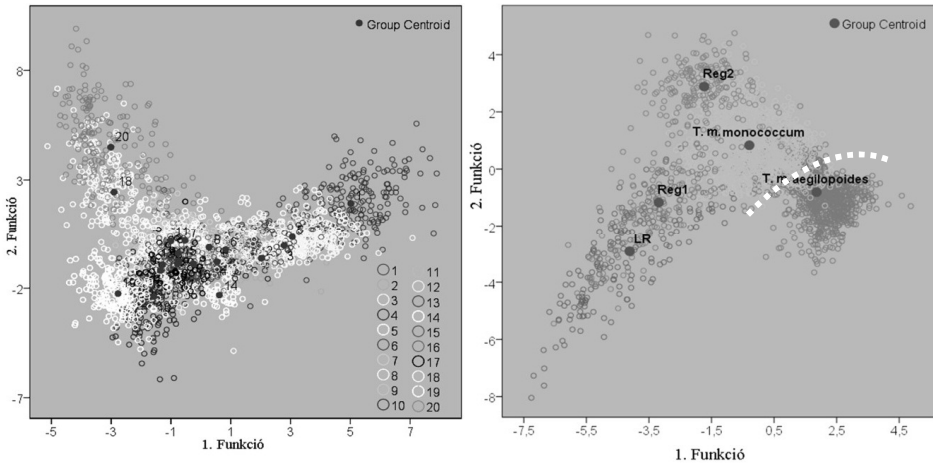


Figure 6. DA analysis of a - the wild einkorn (*T. m. aegilopoides*; samples 1–6) and the grown einkorn (*T. m. monococcum*; samples 7–20) by showing the group centroids; b - the wild einkorn (*T. m. aegilopoides*; samples 1–6) and the grown einkorn (*T. m. monococcum*; samples 7–20) by showing the group centroids and sample 18: *T. m. monococcum* cv. ‘MV Alkor’ (registered variety – Reg. 1), sample 19: *T. m. monococcum* cv. ‘MV Menket’ (registered variety – Reg. 2) and sample 20: *T. m. monococcum* Lr-‘Gyulai’ regional variety

CRT-elemzés

A CRT-elemzés (7. ábra) lehetőséget adott, hogy meghatározzuk a mért digitális magmorfometriai tulajdonságok közül a legnagyobb mértékben elkülönítő tulajdonságot, amely a Radius_Ratio-t emelte ki (ez a magtulajdonság a magba és a mag köré írtható kör sugarának hányadosa).

Kizárólag ezen tulajdonság adatai alapján a vizsgált összes szemmintából (2400 mag) a *T. m. aegilopoides* 87,8%-át (1006 mag), míg a *T. m. monococcum* 85,2%-át (1059 mag) különítette el egy csoportba.

7. ábra. Az alakor búza (*Triticum monococcum*) két alfajának – a vad alakor (*T. m. aegilopoides*; 1–6 minta) és a termesztett alakor (*T. m. monococcum*; 7–20 minta) fajtáinak – CRT elemzésének első csoportosítási lépése

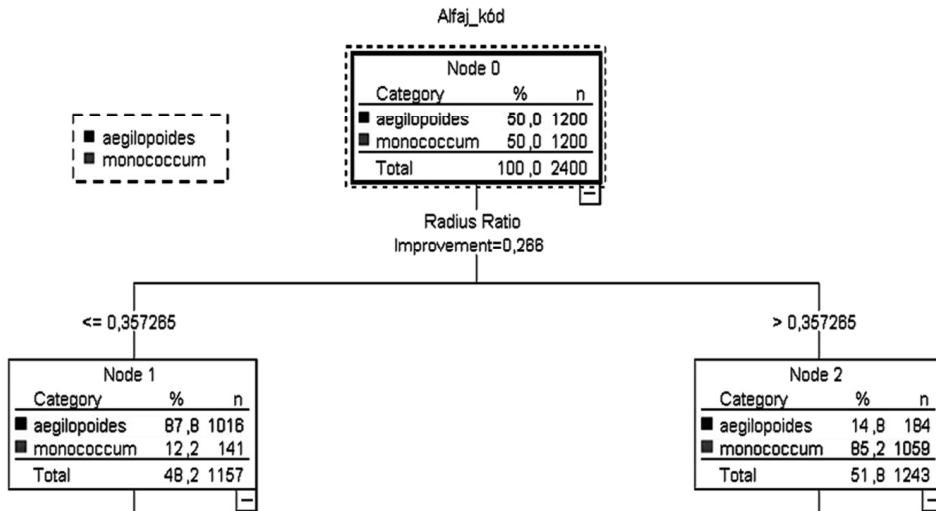


Figure 7. The first grouping step of the CRT analysis of the two subtypes of einkorn wheat (*Triticum monococcum*) – wild einkorn (*T. m. aegilopoides*; samples 1–6), grown einkorn (*T. m. monococcum*; samples 7–20)

Összefoglalásul megállapítható, hogy a vad alakor és a termesztett alakor digitális magmorfometriai elemzéssel elkülöníthető. Igazolódott, hogy magok paramétereinek méret- és formabeli változásai korrelálnak a domesztikáció fokával.

Az alkalmazott módszer alapja lehet egy magmorfometriai rendszer kialakításának más nehezen meghatározható fajok és fajták esetében, ezzel lehetséges módszert nyújtva a génbanki vizsgálatokhoz.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a SZIE „Kutató Kari Kiválósági Támogatás – Research Centre of Excellence – 9878/2015/FEKUT” támogatásával készült. A szerzők köszönetet mondanak az anonim lektori javaslatokért, melyek figyelembe vételével jelentősen emelkedett a cikk tudományos értéke.

Irodalom

- Brinkkemper, O.–der Maaten, L.–Boon, P.: 2011. Identification of *Myosotis* seeds by means of digital image analysis. *Vegetation History and Archaeobotany*. 20: 435–445.
- Chen, I.–Manchester, S. R.: 2007. Seed morphology of modern and fossil *Ampelocissus* (*Vitaceae*) and implications for phytogeography. *Amer. J. Bot.* 94: 1534–1553.
- Emődi A.–Gyulai F.–Mravcsik Z.–Gyulai G.–Vinogradov, S.–Szabó T. A.–Rovner, I.: 2014a. Digitális magmorfometria I. – A termesztett alakor fajták és tájfajták (*T. m. ssp. monococcum*) elemzése. *Növénytermelés*. 63. 4: 61–70.
- Emődi A.–Gyulai F.–Mravcsik Z.–Kerti B.–Hidvégi N.–Vinogradov, S.–Szabó T. A.–Rovner, I.–Gyulai G.: 2014b. Alakortételek (*Triticum monococcum* L. *ssp. monococcum*) digitális magmorfometriai elemzése. [In: Veisz O. (szerk.) XX. Növény-nemesítési Tudományos Napok.] Budapest, 2014. március 18. 80–84., 125–129.
- Gyulai G.–Kerti B.–Vinogradov, S.–Emődi A.–Mravcsik Z.–Gyulai F.–Rovner, I.: 2014. Kétlaki növények magmorfometriai elemzése. [In: Veisz O. (szerk.) XX. Növény-nemesítési Tudományos Napok.] Budapest, 2014. március 18. 165–169.
- Gyulai, G.–Rovner, I.–Vinogradov, Sz.–Kerti, B.–Emődi, A.–Csákvári, E.–Kerekes, A.–Mravcsik, Z.–Gyulai, F.: 2015. Digital seed morphometry of wild and crop dioecious plants. *Seed Science and Technology*. 43: 1–15.
- Heun, M.–Schäfer-Pregl, R.–Klawan, D.–Castagna, R.–Accerbi, M.–Borghi, B.–Salamini, F.: 1997. Site of Einkorn Wheat Domestication Identified by DNA Fingerprinting. *Science*. 278: 1313–1314.
- Kovács G.: 2010. Az alakor organikus termesztése. *Martonvásár*. 22. 2: 20–21.
- Mravcsik Z.–Gyulai F.–Emődi A.–Kerti B.–Vinogradov, S.–Hidvégi N.–Rovner, I.–Gyulai G.: 2014. Régészeti szőlőmagleletek (*Vitis vinifera*) molekuláris és digitális magmorfometriai azonosítása. [In: Veisz O. (szerk.) XX. Növény-nemesítési Tudományos Napok.] Budapest, 2014. március 18. 319–324.
- Orrù, M.–Grillo, O.–Lovicu, G.–Venora, G.–Bacchetta, G.: 2013. Morphological characterisation of *Vitis vinifera* L. seeds by image analysis and comparison with archaeological remains. *Vegetation History and Archaeobotany*. 22: 231–242.
- Rovner, I.–Gyulai, F.: 2007. Computer-Assisted Morphometry: A New Method for Assessing and Distinguishing Morphological Variation in Wild and Domestic Seed Populations. *Economic Botany*. 61: 154–172.
- Rovner, I.–Gyulai, G.–Mravcsik, Z.–Gyulai, F.–Emődi, A.–Kerti, B.–Vinogradov, S.: 2013. Variametric Analysis: A New Method in the Study of Diversity and Unpredictability in the Biological World. *Book of Abstract CBB2; 2nd Conference of Cereal Biotechnology and Breeding*. 5–7 November 2013. Budapest. 67–68.
- Rasband, W. S.: 1997–2006. *ImageJ*. U.S. Institutes of Health. Bethesda. Maryland. USA. Website: <http://rsb.info.nih.gov/ij/>.

- Russ, J.:* 2005. Fovea Pro 4.0 Computer software. Reinder Graphics.
- Russ, J.:* 2007. The image processing handbook, 5th ed. CRC Press. Boca Raton.
- Schermann Sz.:* 1966. Magismeret. Akadémiai Kiadó. Budapest. Vol. I (pp. 861), Vol. II (pp. 209)
- Simmonds, N. W.:* 1976. Evolution of crop plants. Longman. London–New York. 339.
- Zohary, D.–Hopf, M.–Weiss, E.:* 2012. Domestication of plants in the Old World. Oxford University Press. Oxford. 243.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Emődi Andrea–*Dr. Gyulai Gábor–Mravcsik Zoltán–Dr. Gyulai Ferenc
Szent István Egyetem MKK
Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet
Gödöllő
Páter K. u. 1.
H-2100
*gyulai.gabor@mkk.szie.hu

Dr. Vinogradov Szergej
Szent István Egyetem GTK
Közgazdaságtudományi, Jogi és Módszertani Intézet
Gödöllő
Páter K. u. 1.
H-2100

Dr. Irwin Rovner
Cary
Greensview Drive 214.
NC 27518
USA

A tápanyag-ellátottság hatása a silócirok (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) minőségére I. – N-ellátottság

¹IZSÁKI ZOLTÁN–²NÉMETH TAMÁS

¹Szent István Egyetem Gazdasági, Agrár- és Egészségtudományi Kar, Szarvas

²KWS Magyarország Kft. Nemesítő Állomás, Murony

Összefoglalás

A silócirok trágyázási szaktanácsadásának fejlesztéséhez kísérleti munkánk célja az volt, hogy jól elkülönülő talaj tápelem-ellátottsági szinteken, műtrágyázási tartamkísérletben vizsgáljuk a N-, P- és K-ellátottság hatását a silócirok termés hozamára és minőségére. A műtrágyázási tartamkísérletet 1989-ben állítottuk be mélyben karbonátos csernozjom réti talajon, 4–4 N-, P- és K-ellátottsági szinten, teljes kezelés-kombinációban, 64 kezeléssel. Jelen dolgozatban a N-trágyázás (0, 80, 160, 240 kg N/ha) hatásának eredményeit mutatjuk be a silócirok fontosabb minőségi tulajdonságaira a 2000 és 2002 között végzett vizsgálatok alapján, melyek az alábbiakban foglalhatók össze:

1. A silócirok nyersfehérje-tartalma a N-ellátottságtól és az évjáratától függően 8,05% és 11,35% között változott. N-trágyázás nélkül a nyersfehérje-tartalom 8,05–9,22%-ot ért el, ami a jobb N-ellátottság eredményeként fokozatosan növekedett.
2. A silócirok nyerszsír-tartalma a 2000-es és a 2001-es kísérleti években közel azonos volt, N-trágyázás nélkül 1,20–1,30%, ami 160 kg/ha N-ellátottsági szintig statisztikailag igazolhatóan 1,42–1,47%-ra növekedett. Száraz évjáratban nagyobb volt a cirok nyerszsír-tartalma, N-trágyázás nélkül 2,47%, amit a 80 kg/ha-os N-adag 2,81%-ra növelt.
3. A nyersrosttartalom alakulásában a N-trágyázás csak egy évben okozott szignifikáns változást, amikor a növekvő N-ellátottság csökkenő nyersrosttartalommal párosult.
4. Virágzáskor és a viaszérettség kezdetén a N-trágyázás a cirok cukortartalmát szignifikánsan csökkentette. A cukortartalom maximumát (15,3% és 15,9%) a fiziológiai érettségben érte el és ekkor már csak a 240 kg/ha-os N-trágyázás okozott cukortar-

talom csökkenést. A betakarításkori cukorhozam a N-trágyázásban nem részesült kezelésekben 5,7 t/ha és 6,4 t/ha volt, amit a 80 kg/ha-os és 160 kg/ha-os N-trágyázás megbízhatóan növelt és csak a N-túltáplálás (240 kg/ha) váltott ki statisztikailag igazolható cukorhozam csökkenést a cukorhozam maximumhoz képest.

5. A 2000-es és 2001-es kísérleti években a vizsgált 17 aminosavból csupán a metionin és a cisztin mennyisége (g/100 g szárazanyag) nem növekedett a jobb N-ellátottság hatására. Míg 2002-ben a N-trágyázást kísérő jelentős nyersfehérje gyarapodás ellenére is csak öt aminosav (izoleucin, leucin, alanin, aszparaginsav, glutaminsav) mennyisége növekedett megbízhatóan a 240 kg/ha-os N-ellátottsági szinten. A N-ellátottság különböző szintjei az esszenciális és nem esszenciális aminosavak arányát érdemben nem befolyásolták, míg az évjárat igen. A fehérje aminosav összetételét (g/100 g fehérje) tekintve nem tapasztaltunk olyan konzekvens N-hatást, amely minden kísérleti évben egy-egy aminosav arányának változásában kimutatható lett volna.

Kulcsszavak: N-ellátottság, silócirok, termésminőség, tartamkísérlet

The effect of nutrient supply on the quality of silo sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) I. – N supply

¹Z. IZSÁKI–²T. NÉMETH

¹Szent István University, Faculty of Agricultural and Health Sciences, Szarvas

²KWS Magyarország Kft. Breeding Station, Murony

Summary

The aim of our experimental work of developing the fertilisation consultancy system of silo sorghum was to examine the effect of N, P and K supply levels on the yield and quality of silo sorghum at well separable nutrient supply levels in a long-term fertilisation experiment. The long-term fertilisation experiment was established in 1989 on deeply calcareous chernozem meadow soil at 4 different N, P and K supply levels each, applying 64 treatments, i.e., the whole treatment combination. This study presents the results of the effect of N fertilisation (0, 80, 160, 240 kg N ha⁻¹) on the

main quality characteristics of silo sorghum based on the examinations performed between 2000 and 2002 which can be summarised as follows:

1. The raw protein content of silo sorghum ranged between 8.05–11.35% depending on the N supply level and the given crop year. Without N fertilisation, the raw protein content amounted to 8.05–9.22% and it constantly increased as a result of better N supply.
2. The raw fat content of silo sorghum was nearly the same in the experimental years of 2000 and 2001. Without N fertilisation, the raw fat content was between 1.20–1.30% which increased to 1.42–1.47% in a statistically significant way until the N supply level of 160 kg ha⁻¹. In a dry crop year, the raw fat content of sorghum was higher, amounting to 2.47% without N fertilisation and it increased to 2.81% as a result of 80 kg ha⁻¹ N.
3. As regards raw fibre, N fertilisation caused a significant change only in one year, when the increasing N supply level resulted in decreasing raw fibre content.
4. At the time of flowering and the beginning of wax ripeness, N fertilisation significantly decreased the sugar content of sorghum. The highest sugar content (15.3% and 15.9%) was reached at the stage of physiological ripeness. In this phase only the 240 kg ha⁻¹ dose of N fertiliser resulted in decreasing sugar content. The sugar yield at harvesting was 5.7 t ha⁻¹ in the case of zero N fertilisation and 6.4 t ha⁻¹ in the case of 80 kg ha⁻¹ fertilisation and it was significantly increased by the 160 kg ha⁻¹ treatment. Only the N overfertilisation resulted in a statistically significant sugar yield decrease in comparison with the highest value of sugar yield.
5. Of the 17 amino-acids examined in the experimental years of 2000 and 2001, only the amount of methione and cysteine did not increase (g per 100 g dry matter) as a result of better N supply. At the same time, the amount of only five amino-acids (isoleucine, leucine, alanine, asparagine acid, glutamic acid) increased significantly at the 240 kg ha⁻¹ N supply level despite the notable increase of raw proteins following the N fertilisation in 2002. The various levels of N supply did not significantly affect the proportion of amino-acids, while crop year did. No consistent N impact was observed in relation to the amino-acid composition of the protein (g per 100 g protein) which could be detected in the change of the proportion of a single amino-acid in all experimental years.

Key words: N supply, silo sorghum, yield quality, long-term experiment

Влияние обеспеченности питательными веществами на качество силосного сорго (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) I. – Обеспеченность N

¹З. ИЖАКИ–²Т. НЕМЕТ

¹Университет им. Святого Иштвана, Экономический,
Аграрный и Санитарный Факультет, Сарваш

²Селекционная Станция «KWS Magyarország Kft.», Муронь

Резюме

Целью нашей опытной работы для развития профессионального консультирования использования удобрений для силосного сорго было исследование влияния обеспеченности N, P и K на урожайность и качество силосного сорго на хорошо отличающихся уровнях обеспеченности питательными элементами почвы, в продолжительном опыте искусственных удобрений. Продолжительный опыт искусственных удобрений установили в 1989 году на чернозёмной луговой в глубине карбонатной почве, на 4-х уровнях обеспеченности N, P и K, в полной комбинации доз, с 64 дозами. В данной работе показываем результаты влияния N удобрения (0, 80, 160, 240 kg N/ha) на наиболее важные качественные свойства силосного сорго на основе проведённых в 2000-2002 годах исследований, которые сформулированы ниже:

1. Содержание сырого белка силосного сорго в зависимости от обеспеченности N и от года выращивания изменялось в пределах 8,05–11,35%. Без удобрения N содержание сырого белка достигло 8,05–9,22%, что в результате лучшего обеспечения N постепенно увеличивалось.
2. Содержание сырого жира силосного сорго в 2000–2001 годах опыта было почти одинаковое, без удобрения N 1,20–1,30%, которое до уровня обеспеченности N 160 kg/ha, и это статистически можно подтвердить, увеличилось до 1,42–1,47%. В засушливый год было больше содержание сырого жира сорго, без удобрения N было 2,47%, что доза N 80 kg/ha увеличила до 2,81%.
3. В формировании содержания сырой клетчатки удобрение N только в один год причинило значительное изменение, когда увеличивающееся обеспечение N сочеталось с уменьшающимся содержанием сырой клетчатки.
4. Во время цветения и в начале восковой зрелости удобрение N значительно уменьшило содержание сахара сорго. Максимум содержания сахара (15,3% и 15,9%)

достигли в физиологической зрелости и тогда только доза 240 kg/ha удобрения N причинила уменьшение содержания сахара. Выход сахара во время уборки в обработках без удобрения N был 5,7 t/ha и 6,4 t/ha, что удобрением N в дозах 80 kg/ha и 160 kg/ha доказуемо увеличило, и только передозировка N (240 kg/ha) вызвала статистически доказуемое сокращение выхода сахара по сравнению с максимумом этого.

5. В 2000–2001 годы опытов из 17 исследованных аминокислот только количество метионина и цистина (g/100 g сухого вещества) не увеличилось под влиянием лучшей обеспеченности N. А в 2002 году несмотря на значительное увеличение сырого белка, сопровождающее удобрение N, только количество пяти аминокислот (изолейцин, лейцин, аланин, аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота) увеличилось доказуемо на уровне обеспеченности N 240 kg/ha. Различные уровни обеспеченности N не повлияли существенно на соотношение эссенциальных и неэссенциальных аминокислот, но год выращивания оказал влияние. Рассматривая состав белка аминокислот (g/100 g белка), не обнаружили такое последовательное влияние N, которое в каждый год опыта можно было бы показать в изменении соотношения одной аминокислоты.

Ключевые слова: обеспеченность N, силосное сорго, качество урожая, продолжительный опыт

Bevezetés

A silócirok takarmányértékét jellemző fontosabb minőségi tulajdonságok a fehérjetartalom, az aminosav összetétel, a nyerszsír- és nyersrosttartalom, a N-mentes kivonható anyag mennyisége és a keményítő érték. Energetikai célú hasznosítás esetén pedig a cukortartalom játszik fontos szerepet. A minőségi tulajdonságok alakulását számos tényező befolyásolja, úgymint a genotípus, a termőhelyi feltételek, a tápanyagellátás, az agrotechnika színvonala, a betakarítás időpontjában a cirok fenofázisa (Waggle *et al.* 1966, Eppendorfer *et al.* 1985, Pospisil 2009). A N-trágyázás nemcsak a termés hozamot, de a minőséget is a legjobban befolyásoló faktor.

Hazai vizsgálati eredmények szerint a silócirok nyersfehérje-tartalma 5–12% között változik fajtától, agrotechnikától, évjárártól és betakarítási időponttól függően (Józsa 1976, Chrappán *et al.* 1997, Izsáki 2013). Hasonló eredményekről ad számot néhány alapvető külföldi forrásmunka is (Wall és Blessin 1970,

OECD 2015). Legszorosabb összefüggést a N-trágyázás mutat a cirok fehérjetartalmával és fehérjetermésével (Ashiono et al. 2005, Almodares et al. 2009, Singh et al. 2013). Afzal et al. (2012) vizsgálata szerint a silócirok nyersfehérjetartalma 247 kg N/ha adagnál 12,5%-ot ért el szemben a N-trágyázás nélküli kezelés 7,9%-os értékével. Restelatto et al. (2013) 220 kg/ha N-trágyázási szintig tapasztaltak nyersfehérje-tartalom növekedést.

A silócirok fehérje aminosav összetétele kevésbé tanulmányozott terület, mert a vizsgálatok elsősorban a szemes cirok szemtermésének aminosav összetételére irányulnak. A N-ellátottság és a cirok aminosav összetételének kapcsolatát először Waggle és Deyoe (1966) vizsgálták. Kimutatták, hogy a szemtermés aminosav szintje lineáris összefüggésben van az összes N-tartalommal. Mossé et al. (1988) a szemtermés N-tartalmának és a fehérje aminosav-tartalmának kapcsolatában hiperbolikus összefüggést tapasztaltak. A nagyobb N-tartalommal együtt növekedett az alanin, a leucin, a fenilalanin és a glutaminsav mennyisége, változatlan maradt a szerin, a tirozin, a triptifán és az aszparaginsav tartalom, míg a többi aminosav mennyisége csökkent. A cirok fehérje aminosav összetételének változásáról számolnak be Waggle et al. (1966) is a N-ellátottságtól függően, miszerint a N-műtrágyázás hatására nőtt a szem fehérjetartalma és ezen belül a glutaminsav, a prolin, az alanin, az izoleucin, a leucin és a fenilalanin, míg csökkent a lizin, a hisztidin, az arginin, a treonin és a glicin részaránya.

A N-trágyázás nyersrosttartalomra gyakorolt hatásában a kísérleti eredmények elég ellentmondásosak. Almodares et al. (2009) a nyersrosttartalom csökkenését mutatták ki N-trágyázás hatására, míg Khalid et al. (2003) annak növekedését tapasztalták. Más szerzők (Restelatto et al. 2013) ugyanakkor nagyadagú N-trágyázás esetében sem tudtak változást kimutatni a silócirok nyersrosttartalmában. A silócirok nyerszsírtartalma átlagosan 2–3% közötti, és viszonylag kevésbé változékony a N-ellátottságtól függően, de esetenként kismértékű növekedés tapasztalható a N-trágyázás eredményeként (Ksiezak és Machul 2007, Glamoclija et al. 2011, Ksiezak et al. 2012).

A cukorcirok, silócirok cukortartalma 7–18% között változik genotípustól, termőhelytől, agrotechnikától, évjárattól és fejlődési fázistól függően (Almodares és Mostafafi Darany 2006, Almodares és Hadi 2009, Jóvér et al. 2014). A cukor nagyobbbrészt szaharóz és kisebb hányada invertcukor (glükóz, fruktóz, maltóz, xilóz) (Almodares et al. 2008). A N-trágyázás cukortartalomra gyakorolt hatása tekintetében ugyancsak ellentmondásos eredményekkel találkozha-

tunk. *Cowley és Smith* (1972) nem találtak összefüggést a N-trágyázás szintje és a cukortartalom között. *Galani et al.* (1991) vizsgálata szerint a N-trágyázás növekvő adagja nem befolyásolta a cirok préslevének Brix-értékét. *Ferraris és Stewart* (1979) a N-trágyázás cukortartalom növelő hatásáról ad számot. Míg más kutatási eredmények a túlzott N-ellátás és a tenyészidő alatti késői N-trágyázás oldott szénhidrát- és cukortartalom csökkentő hatását mutatták ki (*Freeman et al.* 1973, *Almodares et al.* 2009, *Kovács et al.* 2011). *Zilahi-Sebess* (2012) a cirok N-tápláltsága, a növényi szövet N-tartalma és a cukortartalom között negatív lineáris összefüggést tapasztalt.

A silócirok tápanyagellátása és minősége közötti összefüggések vizsgálata eléggé elhanyagolt területe a hazai növénytermesztési és agrokémiai kutatásoknak és a külföldi kutatási eredmények is számos esetben ellentmondások. Így tartamkísérleti eredményeink, melyek a silócirok tápanyag-ellátottsága és minősége közötti kapcsolat összefüggéseit taglalják, hozzájárulhatnak a silócirok tudományos igényű trágyázási szaktanácsadásának fejlesztéséhez.

Anyag és módszer

A műtrágyázási tartamkísérletet a Szent István Egyetem Gazdasági, Agrár- és Egészségtudományi Kar Növénytermesztési Tanszék Kísérleti Telepén, Szarvason állítottuk be 1989-ben. A kísérleti terület talaja mélyben karbonátos csernozjom réti talaj, a humuszos réteg vastagsága 85–100 cm, a művelt réteg pH(KCl)-ja 5,0–5,2, humusztartalma 2,8–3,2%, CaCO_3 -ot nem tartalmaz, kötöttsége (K_A) 50, agyagtartalma 32%.

A kísérlet beállítása előtt 1989 őszén az AL- P_2O_5 156 mg/kg, az AL- K_2O 322 mg/kg, AL-Na 212 mg/kg, a KCl-Mg 765 mg/kg, az EDTA-Mn 386 mg/kg, az EDTA-Cu 5,4 mg/kg és az EDTA-Zn 3,0 mg/kg volt a kísérleti terület átlagában. A *MÉM NAK* (1979) által elfogadott módszerek és határértékek alapján a talaj ellátottsága P-ből, K-ből és Cu-ből jó, Mg-ből és Mn-ből magas, még Zn-ből kielégítő volt. A talajvíz átlagos mélysége 300–350 cm.

A műtrágyázási tartamkísérletet három tényezővel (N-, P- és K-trágyázás), tényezőnként négy-négy N-, P- és K-szinten alakítottuk ki, teljes kombinációban (4^3), azaz 64 kezeléssel, kétszeresen osztott parcellás elrendezésben, három ismétlésben. A három valódi ismétlésen belül a N-trágyázási kezelések 48, a P-trágyázási kezelések 16 belső ismétléssel szerepeltek.

A kísérlet tényezői és kezelései

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

K_0 = K-trágyázás nélkül,

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

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

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

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

P_0 = P-trágyázás nélkül,

P_1 = 100 kg/ha/év P_2O_5 ,

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

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

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

N_0 = N-trágyázás nélkül,

N_1 = 80 kg N/ha/év,

N_2 = 160 kg N/ha/év,

N_3 = 240 kg N/ha/év.

Az időszakosan végzett nagyadagú P és K feltöltő trágyázás célja az volt, hogy jól elkülönülő ellátottsági szinteket alakítsunk ki a talajban a tápláltsági szituációk tanulmányozására és a talaj tápelem-ellátottsági határértékek megállapítására. A nitrogént ammóniumnitrát (34%), a foszfort szuperfoszfát (18%) és a káliumot kálisó (40% vagy 60%) formájában összesen juttattuk ki. Kivételt képezett 1999 ősze, amikor a csapadékos időjárás miatt a talajfelszínen kialakuló vízállások az őszi műtrágyázást nem tették lehetővé és azt tavasszal végeztük el. A kísérletben évente 4 növény szerepelt kiterített vetésforgóban, 4×192 db parcellán, ahol a főparcellák területe 320 m², az elsőrendű alparcellák területe 80 m² és a másodrendű alparcellák mérete 4×5=20 m² volt.

A silócirok előveteménye minden évben rostkender (*Cannabis sativa* L.) volt. A kísérlet minden évben szántásos alpművelésben részesült. A kísérletben Róna 4 cukorcirok típusú középérésű silócirok hibrid szerepelt. A vetést április 30-án végeztük, 65 cm-es sortávolságra, 280 ezer csíra/ha vetőmagnormával. A rendkívül száraz tavasz miatt 2002-ben kelesztő öntözést végeztünk 50 mm-es víznormával. A sorok záródásáig a gyomirtást mechanikai úton végeztük. A betakarítás viaszérettségben történt.

Az egyes kísérleti évek vízellátottságát a tenyészidő alatt lehullott csapadék mennyiségével jellemezve megállapítható, hogy a 2001. és a 2002. évek az át-

lagosnál csapadékosabbak voltak, míg a 2000-es tenyészidőszak nyári hónapjai aszályosak voltak. A tenyészidő alatti átlaghőmérséklet vagy a sokévi átlag körül alakult vagy azt meghaladta (1. táblázat).

1. táblázat. A kísérleti hely időjárásának adatai a vizsgálati időszak alatt (Szarvas, 1999–2002)

Év (1)	Nyári félév (IV–IX.) (2)	Téli félév (X–III.) (3)	Évi összeg, illetve átlag (4)
Csapadék (mm) (5)			
Átlag 1901–1975 (6)	313	225	538
1999	496	230	847
2000	216	291	339
2001	416	190	612
2002	353	118	489
Átlag hőmérséklet (°C) (7)			
Átlag 1901–1975 (6)	17,9	3,4	10,6
1999	20,4	3,1	12,2
2000	19,1	3,6	12,1
2001	17,9	6,2	11,8
2002	18,9	3,9	11,4

Table 1. Weather data of the experimental site during the examined period (Szarvas, 1999–2002). (1) Year, (2) Summer period, (3) Winter period, (4) Yearly sum and average, (5) Precipitation (mm), (6) Average between 1901–1975, (7) Average temperature (°C)

A talaj N-ellátottságának jellemzésére vizsgáltuk a silócirok vetése előtt a 0–60 cm-es talajréteg ásványi nitrogén-tartalmát. Az ásványi nitrogént ($\text{NO}_3^- - \text{NO}_2^- - \text{NH}_4^+ - \text{N}$) 1 mol/dm^3 KCl-os kivonatból fotometriás módszerrel határoztuk meg, melynek $\text{NO}_3\text{-N}$ értékeit a 2. táblázat tartalmazza.

A talaj tápelem-vizsgálatokat évente, ősszel az elővetemény betakarítása után a 0–60 cm-es talajrétegből vett mintákból végeztük el. A talaj P_2O_5 - és K_2O -tartalmát AL-módszerrel határoztuk meg, és az eredmények értékelésekor a talaj P- és K-ellátottságának megítélésére a szántott (30 cm-es) réteg értékeit használtuk. Az egyes kísérleti évek P- és K-ellátottságát az előző év őszenek vizsgálati eredményével jellemeztük (2. táblázat).

2. táblázat. A talaj tápanyag-ellátottsága trágyázási kezelésként
(Szarvas, 2000–2004)

Kezelés jele (1)	Kísérleti évek (2)				
	2000	2001	2002	2003	2004
NO ₃ -N kg/ha a 0–60 cm-es talajrétegben vetés előtt (3)					
N ₀	20	43	75	30	59
N ₁	22	86	135	35	97
N ₂	23	146	190	54	142
N ₃	24	158	247	62	195
AL-P ₂ O ₅ mg/kg a művelt rétegben (4)					
P ₀	138	120	120	128	139
P ₁	194	183	176	183	198
P ₂	185	156	195	195	222
P ₃	239	204	339	339	362
AL-K ₂ O mg/kg a művelt rétegben (5)					
K ₀	248	232	229	215	206
K ₁	360	354	334	347	321
K ₂	403	352	394	394	367
K ₃	428	373	465	465	453

Table 2. Nutrient supply of the soil in each fertiliser treatment (Szarvas, 2000–2004). (1) Treatment, (2) Years of experiment, (3) NO₃-N kg ha⁻¹ in the 0–60 cm soil layer before sowing, (4) AL-P₂O₅ mg kg⁻¹ in the ploughed layer, (5) AL-K₂O mg kg⁻¹ in the ploughed layer

A cirok minőségi tulajdonságainak vizsgálatához parcelláként 15 növényt gyűjtöttünk be, a mintákat légszáraz állapotig fóliasátorban szárítottuk, majd ledaráltuk és a szárazanyagtartalmat szárítószekrényes módszerrel határoztuk meg. A cirok nyersfehérje-tartalmának számításához (N×6,25) az összes N-t Makro-Kjeldahl módszerrel (MSZ 6830-4), az aminosav-összetételt savas (6 N HCl) hidrolízis után ioncserés oszlop-kromatográfiás módszerrel (HPLC), a nyersszírt az MSZ 6830-6-A és a nyersrostot az MSZ 6830-7 szerint a Bács ÁG Kft. Mezőgazdasági Vizsgáló és Termékminősítő Laboratórium végezte el.

A cukortartalom vizsgálatához csak a N-trágyázásban részesült kezelésekből vettünk 15 növényből álló mintát virágzáskor, a viaszérés kezdetén és vé-

gén. A cirokszárakról a leveleket eltávolítottuk és 15 cm-es darabokra aprítottuk fel. Az előkészített mintákat hűtve szállítottuk a Szegedi Egyetem Gyógyszerészeti Karának Laboratóriumába, ahol a cukortartalom vizsgálatot végezték az *MSZ 6830-26* szerint.

A kísérletek matematika-statisztikai értékelését variancia-analízissel végeztük *Sváb* (1981) módszere szerint. A kísérleti eredmények ismertetése a N-főhatásokra terjed ki.

Eredmények

A silócirok nyersfehérje-tartalma a N-ellátottságtól és az évjárattól függően 8,05% és 11,35% között változott. N-trágyázás nélkül a nyersfehérje-tartalom 8,05–9,22%-ot ért el, ami 80 kg/ha N-trágyázás hatására minden kísérleti évben szignifikánsan növekedett és értéke 8,77–10,20% közé esett. A 2001. és 2002. kísérleti években a nagyobb adagú (160 kg/ha, 240 kg/ha) N-trágyázás további megbízható nyersfehérje-tartalom emelkedést eredményezett. Ez az összefüggés 2000-ben csak tendencia jellegű volt. A nyersfehérje-tartalom növekedés a jobb N-ellátottság eredményeként 1,15–1,95–2,13% volt az egyes kísérleti években a N-trágyázás nélküli kontrollhoz viszonyítva. A legkisebb nyersfehérje-tartalmat, átlagosan 8,73%-ot 2000-ben, a kísérleti évek között a legszárazabb és legmelegebb évben mértük, amikor a zöldtermés mennyisége csak mintegy fele volt, mint amit a többi kísérleti évben regisztráltunk (*3. táblázat*).

A silócirok nyerszsír-tartalma a 2000-es és a 2001-es kísérleti években közel azonos volt, N-trágyázás nélkül 1,20–1,30%. A 160 kg/ha N-ellátottsági szinten a nyerszsír mennyisége statisztikailag igazolhatóan 1,42–1,47%-ra növekedett, ami érdemben már nem gyarapodott a 240 kg/ha N-adag esetében. A 2002-es kísérleti évben jelentős évjárathatás mutatható ki, amikor a N-trágyázásban nem részesült kezelésben a nyerszsír 2,47%-ot ért el. Ebben az évben a nyerszsír-tartalom maximumát (2,81%) a 80 kg/ha-os N-adagnál kaptuk. Az ennél magasabb N-ellátási szint a nyerszsír kismértékű csökkenését váltotta ki (*3. táblázat*).

A nyersrost-tartalom alakulásában a N-trágyázás csak egy évben (2001) okozott szignifikáns változást, amikor a növekvő N-ellátottság csökkenő nyersrost-tartalommal párosult (*3. táblázat*).

A silócirok cukortartalmának és cukorhozamának tenyészidő alatti változását a *4. táblázat* adatai alapján értékelhetjük.

3. táblázat. A N-ellátottság hatása a silócirok nyersfehérje-, nyerszsír- és nyersrost-tartalmára (Szarvas, 2000–2002)

Év (1)	N-adag (kg/ha) (2)				SzD _{5%} (3)	Átlag (4)
	0	80	160	240		
Nyersfehérje % (5)						
2000	8,05	8,77	8,90	9,20	0,70	8,73
2001	8,12	8,95	10,07	9,47	0,64	9,15
2002	9,22	10,20	10,80	11,35	0,87	10,39
Átlag (4)	8,46	9,30	9,92	10,00	-	-
Nyerszsír % (6)						
2000	1,30	1,30	1,42	1,47	0,12	1,37
2001	1,20	1,27	1,47	1,60	0,21	1,38
2002	2,47	2,81	2,64	2,66	0,27	2,64
Átlag (4)	1,65	1,79	1,84	1,91	-	-
Nyersrost % (7)						
2000	22,7	21,6	22,3	24,8	NS*	22,8
2001	30,7	28,1	24,3	25,9	2,6	27,2
2002	20,7	20,0	20,4	18,8	NS*	20,0
Átlag (4)	24,7	23,2	22,3	23,1	-	-

Table 3. The impact of N supply on the raw protein, raw fat and raw fibre content of silo sorghum (Szarvas, 2000–2002). (1) Year, (2) N dose (kg ha⁻¹), (3) LSD_{5%}, (4) Average, (5) Raw protein %, (6) Raw fat %, (7) Raw fibre %

A cukorcirok szárának cukortartalma a bugahányás előtt még alacsony, csupán néhány százalék (Kunita *et al.* 1997), a betakarítás előtt 5 héttel is csak 6–7% (Bárdossy 1962), és maximumát a viaszérettség végén, a szemtermés fiziológiai érettségében éri el. Kísérletünkben a virágzás fázisában (a tenyészidő 61. és 72. napja) N-trágyázás nélkül a cirok cukortartalma 9,2% és 9,9% volt, amit a 160 kg/ha és 240 kg/ha N-trágyázás jelentősen csökkentett. A viaszérettség kezdetén (a tenyészidő 75. és 85. napja) a cukortartalom mintegy 2%-kal volt nagyobb, mint virágzaskor és e fejlődési fázisban is érvényesült a N-trágyázás cukortartalmat csökkentő hatása. A cukortartalom maximumát a viaszérettség végén (a tenyészidő 92. és 106. napja) érte el, N-trágyázás nélkül 15,3% és 15,9%-ot. Ebben az érettségben csak a 240 kg/ha N-trágyázási szint okozott szignifikánsan kisebb cukortartalmat. A betakarításkori cukorhozam

a N-trágyázásban nem részesült kezelésekben 5,7 t/ha és 6,4 t/ha volt, amit a 80 kg/ha-os és 160 kg/ha-os N-trágyázás megbízhatóan növelt és csak a N-túltáplálás (240 kg/ha) váltott ki statisztikailag igazolható cukorhozam csökkenést a cukorhozam maximumhoz képest.

4. táblázat. A N-ellátottság hatása a silócirok tenyészidő alatti cukortartalmára és cukorhozamára (Szarvas, 2002, 2003)

Tenyészidő napja (1)	N-adag (kg/ha) (2)				SzD _{5%} (3)	Átlag (4)
	0	80	160	240		
2002						
Cukortartalom % (5)						
72	9,9	9,3	8,7	8,1	NS*	9,0
85	11,8	9,9	8,3	8,6	1,6	9,2
106	15,3	14,5	15,2	12,5	2,5	14,4
Cukorhozam t/ha (6)						
72	4,2	5,3	4,5	4,1	0,6	4,5
85	5,6	6,3	4,6	3,9	0,6	5,1
106	5,7	6,6	6,5	5,7	0,6	6,1
2003						
Cukortartalom % (5)						
61	9,2	8,6	8,0	7,4	1,0	8,3
75	11,5	9,7	8,2	7,9	1,9	9,3
92	15,9	15,5	15,4	12,7	2,1	14,9
Cukorhozam t/ha (6)						
61	3,6	4,1	4,3	4,0	0,6	4,0
75	5,2	4,7	4,4	4,5	0,7	4,7
92	6,4	6,7	7,1	5,9	0,5	6,5

Table 4. The effect of N supply on the sugar content and sugar yield of silo sorghum during the growing season (Szarvas, 2002, 2003). (1) Day of the growing season, (2) N dose (kg ha⁻¹), (3) LSD_{5%}, (4) Average, (5) Sugar content %, (6) Sugar yield t ha⁻¹

A N-trágyázás hatására bekövetkezett nyersfehérje-tartalom növekedést kísérő aminosav mennyiségi változásokat (g/100 g szárazanyag) az 5–7. táblázat mutatja be kísérleti évenként.

5. táblázat. A N-ellátottság hatása a silócirok aminosav összetételére
(g/100 g szárazanyag) (Szarvas, 2000)

Aminosav (1)	N-adag (kg/ha) (2)				SzD _{5%} (3)	Átlag (4)
	0	80	160	240		
Esszenciális aminosavak (EA) (5)						
Arginin (6)	0,27	0,29	0,32	0,30	0,04	0,29
Fenilalanin (7)	0,29	0,31	0,34	0,33	0,05	0,31
Hisztidin (8)	0,12	0,13	0,15	0,15	0,02	0,14
Izoleucin (9)	0,21	0,22	0,25	0,24	0,03	0,23
Leucin (10)	0,61	0,67	0,74	0,73	0,07	0,69
Lizin (11)	0,24	0,25	0,28	0,26	0,02	0,26
Metionin (12)	0,04	0,04	0,05	0,05	NS*	0,05
Treonin (13)	0,23	0,24	0,28	0,28	0,03	0,26
Valin (14)	0,28	0,30	0,34	0,31	0,05	0,31
Összes EA (15)	2,29	2,45	2,75	2,65	-	2,54
Nem esszenciális aminosavak (NEA) (16)						
Alanin (17)	0,45	0,51	0,57	0,55	0,08	0,52
Aszparaginsav (18)	0,88	0,97	1,01	1,08	0,16	0,99
Cisztin (19)	0,12	0,11	0,11	0,10	NS*	0,11
Glicin (20)	0,27	0,28	0,31	0,30	0,03	0,29
Glutaminsav (21)	1,23	1,29	1,48	1,50	0,18	1,37
Prolin (22)	1,12	1,18	1,34	1,33	0,11	1,24
Szerin (23)	0,30	0,31	0,36	0,36	0,05	0,33
Tirozin (24)	0,12	0,13	0,16	0,15	0,03	0,14
Összes NEA (25)	4,49	4,78	5,34	5,37	-	4,99
Összes EA+NEA (26)	6,78	7,23	8,09	8,02	-	7,53
EA/NEA arány (27)	34/66	34/66	34/66	33/67	-	34/66

Table 5. The effect of N supply on the amino-acid composition of silo sorghum (g per 100 g dry matter) (Szarvas, 2000). (1) Amino-acid, (2) N dose (kg ha⁻¹), (3) LSD_{5%}, (4) Average, (5) Essential amino-acids (EA), (6) Arginine, (7) Phenylalanine, (8) Histidine, (9) Isoleucine, (10) Leucine, (11) Lysine, (12) Methionine, (13) Treonine, (14) Valine, (15) All EA, (16) Non-essential amino-acids (NEA), (17) Alanine, (18) Asparagine acid, (19) Cystine, (20) Glycine, (21) Glutamic acid, (22) Proline, (23) Serine, (24) Tyrosine, (25) All NEA, (26) All EA+NEA, (27) Proportion of EA/NEA

6. táblázat. A N-ellátottság hatása a silócirok aminosav összetételére
(g/100 g szárazanyag) (Szarvas, 2001)

Aminosav (1)	N-adag (kg/ha) (2)				SzD _{5%} (3)	Átlag (4)
	0	80	160	240		
Esszenciális aminosavak (EA) (5)						
Arginin (6)	0,27	0,28	0,37	0,31	0,09	0,31
Fenilalanin (7)	0,28	0,36	0,49	0,42	0,10	0,38
Hisztidin (8)	0,17	0,21	0,27	0,24	0,07	0,22
Izoleucin (9)	0,21	0,21	0,30	0,27	0,03	0,25
Leucin (10)	0,73	0,82	1,14	0,97	0,14	0,92
Lizin (11)	0,26	0,30	0,33	0,32	0,06	0,30
Metionin (12)	0,03	0,03	0,05	0,04	0,01	0,04
Treonin (13)	0,26	0,29	0,31	0,29	0,04	0,29
Valin (14)	0,22	0,26	0,32	0,29	0,03	0,27
Összes EA (15)	2,43	2,76	3,58	3,15	-	2,98
Nem esszenciális aminosavak (NEA) (16)						
Alanin (17)	0,44	0,50	0,70	0,61	0,09	0,56
Aszparaginsav (18)	0,63	0,76	0,78	0,76	0,12	0,73
Cisztin (19)	0,02	0,02	0,02	0,01	NS*	0,02
Glicin (20)	0,33	0,37	0,41	0,40	0,08	0,38
Glutaminsav (21)	0,69	0,94	1,32	1,10	0,22	1,01
Prolin (22)	0,33	0,49	0,61	0,67	0,14	0,53
Szerin (23)	0,26	0,31	0,36	0,32	0,06	0,31
Tirozin (24)	0,13	0,17	0,24	0,20	0,05	0,19
Összes NEA (25)	2,83	3,56	4,44	4,07	-	3,73
Összes EA+NEA (26)	5,26	6,32	8,02	7,22	-	6,71
EA/NEA arány (27)	46/54	44/56	45/55	44/56	-	45/55

Table 6. The effect of N supply on the amino-acid composition of silo sorghum (g per 100 g dry matter) (Szarvas, 2001). (1) Amino-acid, (2) N dose (kg ha⁻¹), (3) LSD_{5%}, (4) Average, (5) Essential amino-acids (EA), (6) Arginine, (7) Phenylalanine, (8) Histidine, (9) Isoleucine, (10) Leucine, (11) Lysine, (12) Methionine, (13) Treonine, (14) Valine, (15) All EA, (16) Non-essential amino-acids (NEA), (17) Alanine, (18) Asparagine acid, (19) Cystine, (20) Glycine, (21) Glutamic acid, (22) Proline, (23) Serine, (24) Tyrosine, (25) All NEA, (26) All EA+NEA, (27) Proportion of EA/NEA

7. táblázat. A N-ellátottság hatása a silócirok aminosav összetételére
(g/100 g szárazanyag) (Szarvas, 2002)

Aminosav (1)	N-adag (kg/ha) (2)				SzD _{5%} (3)	Átlag (4)
	0	80	160	240		
Esszenciális aminosavak (EA) (5)						
Arginin (6)	0,30	0,28	0,33	0,29	-	0,30
Fenilalanin (7)	0,41	0,39	0,40	0,45	-	0,41
Hisztidin (8)	0,16	0,15	0,16	0,17	-	0,16
Izoleucin (9)	0,34	0,37	0,37	0,42	0,05	0,37
Leucin (10)	1,13	1,18	1,20	1,38	0,15	1,22
Lizin (11)	0,30	0,27	0,31	0,30	-	0,30
Metionin (12)	0,18	0,18	0,18	0,20	-	0,19
Treonin (13)	0,32	0,34	0,35	0,38	-	0,35
Valin (14)	0,38	0,36	0,37	0,42	-	0,38
Összes EA (15)	3,52	3,52	3,67	4,01	-	3,68
Nem esszenciális aminosavak (NEA) (16)						
Alanin (17)	0,68	0,72	0,75	0,85	0,11	0,75
Aszparaginsav (18)	0,72	0,74	0,78	0,82	0,09	0,77
Cisztin (19)	0,12	0,12	0,13	0,13	-	0,13
Glicin (20)	0,38	0,39	0,40	0,43	-	0,40
Glutaminsav (21)	1,50	1,58	1,50	1,84	0,27	1,60
Prolin (22)	0,71	0,85	0,81	0,88	-	0,81
Szerin (23)	0,39	0,42	0,42	0,46	-	0,42
Tirozin (24)	0,21	0,19	0,21	0,22	-	0,21
Összes NEA (25)	4,71	5,01	5,00	5,63	-	5,09
Összes EA+NEA (26)	8,23	8,53	8,67	9,64	-	8,77
EA/NEA arány (27)	43/57	41/59	42/58	42/58	-	42/58

Table 7. The effect of N supply on the amino-acid composition of silo sorghum (g per 100 g dry matter) (Szarvas, 2002). (1) Amino-acid, (2) N dose (kg ha⁻¹), (3) LSD_{5%}, (4) Average, (5) Essential amino-acids (EA), (6) Arginine, (7) Phenylalanine, (8) Histidine, (9) Isoleucine, (10) Leucine, (11) Lysine, (12) Methionine, (13) Treonine, (14) Valine, (15) All EA, (16) Non-essential amino-acids (NEA), (17) Alanine, (18) Asparagine acid, (19) Cystine, (20) Glycine, (21) Glutamic acid, (22) Proline, (23) Serine, (24) Tyrosine, (25) All NEA, (26) All EA+NEA, (27) Proportion of EA/NEA

A 2000-es és 2001-es kísérleti években a vizsgált 17 aminosavból csupán a metionin és a cisztin mennyisége nem növekedett a jobb N-ellátottság hatására. A legtöbb aminosavnál e két évben az aminosavak mennyisége a 160 kg/ha-os N-adagtól növekedett szignifikánsan. A 2002-es kísérleti évben a N-trágyázás jelentősen gyarapította a cirok nyersfehérje-tartalmát, mégis csupán csak öt aminosav (izoleucin, leucin, alanin, aszparaginsav, glutaminsav) mennyisége növekedett megbízhatóan a 240 kg/ha-os N-ellátottsági szinten. Mind az esszenciális és mind nem esszenciális aminosavak mennyisége emelkedett a jobb N-ellátottság hatására. Az esszenciális és nem esszenciális aminosavak mennyiségi arányában jelentős évjáráthatás tapasztalható. A legszárazabb 2000-es kísérleti évben az esszenciális és nem esszenciális aminosavak átlagos aránya 34/66 volt, míg a kedvezőbb időjárású 2001-es és 2002-es években ez az arány 45/55, illetve 42/58 értéket mutatott. A N-ellátottság különböző szintjei az esszenciális aminosavak arányát érdemben nem befolyásolták.

A fehérje aminosav összetételét (g/100 g fehérje) tekintve nem tapasztaltunk olyan konzekvens N-hatást, amely minden kísérleti évben egy-egy aminosav arányának változásában kimutatható lett volna. Így a vizsgált 17 aminosavból csak azok vannak feltüntetve, amelyek szignifikáns változást mutattak a N-ellátottságtól függően (8. táblázat). A 2000-es kísérleti évben a fehérje aminosav összetételében csak csekély mértékű változást tapasztaltunk, mert csak a leucin és a glutaminsav aránya növekedett a jobb N-ellátottsággal. Nem befolyásolta a N-trágyázás 2001-ben az arginin, a lizin, a treonin, a valin, az aszparaginsav, a cisztin, és a glicin fehérjén belüli részesedését, míg a többi aminosav aránya szignifikánsan növekedett a jobb N-ellátottság eredményeként. A 2002. kísérleti évben a N-ellátottság csak néhány aminosav fehérjén belüli arányát módosította. Nevezetesen az arginin, a fenilalanin, a hisztidin, a lizin és a glicin aránya szignifikánsan csökkent a magasabb szintű N-ellátottság következtében, míg a többi aminosav esetében érdemi változás nem volt kimutatható.

A silócirok aminosav összetételét a trágyázási kezelések és a kísérleti évek átlagában a 9. táblázat foglalja össze. A silócirok nyersfehérje-tartalma a trágyázási kezelések és a kísérleti évek átlagában 9,42% volt, melyből a 17 aminosav mennyisége a szárazanyagra vonatkoztatva 7,67%-ot tett ki és ezen belül az esszenciális és nem esszenciális aminosavak megoszlása 3,07% és 4,60%, így az összes aminosav mennyisége 40% esszenciális és 60% nem esszenciális aminosavra oszlik meg.

8. táblázat. A N-ellátottság hatása a silócirok fehérje aminosav összetételére
(g/100 g fehérje)
(Szarvas, 2000–2002, szignifikáns hatások)

Aminosav (1)	N-adag (kg/ha) (2)				SzD _{5%} (3)	Átlag (4)
	0	80	160	240		
2000						
Leucin (5)	7,60	7,64	8,23	7,90	0,59	7,84
Glutaminsav (6)	14,52	14,94	16,64	17,05	1,55	15,78
2001						
Fenilalanin (7)	3,50	4,01	4,83	4,68	1,01	4,26
Hisztidin (8)	2,18	2,33	2,70	2,56	0,46	2,44
Izoleucin (9)	2,58	2,37	3,01	2,71	0,40	2,67
Leucin (5)	8,99	9,17	11,34	10,22	1,57	9,93
Metionin (10)	0,34	0,36	0,55	0,36	0,14	0,40
Alanin (11)	5,47	5,66	6,97	6,40	1,06	6,13
Glutaminsav (6)	8,67	10,53	13,24	11,60	2,54	11,01
Prolin (12)	3,95	5,62	6,06	7,03	1,37	5,67
Szerin (13)	3,28	3,48	3,87	3,39	0,50	3,51
Tirozin (14)	1,62	1,88	2,41	2,38	0,50	2,07
2002						
Arginin (15)	3,28	2,78	3,10	2,62	0,52	2,95
Fenilalanin (7)	4,44	3,82	3,73	4,03	0,38	4,00
Hisztidin (8)	1,74	1,54	1,55	1,54	0,16	1,59
Lizin (16)	3,34	2,69	2,90	2,44	0,80	2,84
Glicin (17)	4,11	3,84	3,71	3,69	0,41	3,84

Table 8. The effect of N supply on the amino-acid composition of silo sorghum (g per 100 g dry matter) (Szarvas, 2000–2002, significant effects). (1) Amino-acid, (2) N dose (kg ha⁻¹), (3) LSD_{5%}, (4) Average, (5) Leucine, (6) Glutamic acid, (7) Phenylalanine, (8) Histidine, (9) Isoleucine, (11) Alanine, (12) Proline, (13) Serine, (14) Tyrosine, (15) Arginine, (16) Lysine, (17) Glycine

A szárazanyagra vonatkoztatva a N-ellátottságtól és az évjárattól függően az esszenciális aminosavak mennyisége 2,54% és 3,68% és a nem esszenciális aminosavak mennyisége 6,27% és 8,77% között változott. Az összes aminosav mennyisége g/100 g fehérjére számítva kerekén 81%-ot tesz ki, melyen belül az esszenciális és nem esszenciális aminosavak megoszlása 32–49%.

9. táblázat. *A silócirok aminosav összetétele a trágyázási kezelések és a kísérleti évek átlagában (Szarvas, 2000–2002)*

Aminosav (1)	g/100 g szárazanyag (2)		g/100 g fehérje (3)	
	Átlag (4)	Szélsőérték (5)	Átlag (4)	Szélsőérték (5)
Esszenciális aminosavak (EA) (6)				
Arginin (7)	0,30	0,29–0,31	3,23	2,95–3,42
Fenilalanin (8)	0,37	0,31–0,41	3,97	3,65–4,25
Hisztidin (9)	0,17	0,14–0,22	1,86	1,55–2,44
Izoleucin (10)	0,28	0,23–0,37	2,99	2,66–3,63
Leucin (11)	0,94	0,69–1,22	9,86	7,84–11,80
Lizin (12)	0,29	0,26–0,30	3,05	2,84–3,31
Metionin (13)	0,09	0,04–0,19	0,93	0,40–1,86
Treonin (14)	0,30	0,26–0,38	3,14	2,98–3,33
Valin (15)	0,32	0,27–0,38	3,38	2,88–3,70
Összesen (EA) (16)	3,07	2,54–3,68	32,41	29,21–35,70
Nem-esszenciális aminosavak (NEA) (17)				
Alanin (18)	0,61	0,52–0,75	6,46	5,97–7,28
Aszparaginsav (19)	0,83	0,73–0,99	8,91	7,31–11,27
Cisztein (20)	0,09	0,02–0,13	0,49	0,11–1,22
Glicin (21)	0,36	0,29–0,40	3,77	3,36–4,12
Glutaminsav (22)	1,33	1,01–1,60	14,28	10,01–16,07
Prolin (23)	0,86	0,53–1,24	9,24	5,66–14,01
Szerin (24)	0,35	0,31–0,42	3,82	3,50–4,10
Tirozin (25)	0,18	0,14–0,21	1,91	1,62–2,07
Összesen (NEA) (26)	4,60	3,73–5,09	48,88	40,75–49,51
EA+NEA (27)	7,67	6,27–8,77	81,29	69,96–85,21
EA/NEA arány (28)	40/60	41/59–42/58	40/60	42/58–42/58

Table 9. Amino-acid composition of silo sorghum averaged over the different fertilisation treatments and years of experiment (Szarvas, 2000–2002). (1) Amino-acid, (2) g per 100 g dry matter, (3) g per 100 g protein, (4) Average, (5) Extreme value, (6) Essential amino-acids (EA), (7) Arginine, (8) Phenylalanine, (9) Histidine, (10) Isoleucine, (11) Leucine, (12) Lysine, (13) Methionine, (14) Treonine, (15) Valine, (16) All EA, (17) Non-essential amino-acids (NEA), (18) Alanine, (19) Asparagine acid, (20) Cystine, (21) Glycine, (22) Glutamic acid, (23) Proline, (24) Serine, (25) Tyrosine, (26) All NEA, (27) All EA+NEA, (28) Proportion of EA/NEA

Köszönetnyilvánítás

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

Irodalom

- Afzal, M.-Ahmad, A.-Ahmad, Au. H.*: 2012. Effect of nitrogen on growth and yield of sorghum forage (*Sorghum bicolor* L./Moench) under three cuttings system. *Cercetary Agronomice in Moldova*. 45. 4: 57-64.
- Almodares, A.-Hadi, M. R.*: 2009. Production of bioethanol from sweet sorghum: A review. *African Journal of Agricultural Research*. 4. 9: 772-780.
- Almodares, A.-Jafarinia, M.-Hadi, M. R.*: 2009. The effects of nitrogen fertilizer on chemical compositions in corn and sweet sorghum. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 6. 4: 441-446.
- Almodares, A.-Mostafafi Darany, S. M.*: 2006. Effect of planting data and time of nitrogen application on yield and sugar content of sweet sorghum. *Journal of Environmental Biology*. 27. 3: 601-605.
- Almodares, A.-Taheri, R.-Adeli, S.*: 2008. Stalk yield and carbohydrate composition of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L./Moench) cultivars and lines at different growth stages. *Journal of Malaysian Applied Biology*. 37: 31-36.
- Ashiono, G. B.-Gatuiku, S.-Mwangi, P.-Akuja, I. E.*: 2005. Effect of nitrogen and phosphorus application on growth and yield of dual-purpose sorghum (*Sorghum bicolor* L./Moench), El291, in the dry highlands of Kenya. *Asian Journal of Plant Science*. 4: 379-382.
- Bárdossy A.*: 1962. Siló-takarmánynövények termesztésének főbb problémái. *MTA Agrártud. Oszt. Közleményei*. 21: 315-327.
- Chrappan Gy.-Fazekas M.-Lazányi J.-Siklósiné Rajki E.*: 1997. Amit a cirok- és madár-eleség-félékről tudni kell. *Agroinform Kiadó és Nyomda Kft. Budapest*.
- Cowley, W. R.-Smith, R. A.*: 1972. Sweet sorghum as a potential sugar crop in south Texas. *Proc. Int. Soc. Sugar Cane Tenhnology*. 14: 628-633.
- Eppendorfer, W. H.-Bille, S. W.-Patipanawattana, S.*: 1985. Protein quality and amino acid-protein relationships of maize, sorghum and rice grain as influenced by nitrogen, phosphorus, potassium and soil moisture stress. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 36: 453.
- Ferraris, R.-Stewart, G. A.*: 1979. New options for sweet sorghum. *Journal of Australian Institute of Agricultural Science*. 45: 156-164.

- Freeman, K. C.–Broadhead, D. M.–Zummo, N.*: 1973. Culture of sweet sorghum for syrup production. Agric. Res. Serv. Agric. Handbook. No. 441. U.S. Dept. Agric. Washington D.C.
- Galani, N. N.–Lomte, M. H.–Choudhari, S. D.*: 1991. Juice yield and brix value as affected by genotypes, plant density and nitrogen levels in high energy sorghum. *Bharatuya*. 16: 23–24.
- Glamoclija, D.–Janković, S.–Rakić, S.–Maletić, R.–Ikanović, J.–Lakić, Z.*: 2011. Effect of nitrogen and harvesting time on chemical composition of biomass of Sudan grass, fodder sorghum, and their hybrid. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 35: 127–138.
- Izsáki Z.*: 2013. Takatmánycirkok gazdasági értéke, termesztésük előnyei. *Agro Napló*. 18. 2: 88–89.
- Jóvér J.–Czimbalmos Á.–Győri Z.–Puskás Á.*: 2014. Silócirok (*Sorghum bicolor* L./Moench) hibridkombinációk néhány értékmérő tulajdonságának vizsgálata. *Növénytermelés*. 63. 4: 71–86.
- Józsa L.*: 1976. Takarmánycirkok termesztése és felhasználása. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Khalid, M.–Ijaz, A.–Muhamad, A.*: 2003. Effect of nitrogen and phosphorus on the fodder yield and quality of two sorghum cultivars (*Sorghum bicolor* L.). *International Journal of Agriculture & Biology*. 5. 1: 61–63.
- Kovács G. P.–Mikó P.–Nagy L.–Gyuricza Cs.*: 2011. Talajművelési eljárások hatása a cukorcirok (*Sorghum bicolor* L./Moench) beltartalmi paramétereire. *Növénytermelés*. 60. 1: 61–81.
- Ksiezak, J.–Machul, M.*: 2007. Evaluation of sorghum yielding depending on the method of sowing and level of nitrogen fertilization. *Roczniki Nauk Zootechnicznych*. 23: 103–106.
- Ksiezak, J.–Matyka, M.–Bojarczuk, J.–Kacprzak, A.*: 2012. Evaluation of productivity of maize and sorghum to be used for energy purposes as influenced by nitrogen fertilization. *Agriculture*. 99. 4: 363–370.
- Kunita, K.–Tsuchihashi, N.–Nishiyana, N.–Takenaga, H.–Yoshiba, M.*: 1997. Study on sugar accumulation of sweet sorghum. [In: Ando et al. (eds.) Plant nutrition for sustainable food production and environment.] *Developments in Plant and Soil Sciences*. 78: 173–174.
- MÉM NAK*: 1979. Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer. [Buzás I. et al. (szerk.)] MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Budapest.
- Mossé, J.–Huet, J. C.–Baudet, J.*: 1988. The amino acid composition of whole sorghum grain in relation to its nitrogen content. *Cereal Chemistry*. 65. 4: 271–277.
- OECD*: 2015. Novel food and feed safety, safety assessment of foods and feeds derived from transgenic crops. Volume 2. OECD Publishing. Paris.

- Pospisil, A.-Pospisil, M.-Macesic, D.-Svecnjak, Z.:* 2009. Yield and quality of forage sorghum and different amaranth species (*Amaranthus* spp.) biomass. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 74. 2: 85–89.
- Restelatto, R.-Pavinato, P. S.-Sartor, L. R.-Paixao, S. J.:* 2013. Production and nutritional value of sorghum and black forages under nitrogen fertilization. *Grass and Forage Science*. 69. 4: 693–704.
- Singh, S. P.-Joshi, Y. P.-Singh Meena, V.:* 2013. Effect of nitrogen levels on sweet sorghum feedstuff for ruminants to assess the crude protein and in vitro dry matter digestibility (IVDMD). *International Journal of Agronomy and Plant Production*. 4: 3688–3691.
- Sváb J.:* 1981. Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Waggle, D. H.-Deyoe, C. W.:* 1966. Relationship between protein level and amino acid composition of sorghum grain. *Feedstuffs*. 24: 18.
- Waggle, D. H.-Deyoe, C. W.-Smith, F. W.:* 1966. Effect of nitrogen fertilization on the amino acid composition and distribution in sorghum grain. *Crop Science*. 7. 4: 367–368.
- Wall, J. S.-Blessin, C. W.:* 1970. Composition of sorghum plant and grain. [In: Wall, J. S.-Ross, W. M. (eds.) *Sorghum production and utilisation*.] AVI Publishing Co. Inc. Westport. Connecticut. 118–166.
- Zilahi-Sebess, Sz. K.:* 2012. The effect of nitrogen fertilization on bioenergy sorghum yield and quality. A Thesis. Master of science. Texas A&M University. Texas. USA.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

*Dr. Izsáki Zoltán
Szent István Egyetem
Gazdasági, Agrár- és Egészségtudományi Kar
Agrártudományi és Vidékfejlesztési Intézet
Szarvas
Szabadság út 1-3.
H-5540
*izsaki.zoltan@gk.szie.hu

Dr. Németh Tamás
KWS Magyarország Kft.
Nemesítő Állomás
Murony
II. kerület 8.
H-5672

A termesztésmód hatása a fejes saláta (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*) egyes beltartalmi mutatóira

KINCSES SÁNDORNÉ-VARGA JÚLIA CSILLA-BALLÁNÉ KOVÁCS ANDREA
Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Agrokémiai és Talajtani Intézet, Debrecen

Összefoglalás

Összehasonlító tenyészedény kísérletünkben, pallagi humuszos homoktalajon vizsgáltuk, hogy a tápanyag-utánpótlás módja (eltérő termesztésmód) hogyan befolyásolja a fejes saláta (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*) egyes beltartalmi mutatóit, így az antioxidáns kapacitását, a nitrát-ion-, P-, K-, Ca-, Mg-, Mn-, Zn- és Cu-tartalmát.

A kísérlet során 45 edényben termesztettünk fejes salátát, edényenként hármat. A tápanyag-utánpótlást 15 edényben műtrágyával (NPK, integrált), 15-ben érett szerves marhatrágyával oldottuk meg (bio), és 15 edény képezte a kontrollt.

A kísérlet felszámolását a saláta piacos állapotában végeztük el. A tenyészidőszak ezen szakaszában 5 alkalommal vettünk mintát.

Meghatároztuk a növényminták antioxidáns-kapacitását (Frap), tápelem- és nitrát-ion-tartalmát. Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy – a kísérlet körülményei között – a tápanyag-utánpótlás módja befolyásolja a fejes saláta egyes beltartalmi mutatóit.

A szerves trágyázott kezelés növényeinek Frap-értékei a tenyészidőszak utolsó szakaszában magasabbak voltak, mint a műtrágyázottaké. A növények antioxidáns-kapacitása a tenyészidőszak utolsó szakaszában még változhat, hisz ez az érték nagymértékben függ az érettségi állapottól. Fontos tehát az optimális szedési időt megállapítani. A betakarításkor a túlértést el kell kerülni.

Kísérletünkben a tenyészidőszak utolsó szakaszában az integrált termesztésmódban fejlődő saláták nitrát-ion-tartalma magasabb volt, mint a biotermesztésűeké, de nem haladta meg a megengedett határértéket.

Eredményeink szerint a szerves-trágyázott saláták a makroelemek közül több foszfort, káliumot és magnéziumot tartalmaztak, mint a műtrágyázott és a kontroll növények.

Kísérletünkben a mért makroelemek közül csak a kalcium mennyisége volt kisebb a biokezelésben, mint az integrált, műtrágyázott kezelés növényeinél, de a Ca-Mg mennyiségi aránya itt is – a felszívódás és beépülés szempontjából – igen kedvezőnek mutatkozott.

A mikroelemek közül a kezelések között a növények mangántartalmában találtunk szignifikáns különbséget. A műtrágyázott növények mangántartalma magasabb volt, mint a szerves-trágyázottaké, ami a műtrágyák talajsavanyító hatásával is összefüggésben lehet.

Kulcsszavak: biotermesztés, tápelem-tartalom, antioxidáns, fejes saláta

The effect of different cultivation methods on the nutritional indicators of lettuce (*Lactuca sativa* L.)

S.-NÉ KINCSES–CS. J. VARGA–A. BALLÁNÉ KOVÁCS

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

Summary

A greenhouse pot experiment on humic sandy soil from Pallag was conducted to investigate the effects of different plant nutrition methods (different cultivation methods) on certain nutritional indicators of lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*), such as antioxidant capacity, nitrate-, P-, K-, Ca-, Mg-, Mn-, Zn- and Cu-content.

In the experiment lettuce was grown in 45 pots, three plants per plot. NPK fertilizer (as integrated cultivation method) and mature cattle manure (as organic cultivation method) were applied as treatments. 15 pots were control pots, 15 pots were treated with NPK fertilizer and 15 pots were treated with cattle manure. Plant samples were collected five times during the growing season. The experiment was finished at the marketable state of lettuce. We measured the antioxidant capacity (FRAP), nitrate- and nutrient content of lettuce.

Based on the obtained results, it can be concluded that in our conditions the methods of plant nutrition affected some nutritional indicators of lettuce. By the last stage of the growing season the FRAP values of plants which were treated with organic manure were higher than those treated with mineral fertilizer. At the same time the nitrate content of lettuce treated with mineral fertilizer was higher. The nitrate content of plants in our experiment did not exceed the allowed limit. Our results show that plants treated with organic manure contained higher amount of phosphorus, potassium and magnesium compared to control plants and to ones produced with mineral fertilizer. On the contrary the calcium content of plants was higher in organic manure treatment.

Among the micronutrients we found significant differences in the manganese content of plants. The manganese content of plants treated with mineral fertilizer was higher than the ones treated with organic fertilizers. This may be related to the soil acidification effect of mineral fertilizers.

Key words: organic production, nutrient content, antioxidant, lettuce

Влияние способа выращивания на некоторые показатели внутреннего содержания кочанного салата (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*)

ШАНДОРНЕ КИНЧЕШ–Ю. Ч. ВАРГА –А. БАЛЛАНЕ КОВАЧ

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

Резюме

В сравнительном опыте с вегетационными сосудами на палагской (pallagi) гумусной песчаной почве исследовали, как влияет способ дополнения питательного вещества (различные методы выращивания) на некоторые показатели внутреннего содержания кочанного салата (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*), а также на антиоксидантную мощность, и на содержание ионов нитрата и P, K, Ca, Mg, Mn, Zn и Cu.

В ходе опыта в 45 сосудах выращивали кочанный салат, по три в каждом сосуде. Дополнение питательных веществ производили в 15 сосудах искусственными удоб-

рениями (NPK, интегрированное), в других 15 сосудах – зрелый коровий навоз (био), остальные 15 сосудов – контрольные.

Окончание опыта провели в рыночном состоянии салата. За этот период выращивания 5 раз брали образцы.

Определяли антиоксидантную мощность образцов растений (Frap), содержание питательных веществ и ионов нитрата. На основании наших результатов смогли установить, что в условиях опыта метод дополнения питательного вещества влияет на некоторые показатели внутреннего содержания кочанного салата.

Показатели Frap растений, обработанных органическим удобрением, в последней стадии вегетационного периода были выше, чем в обрабатываемых искусственными удобрениями. Антиоксидантная мощность растений в последней стадии вегетационного периода ещё может измениться, поскольку этот показатель в большей мере зависит от состояния зрелости. Значит, важно установить оптимальное время сбора. Во время уборки надо избегать перезревания.

В нашем опыте в последней стадии вегетационного периода содержание ионов нитрата растущего в интегральном способе выращивания салата было выше, чем в биовыращиваемом, но не превысило допустимую предельную величину.

Согласно нашим результатам обработанные органическим удобрением салаты содержали больше фосфора, калия и магния в макроэлементах, чем обработанные искусственными удобрениями и контрольные растения.

В нашем опыте среди измеренных макроэлементов только количество кальция было меньше в биобработке, чем у обработанных интегрированно искусственными удобрениями растений, но количественные соотношения Ca–Mg здесь также с точки зрения усвоения и встроения оказались более благоприятными.

Среди микроэлементов в обработках обнаружили значительную разницу в содержании растениями марганца. Содержание марганца обработанных искусственным удобрением растений было выше, чем у обработанных органическим удобрением, что может быть связано с кислотным влиянием на почву искусственных удобрений.

Ключевые слова: биовыращивание, содержание питательных элементов, антиоксидант, кочанный салат

Bevezetés

Napjainkban a sikeres kampányok hatására az emberek egyre tudatosabban, egészségesebben próbálnak élni, igénylik az egészséges élelmiszereket és a belőlük elkészíthető, a szervezetükre jótékony hatást kifejtő ételeket. A magyar lakosság kis mennyiségben fogyaszt gyümölcsöket és zöldségfélét. Utóbbiaknak nem csak a mennyisége, hanem a minősége és változatossága is igen csekély. A zöldségek magas rost-, vitamin- és antioxidáns-tartalmuk révén fejtik ki jótékony hatásukat az emberi szervezetre, e mellett fogyasztásukkal ásványi anyagokat is juttathatunk szervezetünkbe. Az antioxidánsok olyan vegyületek, melyek gátolhatják vagy semlegesíthetik a sejtekben történő oxidációt (*Benbrook 2005*), hatástalaníthatják a szabad gyököket, ezáltal kivédhetik az oxidatív stresszt, így az ebből eredő károsodások és betegségek ellen védik a szervezetet (*Lásztity 2010*).

Egyes zöldségek N-felesleg esetén hajlamosak a nitrátfelhalmozásra, (*Loch 1983, Balláné et al. 2008*). Maga a nitrát nem mérgező, helyes anyagcsere mellett a vizelettel kiürül (*Gilingerné 2005*), de a tárolás és feldolgozás során átalakulhat nitritté, ami viszont erősen toxikus. A nitrit megakadályozza a hemoglobin oxigéntranszportját és szekunder aminokkal nitrózaminokat képez, melyek karcinogén (rákkeltő) hatásúak.

Az egészséges táplálkozás előtérbe kerülésével a biogazdálkodás is elterjedtebbé vált, mivel a biotermesztés igen szigorú szabályok betartásával történő termesztési mód. A biotermesztett növények fejlődésük során nem találkozhatnak szintetikus kemikáliákkal (műtrágya, növényvédőszer). A tápanyag-utánpótlást szerves trágyával, zöldtrágyával, baktérium-készítményekkel oldják meg, biológiai növényvédelmet alkalmaznak (*Márai et al. 1997, Solti 2000, Wjss 2004*).

A biotermékek fogyasztói ára magasabb, mint az integrált termesztésből származóaké. Kérdésként merülhet fel a fogyasztóban, hogy a különböző termesztésmódban fejlődő növények beltartalmi mutatói különböznek-e (*Lévite et al. 2000, Weibel et al. 2004, Györéné et al. 2006*).

A dolgozatban feldolgozott kísérletben a bio- és integrált termesztésből származó fejes saláták beltartalmi mutatóit (antioxidáns-, nitrát- és elemtartalom) hasonlítottuk össze. Vizsgáltuk ezen paraméterek változását a növények tenészsídejének utolsó szakaszában.

Anyag és módszer

A fejes saláta (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*) tesztnövényvel végzett kísérletet 2011 tavaszán állítottuk be a DE MÉK Agrokémiai és Talajtani Intézetének tenyészedeény-házában pallagi humuszos homoktalajon. A talaj legfontosabb fizikai-kémiai jellemzőit a 1. táblázatban mutatjuk be.

1. táblázat. A kezeletlen talaj jellemzői

Humusz% (1)	1,4
pH (CaCl ₂)	6,01
0,01 M CaCl ₂ -os NO ₃ ⁻ -N (mg/kg)	6,15
0,01 M CaCl ₂ -os NH ₄ ⁺ -N (mg/kg)	1,91
0,01 M CaCl ₂ -os szerves N (mg/kg) (2)	7,55
0,01 M CaCl ₂ -os összes N (mg/kg) (3)	15,6
0,01 M CaCl ₂ -os Mg (mg/kg)	9,65
AL-Mg (mg/kg)	118
AL-Ca (mg/kg)	1185
AL-P ₂ O ₅ (mg/kg)	274
AL-K ₂ O (mg/kg)	286,6

Table 1. Untreated soil characteristics. (1) Humus%, (2) 0.01 M CaCl₂ organic N (mg kg⁻¹), (3) 0.01 M CaCl₂ total N (mg kg⁻¹)

A talajadatok alapján a talaj nitrogénre közepesen-megfelelően ellátott, káliumra nézve igen jól ellátott, míg foszfortartalma soknak mondható (*Buzás és Fekete, 1979, Loch és Nosticzius 1992*).

A kísérlet során 45 edényben termesztettünk fejes salátát, edényenként három. A 3 dm³ térfogatú tenyészedeényekbe 2,5 kg légszáraz talajt mértünk be, majd 15 edénybe műtrágyaként, 15-be érett szerves marhatrágyaként juttattunk tápanyagot. 15 edény képezte a kontrollt. Az alkalmazott kezeléseket a 2. táblázat tartalmazza.

Az NPK kezelésnél a nitrogént és foszfort ammónium-dihidrogén-foszfát és ammónium-nitrát formájában, míg a káliumot kálium-klorid oldat formájában juttattuk a talajokba. A műtrágyakezelésben (NPK) a szerves trágyával a talajba juttatott nitrogén, foszfor és kálium mennyiségével egyenértékű tápanyagot adagoltunk. A magvak vetése április 27-én történt, kelés május 10-én kezdődött.

2. táblázat. Az alkalmazott kezelések

Kezelések (1)	Tápanyagmennyiség/2,5 kg talaj (g) (2)
Kontroll (3)	-
Integrált (NPK) (4)	0,25 N, 0,15 P ₂ O ₅ , 0,27 K ₂ O
Bio (5)	0,25 N, 0,15 P ₂ O ₅ , 0,27 K ₂ O

Table 2. Applied fertilization doses. (1) Treatment, (2) Nutrient quantity/2.5 kg soil, (3) Control, (4) Conventional, (5) Organic

A tenyészedények naponkénti súlyra öntözésével biztosítottuk a szabadföldi vízkapacitás (VKsz) 60%-ának megfelelő vízellátottsági szintet. A tenyészidőszak utolsó szakaszában ötször vettünk mintát a növényekből. A mintavételek időpontjai: 1.: június 7., 2.: június 10., 3.: június 14., 4.: június 17., 5.: június 21. Az 1. mintavétel a keléstől számítva a 28. napon, a 2. mintavétel a 31. napon, a 3. a 34. napon, a 4. a 37., míg az 5. mintavétel a keléstől számított 41. napon történt.

A növényi minták nedves tömegének meghatározása mellett antioxidáns kapacitásukat (Frap) és nitrát-ion-mennyiségüket valamennyi mintavételnél vizsgáltuk. Az öt mintavételi időpont mintáiból átlagmintákat létrehozva azok elemtartalmát (P, K, Ca, Mg, Mn, Zn és Cu) is mértük. A növényi minták Frap meghatározásánál *Benzie* és *Strain* (1996) módszerét alkalmaztuk. A módszer azon alapszik, hogy az antioxidáns tartalmú vegyületek a Fe(III)-ionokat Fe(II)-ionokká redukálják, amelyek alacsony pH-n a tripiridil-triazinnal (TPTZ) színes ferro-tripiridil triazin komplexet képeznek. A színes komplex vegyület elnyeli a fényt ($\lambda=593$ nm), így mennyisége spektrofotometriásan mérhető. A mintáinkból az antioxidáns hatású vegyületeket kivonószert (víz : metanol = 20 : 80-as elegye) segítségével vontuk ki. A mintáink eredményeit aszkorbinsavval készített kalibrációs görbe segítségével értékeltük ki.

A növénymintáink nitrát-N-tartalmát kromotrópsavas módszerrel (*Wetters* és *Kenneth* 1970) határoztuk meg. A növényi szárazanyagban lévő nitrát-ionokat vizes kivonással oldottuk ki. A mérést zavaró anyagoknak a szűrletből való eltávolítása után, a komplexképző (kromotrópsav) hozzáadásával – mely erősen savas körülmények között a nitrát-ionnal sárga színű komplexet képez – a nitrát-ion mennyisége spektrofotometriásan ($\lambda=410$ nm) mérhető.

A növényi minták elemtartalmának mérése tömény HNO₃-H₂O₂-os roncsolás után iCAP 6300 Dual (ThermoFisher Scientific) típusú ICP-OES készülékkel történt.

léssel történt a Debreceni Egyetem MÉK Élelmiszertudományi, Minőségbiztosítási és Mikrobiológiai Intézetében.

A kezelések közötti statisztikailag igazolható eltérések kiszámításához egytényezős varianciaanalízist alkalmaztunk, átlagértékeket és 95%-os valószínűségű szignifikáns differenciát határoztunk meg.

Eredmények és értékelés

A kezelések (termesztésmód) hatása a fejes saláta termésmennyiségére

A különböző termesztésmódban fejlődő fejes saláták termésmennyiségét mutatjuk be a 3. táblázatban, a piacosodás időszakában, a tenyészidőszak utolsó két hetében vett 5 mintavételi időpontjában. A táblázat adatai szerint az integrált termesztésű saláták tömege a tenyészidőszak utolsó szakaszában sokkal nagyobb értéket mutatott, mint a biotermesztésű és a kontroll edényekben fejlődő salátáké. Ez mind az 5 mintavételi időpontban statisztikailag is igazolható. Ha összehasonlítjuk a biokezelés és a kontroll csoport termésmennyiségét, akkor megállapíthatjuk, hogy bár valamennyi mintavételnél a biotermesztésűek termésmennyisége kismértékben nagyobbak mutatkoztak, ez azonban statisztikailag nem igazolható. Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy a tenyészidőszak ezen szakaszában a saláták tömege már nagymértékben nem változott, bár a bio- és a kontroll edények növényeinél tendenciájában egy kismértékű növekedést tapasztaltunk, ez statisztikailag nem volt igazolható.

3. táblázat. *A termesztésmód hatása a fejes saláta termésmennyiségére (g nedves tömeg/edény)*

Termesztésmód (1)/ Mintavétel (2)	Nedves tömeg (g/edény)					SzD _{5%} (7)	Átlag (8)
	1.	2.	3.	4.	5.		
Kontroll (4)	38,10	44,10	46,20	48,00	48,30	3,66	44,90
Integrált (NPK) (5)	141,70	145,50	163,00	163,40	162,60	9,39	155,20
Bio (6)	46,80	45,60	46,50	48,80	49,10	1,34	47,40
SzD _{5%} (7)	65,02	65,76	76,20	75,13	74,41		71,28

Table 3. The effect of cultivation methods on lettuce yield (wet weight g pot⁻¹). (1) Treatment, (2) Sampling, (3) Wet weight (g pot⁻¹), (4) Control, (5) Conventional, (6) Organic, (7) LSD_{5%}, (8) Mean

A kezelések (termesztésmód) hatása a fejes saláta antioxidáns kapacitására (Frap)

A különböző termesztésmódban fejlődő fejes saláták antioxidáns kapacitásának (Frap) eredményeit mutatjuk be a 4. táblázatban, a piacosodás, a tenyészidőszak utolsó szakaszában.

4. táblázat. *A termesztésmód hatása a fejes saláta Frap kapacitására (100 g ehető részre vonatkoztatva)*

Termesztésmód (1)/ Mintavétel (2)	mg aszkorbinsav egyenérték/100 g nedves tömeg						SzD _{5%} (7)	Átlag (8)
	(3)							
	1.	2.	3.	4.	5.			
Kontroll (4)	99,25	110,71	217,81	211,50	134,82	49,22	154,82	
Integrált (NPK) (5)	55,83	67,22	127,52	104,92	95,39	25,35	86,18	
Bio (6)	104,77	143,42	221,85	153,79	171,84	37,51	159,13	
SzD _{5%} (7)	27,83	37,93	49,00	60,37	37,31		46,32	

Table 4. The effect of cultivation methods on lettuce Frap capacity (100 g edible portion). (1) Treatment, (2) Sampling, (3) mg ascorbic acid equivalent/100 g edible portion, (4) Control, (5) Conventional, (6) Organic, (7) LSD_{5%} (8) Mean

Eredményeink szerint, a vizsgálatba bevont kísérletben a biotermesztésből származó saláták Frap értékei a tenyészidőszak utolsó szakaszában magasabbak voltak, mint az integrált termesztésűeké. Ez a megállapítás szinte valamennyi mintavételnél (kivételem: 3. mintavétel) statisztikailag is igazolható. Györéné (2006) kutatási eredményei szerint is a biotermékek több antioxidánst tartalmaznak, mint az integrált termesztésűek.

A kontroll növények is magasabb antioxidáns kapacitást mutattak, mint a műtrágyázottak. (A mintavételek többségénél statisztikailag igazolhatóan.)

A 4. táblázat adatai szerint az antioxidáns kapacitás (Frap) a tenyészidőszak utolsó szakaszában még változik – egy maximális értéket elérve csökkenni kezd – a két különböző termesztésmódban fejlődő és a kontroll növények esetében is. A Frap érték időbeni változása a mintavételek között többségben statisztikailag is igazolható volt.

A kezelések (termesztésmód) hatása a fejes saláta nitrát-ion mennyiségére
A különböző termesztésmódban fejlődő fejes saláták nitrát-ion-mennyiségét mutatjuk be az 5. táblázatban.

Az általunk beállított kísérletben a tenyészidőszak utolsó szakaszában az integrált termesztésmódban fejlődő saláták nitrát-ion-tartalma magasabb volt, mint a biotermesztésűeké. Ez szinte valamennyi mintavételi időpontban statisztikailag is igazolható volt. Kísérleti eredményeink hasonló tendenciát mutatnak, mint a szakirodalomban megadott adatok. *Gilingerné* (2005) szerint a biotermékek átlagosan 15%-kal tartalmaznak kevesebb nitrátot a hagyományos (integrált) termékeknél. Véleménye szerint a saláta nitrát-tartalmát nagymértékben befolyásolja a felszedési időpont is. Kísérleti eredményeink szerint is az érettségi állapot befolyásolja a növény nitrát-tartalmát. Az 5. táblázat adatai szerint a beállított kísérletünkben a tenyészidőszak utolsó szakaszában valamennyi kezelésben a saláták nitrát-ion-mennyiségében még változást tapasztaltunk, bár ez statisztikailag nem igazolható valamennyi mintavételi időpont között.

5. táblázat. *A termesztésmód hatása a fejes saláta nitrát-ion-mennyiségére (mg/kg nedves tömegre vonatkoztatva)*

Termesztésmód (1)/ Mintavétel (2)	mg nitrát-ion/kg nedves tömeg						Szd _{5%} (7)	Átlag (8)
	(3)							
	1.	2.	3.	4.	5.			
Kontroll (4)	994,4	1137,4	1187,2	1049,3	1110,7	66,10	1095,80	
Integrált (NPK) (5)	1574,5	1575,9	1120,8	1086,1	1085,4	229,71	1288,50	
Bio (6)	889,7	937,3	1086,8	1031,2	941,7	69,90	977,30	
Szd _{5%} (7)	417,4	369,6	57,8	31,2	103,1		177,73	

Table 5. The effect of cultivation methods on the lettuce amount of nitrate ion (mg kg⁻¹ wet weight). (1) Treatment, (2) Sampling, (3) mg nitrate-ion/100 g edible portion, (4) Control, (5) Conventional, (6) Organic, (7) LSD_{5%} (8) Mean

Az adatok szerint a nitrát-ion-koncentrációk a tenyészidőszak végére a különböző kezelések között szinte teljesen kiegyenlítődték.

A kísérletünkben a saláták nitrát-ion-mennyisége nem haladta meg a megengedett határértéket, ami szabadföldi körülmények között termesztetteknel május 1. és augusztus 31. között betakarított növények esetében 2500 mg/zöld tömeg (17/1999. (VI.16.) EüM rendelele).

A kezelések (termesztészmód) hatása a fejes saláta (néhány) tápelem-tartalmára

A vizsgált kísérletből származó, különböző természetészmódban fejlődő fejes saláták (néhány) tápelem tartalmát foglaltuk össze a 6. táblázatban. Az adatok az öt mintavétel növényeinek átlagos tápelem tartalmát mutatja be.

6. táblázat. *A természetészmód hatása a fejes saláta tápelem tartalmára (mg/100 g ehető részre vonatkoztatva)*

Termesztészmód (1)/ Tápelem (2)	mg/100 g nedves tömeg (3)						
	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Cu
Kontroll (4)	44,47	361,59	79,64	19,15	0,866	0,45	0,05
Integrált (NPK) (5)	46,37	395,83	124,84	24,25	1,740	0,48	0,07
Bio (6)	59,63	461,17	104,24	24,93	1,070	0,49	0,07
SzD _{5%} (7)	7,56	57,25	25,61	3,57	0,520	0,02	0,01

Table 6. The effect of cultivation methods on nutrient content of lettuce (mg 100 g⁻¹ edible portion). (1) Treatment, (2) Nutrient, (3) mg/100 g edible portion, (4) Control, (5) Conventional, (6) Organic, (7) LSD_{5%}

Általánosságban elmondható, hogy a makro- és a mikroelemekből is a kontroll növények 100 g ehető része tartalmazott legkevesebbet.

Eredményeink szerint a szerves trágyázott saláták szignifikánsan több foszfort tartalmaztak, mint a műtrágyázott és a kontroll növények. A fejes salátának nincs magas P-tartalma, de fogyasztásával hozzájárulhatunk a napi – körülbelül 800 mg – szükséges bevitelünkhöz. Kísérletünkben a biotermesztésű saláták tartalmazták a legtöbb káliumot. Az eltérő természetészmódban fejlődő növények káliumtartalma közötti különbség statisztikailag igazolható volt. A saláta kalciumtartalma magasnak mondható, így jó kalcium-beviteli forrásnak tekinthető. Kísérletünkben a mért makroelemek közül csak a kalcium mennyisége volt kisebb a biokezelésben, mint a hagyományos, műtrágyázott kezelés növényeinél. Az eredmény statisztikailag nem igazolható. A Mg-tartalom eredményeit vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a biokezelés növényei, ha kismértékben is, de nagyobb mennyiséget tartalmaznak, mint az integrált természetészmódok, bár ez statisztikailag nem igazolt.

Varga et al. (2009) által megjelentetett tanulmány szerint a kutatók a biotermesztésből származó burgonya, fejes saláta, fejes káposzta, sárgarépa és spe-

nót esetében is szignifikánsan magasabb magnézium-, foszfor- és vastartalmat mértek, mint a konvencionális mintákban.

A vizsgálatba bevont mikroelemek közül a legnagyobb mennyiséget a salátalevelekben a mangánból mértük. Statisztikailag igazolhatóan a műtrágyázott kezelések növényeiben mértük a legnagyobb Mn-tartalmat. Ez azzal magyarázható, hogy a legtöbb mikroelemhez hasonlóan a mangánnak is megnövekszik az oldhatósága és a növények általi felvehetősége savanyú kémhatású talajokban. A műtrágyák alkalmazásával a talajok kémhatása módosulhat, pH-ja csökkenhet (*Loch és Nosticzius 1992*)

A másik két vizsgálatunkba bevont mikroelem (Zn, Cu) mennyiségét vizsgálva megállapíthatjuk, hogy ezen elemekből a kontroll növények tartalmaztak legkevesebbet, míg a hagyományos és biokezelésűek között statisztikailag igazolható különbséget nem tapasztaltunk.

Következtetés

Eredményeink alapján – a kísérlet körülményei között – megállapíthatjuk, hogy a természetsemód befolyásolja a fejes saláta termésmennyiségét és egyes beltartalmi mutatóját is.

A kísérlet körülményei között – ahol ugyanabban az időpontban, a tenyészidőszak elején, a tápanyag-utánpótlást műtrágya, illetve szerves trágya talajba juttatásával oldottuk meg – megállapítható, hogy a műtrágyával kezelt növények termésmennyisége sokkal nagyobb volt, mint a szerves trágyát kapott és a kontroll kezelés növényeié. Ezen eredmények azzal magyarázhatóak, hogy az integrált természetben fejlődő növények a nitrogént, mely nagymértékben befolyásolja a növényi biomasszát, a növények által könnyen felvehető formában (nitrát-ion, ammónium-ion) kapták meg. A biotermesztésben fejlődők talajaiba ugyanabban az időben bejuttatott marhatrágyában a nitrogéntartalom nagy része még szerves kötésben, a növények számára azonnal nem felvehető formában volt jelen, amelyek a talajban élő mikroorganizmusok élettevékenysége által válhatnak felvehető formává. A saláta rövid tenyészideje miatt, erre valószínűleg kismértékben volt csak lehetőség, így növekedésben elmaradtak az integrált természetben fejlődő salátákhoz képest. E kísérlet eredményei is azt támasztják alá, hogy a szerves trágyát nem elegendő a vetéssel közel egy időben kijuttatni, annál előbb szükséges azt megtenni.

A tápanyagok utánpótlását különböző módon kapott növények antioxidáns-kapacitásában eltérést tapasztaltunk. A tápanyagokat érett marhatrágyával pótoló kezelések növényeinek ezen paramétere magasabbnak mutatkozott, mint a műtrágyázott növényeké. Az antioxidánsok a növényekben különböző stresszhatások miatt is keletkezhetnek. Ilyen lehet a nem megfelelő tápanyagellátás is, mely miatt a sejtekben lejátszódó biokémiai folyamatokban több szabadgyök szabadulhat fel. A szabadgyökök kivédésére a növények antioxidánsokat termelnek. A kísérlet termésidejének alapján feltételezhetjük, hogy a biokezelés növényeinek tápanyagellátása nem volt megfelelő, így (esetleg) ezzel is magyarázható magasabb antioxidáns kapacitásuk. A stresszhatás és az antioxidánsok mennyisége között más kutatók is találtak összefüggést (*Bardócz és Pusztai 2008*).

Adataink szerint az antioxidáns kapacitás mértékét az érettség nagymértékben módosíthatja, így még a tenyészidőszak utolsó szakaszában, a piacosodás idején is módosulhat a mennyisége. Fontos tehát a betakarítást az optimális időpontban elvégezni, a túlérést, az öregedést elkerülni.

A beállított kísérletben a tenyészidőszak végén, a fejes saláták nitrát-ion-tartalmát is módosította a tápanyag-utánpótlás módja. Az integrált termesztésmódban fejlődő saláták nitrát-ion tartalma magasabb volt, mint a biotermesztésűeké, de nem haladta meg a megengedett határértéket. Míg a műtrágyázott növényekben a könnyen felvehető nitrát- és ammónium-ion miatt, a bennük mért nitrát-ion mennyiségét a tápanyag-felvétel és az anyagcsere-folyamatok sebességének aránya határozza meg, addig a szerves trágyázott növényeknél a talajban élő baktériumok átalakító munkájának eredménye is befolyásolja azt.

A tápanyag-utánpótlás módja a kísérlet körülményei között, ha kismértékben is, de módosította a salátalevelek tápelemtartalmát. A szerves trágyázott kezelések növényei a vizsgált makroelemek közül káliumból, foszforból és magnéziumból nagyobb mennyiséget tartalmaztak.

A trágyázásmódtól függetlenül megállapíthatjuk, hogy a fejes salátában a Ca–Mg mennyiségi aránya olyan (4:1), mely igen kedvező az emberi szervezetben a felszívódásra és a beépülésre.

Sok más jótékony tulajdonsága mellett (vitaminok, rostanyagok) ezen paramétere miatt is ajánlott a minél többszöri fogyasztása.

Mikroelemek közül a műtrágyázott kezelések növényeiben nagyobb mangánkoncentrációt tapasztaltunk, mint a biokezelés növényeiben, ami a műtrágyák talajsavanyító hatásával lehet összefüggésben.

Irodalom

- 17/1999. (VI.16.) EüM rendelet: 1999: Élelmiszerek vegyi szennyezettségének megengedhető mértékéről. Magyar Közlöny. 52: 3339–3353.
- Balláné, K. A.–Vágó, I.–Filep, T.: 2008. Effect of NH_4NO_3 and bacterial fertilizer on the nitrate accumulation, sulphur, calcium and magnesium content of head lettuce (*Lactuca sativa* L.) in two-year pot experiment. AGTEDU 2008 – A Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából rendezett tudományos konferencia kiadványa. 47–53.
- Bardócz Zs.–Pusztai Á.: 2008. A biotermékek táplálkozásbeli előnyei, a szemléletváltozás szükségessége. Biokultúra. 19: 3.
- Benbrook, C. M.: 2005. Elevating antioxidant levels in food through organic farming and food processing. The Organic Center. 78.
- Benzie, F. F.–Strain J. J.: 1996. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of „Antioxidant Power”; The FRAP Assay. Analytical Biochemistry. 239: 70–76.
- Budai Cs.–Márton L.–Nádasy M.: 2005. Zöldtrágyaféleségek növényvédelmi szerepéről. Kertészet és Szőlészet. 45: 9
- Buzás I.–Fekete A.: 1979. Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer. MÉM NAK. Budapest.
- Gilingerné Pankotai M.: 2005. A salátafélék nitráttartalma. Biokultúra. 16. 5: 27–28.
- Győréné K. Gy.–Csúrné V. A.–Lugasi A.: 2006. Az ökológiai és konvencionális termesztésből származó kultúrnövények beltartalmának, táplálkozási értékének összehasonlítása. Orvosi Hetilap. 147. 43: 2081–2090.
- Győréné K. Gy.: 2006. Ökoélelmiszerek beltartalma. Biokultúra. 17: 5.
- Lásztity R.: 2010. Természetes antioxidánsok a funkcionális élelmiszerekben 3. Az antioxidatív kapacitás és meghatározása. Élelmiszer Tudomány Technológia. 64. 3: 1–4.
- Lévite, D.–Adrian, M.–Tamm, L.: 2000. Preliminary Results on Contents of Resveratrol in Wine of Organic and Conventional Vineyards. Proceedings 6th International Congress on Organic Viticulture. 25–26. August 2000. Basel. Switzerland. [http://orgprints.org/9107 S. 256–257](http://orgprints.org/9107/S.256-257).
- Loch J.: 1983. Agrokémia. [In: Pais I. (szerk.) Alkalmazott kémia.] Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 363.
- Loch J.–Nosticzius Á.: 1992. Agrokémia és növényvédelmi kémia. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 18–20.
- Márai G.–Radics L.–Szépkuthy L.: 1997. Ökológiai (bio) gazdálkodás. Magyar Mezőgazdaság. 30–31.
- Solti G.: 2000. Talajjavítás és tápanyagutánpótlás az ökológiai gazdálkodásban. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

- Varga A.–Győrényé K. Gy.–Lugasi A.:* 2009. Az ökoélelmiszerek minősége. Biokultúra. 19: 1.
- Weibel, F. P.–Treutter, D.–Graf, U.–Häseli, A.:* 2004. Geschmack- und gesundheitsrelevante Qualität von ökologisch angebauten Äpfeln: Eine 3-jährige Feldvergleichsstudie mit standard- und ganzheitlichen Untersuchungsmethoden. <http://orgprints.org/9100>
- Wetters, J. H.–Kenneth, L. U.:* 1970. Direct spectrophotometric simultaneous determination of nitrite in the ultraviolet. *Analytical Chem.* 42: 335–340.
- Wjss, E.:* 2004. Gebärfreudige Blattläuse halten Bioforscher auf Trab. Tätigkeitsbericht Forschungsinstitut für biologischen Landbau, CH-Frick. 2004. S. 12.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

*Dr. Kincses Sándorné–Varga Júlia Csilla–Balláné Dr. Kovács Andrea
Debreceni Egyetem MÉK
Agrokémiai és Talajtani Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032
*kincsesi@agr.unideb.hu

SZEMLE**Review****Fás legelők, legelőerdők, erdősávok és fasorok használata
ökológiai gazdálkodási rendszerben**¹HALÁSZ ANDRÁS-¹TASI JULIANNA-²RÁSÓ JÁNOS¹Szent István Egyetem MKK, Növénytermesztési Intézet, Gödöllő²Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Erdészeti Tudományos Intézet,
Gödöllő**Összefoglalás**

Az egykor hagyományosnak mondható tájhasználati módok ma már mind gyakrabban kerülnek ismét előtérbe. A múltban elterjedt gyakorlatnak számító, de ma már szinte feledésbe ment módszerek megismerése egyre inkább fontosabbá válik a természetvédelmi és tájvédelmi törekvések okán. E tájhasználati módok közé tartozik a legelőerdők, fás legelők és mezővédő erdősávok alkalmazása is. A feltartóztathatatlanul zajló klímaváltozás alkalmazkodásra kényszeríti a gazdákat. Új szárazságtűrő fajok és új agrotechnika szükséges a jövőbeni sikeres növénytermesztéshez és állattartáshoz. Az egyre forróbb nyarak, szélsőséges időjárás és csökkenő termőképesség komoly gondot okoznak már jelenleg is az agrárszektorban. Az ökológiai gazdálkodás eleve kiszolgáltatottabb, mint a konvencionális rendszer. Így nem használhat nagy mennyiségű öntözővizet és a tápanyag visszapótlás is csak alacsony hatásfokú szerves trágyával lehetséges. Igyekeztünk összegyűjteni azokat a tapasztalatokat, ismereteket, amelyek segítenek a változó környezeti feltételekhez adaptálódni, valamint sikeresen takarmányozni a gaz-

dasági állatokat. Az alábbiakban összegyűjtött módszerekkel, a globális felmelegedés miatt megváltozott környezeti feltételek mellett is lehetőség nyílik megfelelő minőségű és mennyiségű takarmányt termelni.

Kulcsszavak: fás legelő, agro-erdészet, szárazságtűrő, alternatív növénytermesztés

The use of wood pastures, grazing forests, forest strips and alleys in ecological farming

¹A. HALÁSZ-¹J. TASI-²J. RÁSÓ

¹Szent István University MKK, Institute of Crop Production, Gödöllő

²National Agricultural Research and Innovation Centre,
Forest Research Institute, Gödöllő

Summary

Traditional land use methods are rediscovered in modern farming. This hundred-year-old daily practice delivers new approaches for the farmers of today to change their approach for the nature conservationist requirements. These methods include the complex range of silvo-pastoral land use, such as grazing forests, wood pastures, groves and allees. Farmers need to adapt to climate change; therefore, new drought-tolerant species and new agricultural techniques are required for the successful future of crop production and livestock management. Hot summers, extreme weather and declining fertility already cause severe problems in the agricultural sector. Organic farming is more vulnerable than conventional systems because irrigation and nutrient replenishment are very limited. We gathered essential knowledge that may help to adapt to global warming and ease forage management. These silvo-pastoral techniques represent new perspectives to produce adequate quantity and quality feed in dry conditions.

Key words: wood-pasture, agro-forestry, drought tolerance, alternative crop production

Использование лесистых пастбищ, лесных пастбищ, лесополос и аллей в экологической хозяйственной системе

¹А. ХАЛАС–¹Й. ТАШИ–²Й. РАШО

¹Университет им.Св.Иштвана МКК, Институт Растениеводства, Гёдёллэ

²Национальный Аграрный Исследовательский и Инновационный Центр,
Научный Институт Лесоводства, Гёдёллэ

Резюме

Ранее традиционные методы использования местности сейчас снова всё чаще выходят на передний край. Знание считающейся в прошлом распространённой практики-а сегодня почти забытых методов- становится всё более важным в связи с природоохранными и почвоохранными стремлениями. К этим методам краепользования относятся использование лесных пастбищ, лесистых пастбищ и полезащитных лесополос. Происходящее неуклонное изменение климата заставляет хозяев приспосабливаться. Необходимы новые засухоустойчивые виды и новая агротехника для успешного растениеводства и животноводства в будущем. Всё более жаркие лета, экстремальная погода и уменьшающаяся плодovitость причиняют серьёзную проблему уже в настоящее время в аграрном секторе. Экологическое хозяйство и так более зависимо, чем конвенциональная система. Так не может использовать большое количество поливной воды и дополнение питательных веществ также возможно только с низкой степенью эффективности органическими удобрениями. Мы стремились собрать те опыты, знания, которые помогут адаптироваться к условиям изменяющегося окружения, а также успешно обеспечивать кормами хозяйственных животных. С собранными ниже методами, в изменившихся из-за глобального потепления окружающих условиях, также открывается возможность производить соответственного качества и количества корма.

Ключевые слова: лесное пастбище, агролесоводство, засухоустойчивость, альтернативной растениеводство

Fás legelők, legelőerdők

Az árnyékos területek elengedhetetlen feltételei egy jól berendezett legelőnek. A nyári delezés nagyobb hőstressz nélkül átvészellhető egy facsoport alatt. A gyep hozama és összetétele is pozitívan változik a fák közelében a megnövekedő páratartalom és talajnedvesség következtében (Mosquera és Rigueiro 2014, Mosquera et al. 2014). Fás legelők közé tartoznak azok a területek, ahol a fák záródása kb. 5–50% közötti, hiányzik a cserjeszint, és a gyepszint zárt. A felhagyott fás legelőknél hasonló az arány, ám a fák közötti területrészekre megkezdődött a cserjék és a fák betelepülése.

A 2009. évi erdőtörvény alapján (2009. évi XXXVII. törvény), erdőnek minősül „... az Országos Erdőállomány Adattárban erdőként nyilvántartott terület, a jogszabályban meghatározott erdei fafajokból álló faállomány, melynek területe a szélső fák töben mért távolságát tekintve átlagosan legalább húsz méter széles, természetbeni kiterjedése az ötezer négyzetmétert eléri, átlagmagassága a 2 métert meghaladja, és a talajt legalább ötven százalékos mértékben fedi (min. 30% ha talajvédő).” Ezen felül a törvény megkülönbözteti az alábbi csoportokat:

- egyes fa;
- fásor: jellemzően vonalas kiterjedésű fával borított terület, ahol az állományon belüli egyes fák, és a terület kisebb kiterjedése szerinti szélső fák egymástól mért tőtávolsága átlagosan nem nagyobb húsz méternél;
- facsoport: ötezer négyzetméternél kisebb, jellemzően nem vonalas kiterjedéssel rendelkező, legalább ötven százalékban fával borított területen lévő fák összessége;
- fás legelő: olyan legelő művelési ágban lévő földrészlet, amelyet a fák koronavetülete egyenletes elosztásban legfeljebb harminc százalékban fed;
- faültetvény: jellemzően idegenhonos fafajokból vagy azok mesterséges hibridjeiből álló, szabályos hálózatban ültetett, legalább 15 éves vágásfordulóval intenzíven kezelt erdő.

Az egykori legelőerdőkben a fák záródása 50–80% közötti volt. A felhagyott legelőerdőkben, a legeltetés megszűnése miatt, az állományok cserjésedni kezdtek, és megkezdődött a cserjék és a fák betelepülése. Idővel az idősebb és a betelepült fák záródása együtt már elérheti a 100%-ot is (Bölöni et al. 2003).

Az erdei legeltetés

Évezredekken keresztül elterjedt tájhasználati formának és az ennek következtében kialakuló mozaikos élőhelyeknek a nyomait részben a fás legelők és legelőerdők őrizték meg, melyek művelésével mára nagyrészt felhagytak a csökkenő állatállomány, illetve a mezőgazdaság termelési szerkezetének átalakulása miatt (Saláta *et al.* 2009). A fás legelők átmeneti jellegükből adódóan kiemelt jelentőségűek a biológiai sokféleség megőrzésében, emellett fontos kultúr-történeti értéket is képviselnek (Haraszthy *et al.* 1997).

Az egykor hazánkban hagyományosnak mondható legeltetés során azt, hogy mikor és hol legeltettek, a pásztor határozta meg. Nem igen lehetett területileg külön választani az erdőt és a legelőt, amelyre utalást tesz *Andrásfalvy* (2007) is. E hagyományos tájhasználati rendszerben, sok községnek még a 18. században sem volt a maihoz hasonló fátlan legelője (*Tagányi* 1896). Általában a faluközösségek, illetve a legeltetési társulatok határozták meg a legelő és az erdő használatának rendszabályait, illetve a legelőtisztítás rendszabályait (*Imreh* 1973, 1983, *Garda* 2002, *Saláta* 2009).

A külterjes állattartásban az erdő számos funkcióval rendelkezett (*Földes* 1895, *Gruber* 1960, *Andrásfalvy* 2007). Az erdő természetes pihenőhelynek számított, amely az év minden szakában megvédte az állatokat az időjárás hatásai ellen. Az erdő számos módon segítette az állatok takarmányozását a szénában szűkös időszakokban, ugyanis az erdei fű, a kora tavaszi hajtások, a fák lehullott termései, valamint a lenyesett hajtások lombja jelentettek táplálékot (*Wessely* 1864, *Hegyí* 1978, *Paládi-Kovács* 1993, *Andrásfalvy* 2007) a jószág számára.

Az állattartásban mindig is nagy jelentősége volt az erdőnek és az erdő jelentette táplálékkínálatnak elsősorban az ország azon vidékein, ahol a nyílt gyepes területek aránya kisebb volt. Elterjedt gyakorlat volt, főként az őszi időszakban a fák lombjának takarmányozásra való felhasználása. A legelő állatok előszeretettel fogyasztották a friss rügyes-leveles hajtásokat, melyek egyrészt a fiatalosokban, felújuló szakaszban lévő erdőkben vannak, másrészt a fák koronájának magasabb részeiben található, amit a pásztornépek előszeretettel vagdaltak, hogy hamarabb jóllakassák a jószágot. A kőrisek, hársak, kecskefűz, juharok, rezgő nyár, akác és az eper, valamint a tölgyek és a gyertyán voltak alkalmasak a lombtakarmány előállítására. Az újjnyinál nem vastagabb gallyakat

a korona 1/3-áig – lehetőség szerint június hónapban – lenyesték majd kitergették, kévékbe kötötték és megszáritották. A megfonnyadt lombozatú hajtásokat a szénához hasonlatos módon szekérre rakták és csűrökben tárolták be vagy kazlakban szárították (Földes 1895).

A legelőerdők korábban általánosan elterjedtek voltak országszerte, mára azonban viszonylag kevés nyomuk maradt, sík- és hegyvidéken egyaránt. Bőlöni et al. (2003) szerint ezeket többnyire szárazabb termőhelyeken találjuk.

Az erdei legeltetés visszaszorulása a 19. századtól kezdődött, és főként gazdasági okokra vezethető vissza (Kolossváry 1975). Ennek folyamányaként 1852-ben elkülönítették az erdőt és legelőt (Andrásfalvy 2007), amely számos területen a hagyományos tájhasználat felhagyásához vezetett. Már a 2009. évi XXXVII. erdőgazdálkodási törvényt megelőzően is tilos volt legeltetni erdőben, azonban a kis-gazdaságok napi gyakorlatába ma is bele tartozik a kisebb kiterjedésű, fás területek takarmányforrásként való hasznosítása. Itt kell megemlíteni, hogy az 5000 négyzetméternél kisebb, legalább ötven százalékban fával borított, nem vonalas kiterjedésű fás terület nem erdő, hanem facsoport (Net1) Ez egy kategóriába esik a fás legelőkkel és fasorokkal. Az ebbe a kategóriába tartozó akácokban rügyet és lombot legeltetve, akár egy hónappal is kitolható a legeltetési időny.

Fás legelők

A legelőterületeken található fák nyílt állásban növekednek, ezért alacsonyak, már kis magasságban elágazók, gyakran földig ágasak, sok vastag oldalágra bomlanak. A fák terebélyes, széles lombkoronával rendelkeznek, amely a szabad állásban való növének, illetve a botolásnak, csonkolásnak köszönhető. A fákat leginkább tűzifa és lombtakarmány gyűjtés céljából csonkolták (Roth 1935 in 1999, Szabó 2002). A legelőn álló fák, melyeket árnyéktartó fáknak is neveznek, élőhelyet biztosítottak a böglyökkel, legyekkel táplálkozó madaraknak, illetve dörgölöző fa szerepét is betöltötték (Bleskovits 1957, Vinczeffly 2001). A fásszárú növényzet a legelő minőségének megtartásában és javításában is fontos szerepet játszott (Bleskovits 1957, Földes 1895). A fás legelők jellemző képét a ligetesen, elszórtan, egymástól gyakran elég távol álló fák és a közöttük található egybefüggő gyepek részek alakítják ki (Saláta 2009, Saláta et al. 2009, Harmos 2013). A fás legelők fái főleg őshonos fafajok közül kerültek ki, mint a kocsányos tölgy (*Quercus robur*), vadkörte (*Pyrus pyraeaster*),

mezei juhar (*Acer campestre*), magyar kőris (*Fraxinus angustifolia* subsp. *pannonica*), a rezgőnyár (*Populus tremula*) és a csertölgy (*Quercus cerris*). A cserjék közül leggyakoribb az egybibés galagonya (*Crataegus monogyna*), a vadrózsa (*Rosa canina*) és a kökény (*Prunus spinosa*). A fás legelők gyepszintje igen heterogén képet mutat, a legfontosabb típusok talán a mocsárrétek, szikes puszták, homoki gyepek, félszáraz gyepek és a hegyvidéki sovány gyepek közül kerülnek ki (Böhlöni et al. 2003). A fás legelők és legelőerdők másodlagos élőhelyek, amelyeket az ember és az általa legeltetett jószágok közösen alakítottak ki az adott területet hajdan borító növénytakaróból (Varga és Böhlöni 2009, Varga és Molnár 2014). Mivel a területeket a legeltetés és az emberi tevékenység együttesen tartotta fenn, a megmaradt területek megőrzése és védelme hosszútávon csak legeltetéssel valósítható meg.

Mezővédő erdősávok, fasorok

Az ma már elfogadott tény, hogy az Alföld jelenlegi környezeti állapota az emberi tevékenység hatására oly mértékben megváltozott, hogy természetes állapotának visszaállítására nincs reális esély. A több évszázados környezet-átalakító tevékenység együtt járt az erdőssztyepp faállományának kivágásával, a fokozódó mezőgazdasági tevékenység indukálta folyószabályozásokkal és vízrendezésekkel, majd pedig a múlt századi nagytáblás mezőgazdasági szerkezetváltással. Ezt követte a „jelenkori” magánosítás nyomán létrejövő újabb szerkezetváltás. A szántóföldi termelés e két időszaka lassan végleg eltörli az ötvenes években létesített mezővédő erdősáv rendszerek utolsó maradékát is. Meg kell jegyezni, hogy veszélyben vannak – főleg az illegális fakivágás miatt – az út menti fasorok és erdősávok is, amelyek nem kerültek magánkézbe, hanem köztulajdonban maradtak.

Az erdősávok kedvező mikroklímát befolyásoló, és széleroziót csökkentő hatása ismert. A szélsebesség csökkenésével kevésbé érvényesül annak párologtató hatása, így a fasorok védenek a kiszáradástól. A szél mérséklése csökkenti a talaj elhordását, a széleroziót is, megköti a szálló port, ezzel javítja a környező települések levegő-minőségét. A fák segítik a pára képződést a talaj feletti légrétegben, így aszályos időben a szántóföldi kultúrák vízellátásához is hozzájárulnak. Helyes fajválasztással az erdősávok növelik a talaj nedveségtartalmát. Emellett otthont adnak számos, szántóföldi kártevővel táplálkozó madárnak, támogatva ezzel a költségkímélő biológiai védekezést. Megfelelő

fafajokat választva a telepítéshez, számos egyéb haszonvételi lehetőséget is biztosítanak az erdősávok (*Gál és Káldy 1977*). Például gyógynövények gyűjtésével, gyümölcsök termesztésével, vagy méhlegelőként is hasznosíthatjuk azokat. Természetesen a faállomány átgondolt használatával faanyagot is nyerhetünk, amelyet haszonfaként vagy tüzelőként is használhatunk.

Természetvédelmi szempontból pedig az erdősávok ökológiai folyosóként is funkcionálnak, segítve az állatok mozgását.

A facsoportok, erdősávok biodiverzitásra gyakorolt hatásai

Az egykori, természeteshez közelinek számító alföldi tájszerkezetben folytatott mezőgazdálkodás idején lényegesen nagyobb volt az úgynevezett szegély élőhelyek száma. Ez által nagyobb volt a flóra és a fauna faji sokfélesége, amely az ezeken alapuló táplálékhálózatok kapcsolatrendszerén keresztül magas stabilitást biztosított a mezei ökológiai rendszereknek. A szegély tulajdonképpen egy határzóna a két földhasználati mód találkozásában, ahol a növény- és állatközösségek fokozatosan átfedik egymást. Ezek az életközösségek gyakran fajokban és egyedszámban is gazdagabb élővilágot képesek fenntartani, mint a térben hozzájuk illeszkedő két eltérő életközösség bármelyike. A szegélyek életközösségei tartalmazhatják az egymást átfedő élőlényközösségek mind-egyikének jellemző növény- és állatfajait, továbbá olyan fajokat is, amelyek kizárólag ebben a zónában élnek. A néhány évtizeddel ezelőtti mezőgazdasági termelési szerkezetátalakítás, amely a korábbi mezei élőhelyek felszámolására, és a nagytáblás termesztésre, az intenzív mezőgazdasági technológiák bevezetésére irányult, számos faj esetében drasztikus állománycsökkenést indukált. Az új mezőgazdasági területszerkezet ugyanis megszüntette a kisparcellás táblaszerkezetet, a természetett növények sokféleségét, a védelmet biztosító fa- és bokorsorokat, erdősávokat, erdőfoltokat (*Faragó 1997ab*).

Jövőbeni lehetőségek

A fentebb vázolt technológiai elemek az elmúlt 500–600 évben, fenntartható módon illeszkedtek az adott kor mezőgazdaságához. Azonban napjaink sürgető kihívásai, mint a leromlott állapotú legelők, a terjedő kapás kultúrák, az intenzív alapokon nyugvó állattartás, a drága műtrágya és az ugyancsak költséges öntözés állnak a mérleg egyik serpenyőjében (*1. ábra*).

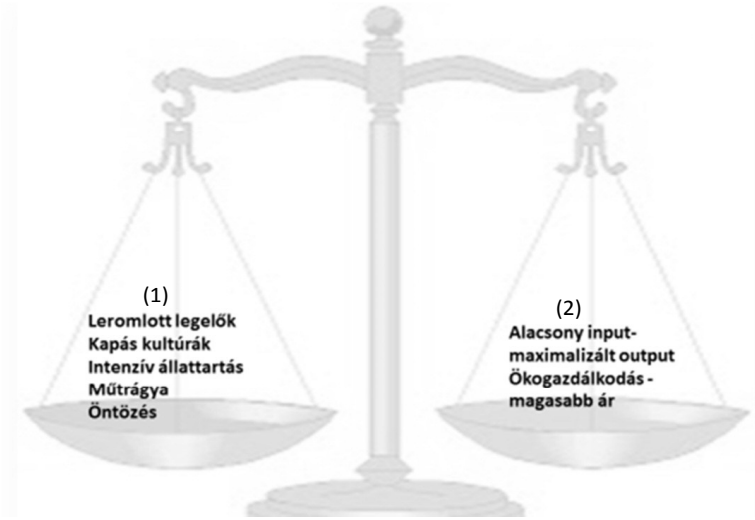
1. ábra. *Intenzív vagy ökológiaidősködés a mérlegen*

Figure 1. Intensive or ecological farming on the balance. (1) Degraded pastures, root crop cultures, intensive livestock management, fertiliser, irrigation, (2) Low input – maximised output, Ecological production – higher price

A másik oldalt már nehezebb nevesíteni és meggyőző módon a gazdaember elé tární. Ide kell sorolni az alacsony ráfordítású – kis állatsűrűség; minimalizált tápanyag-utánpótlás, állatorvosi költség és gépi munka – és a maximalizált profit orientált gazdálkodást, amit ha globálisan vizsgálunk, csupán Európán kívül versenyképes (Stefler *et al.* 2000). Lokálisan azonban lehet sikeres, ha a gazda direkt piacot talál a húsnak, tejnek és szénának. Az ökológiaidősködés egyik tartós pillére lehet egy jól tervezett fás legelő. Amennyiben az állattartó jól tud érvényesülni a termékeivel ez a gazdálkodási forma fenntartható módon biztosíthat megélhetést (Nagy *et al.* 2011).

Talajjavítás az ültetéskor – kőiszap, zeolit, bentonit

A legelső kérdések egyike, hogy ha rendelkezésre áll egy közepes minőségű legelő, akkor milyen módon lehet ott ligeteket, egyes fákat illetve fasorokat ültetni. A kritikus pont minden esetben a megfelelő vízellátottság. A facsemetek egyenletes vízellátása biztosítható rendszeres öntözéssel, ám ennek költségeit és vízvesztését jelentősen lehet csökkenteni vízzáró fólia és vízmegtartó közegek alkalmazásával. Ennek egyik mostanában terjedő formája a kőiszap, zeolit,

bentonit és szennyvíz-iszap kijuttatása közvetlenül a gyökérszónába (Chang et al. 2010, Tállai 2011, Ferreira et al. 2014, Mosquera et al. 2014). Ezek a darálékok megtartják a vizet és csak nagyon lassan engedik elszivárogni a gyökérszónából. A kőiszapot sikerrel alkalmazták savanyú, gyenge vízháztartású homoktalajon (Pisarovic et al. 2003, Kátai et al. 2011).

Felhagyott gyümölcsösök hasznosítása

A már kiöregedett, és elhagyott gyümölcsösök fás legelővé alakítása is lehet egy fejlesztési irány. A fák gyenge termése kiváló takarmány-kiegészítés lehet a kiskérődzők és a vadállomány számára egyaránt. Említésre méltó hogy Észak-Amerikában a húsmarhát tartó farmerek előszeretettel ültetnek jujuba (*Ziziphus jujuba*) és pekán dió (*Carya illinoensis*) (Net2,3) fákat a legelőkre. Ezek gyorsan nőnek, jól bírják a szárazságot és jól ellenállnak a vakarózó állatoknak.

Hibridfüvek alkalmazása

Nagy-Britanniában az árvíz sújtotta területek talajainak vízáteresztő képességét, csenkesz-perje (*Festus-Lolium*) fű-hibridekkel igyekeznek javítani. Ezeknek a hibrideknek a gyökérszete rendkívül fejlett és mélyre hatol, így akár egy év alatt is jelentősen javítják a talaj szerkezetét (Heszky 1972, Humphreys et al. 2014). A hazai árvíz-veszélyes legelőkön és az időszakos mezőgazdasági területeken egyaránt érdemes lenne alkalmazni az ilyen magkeverékeket.

Leromlott gyepek javítási-hasznosítási alternatívái

A fent felsorolt technológiák és ötletek az elmúlt 10–15 évben kezdtek el teret nyerni – elsősorban a fejlett országokban –, ezért első hallásra költséges eljárásoknak tűnhetnek, azonban egy fás legelő „beállításához” is legalább 5–10 év szükséges, ezért mindenképpen megfontolandó hogy a közép-távú tervezés során, mennyire költséghatékony megoldások a fentiek. Az eddig vázolt technológiai elemeket figyelembe véve, úgy gondoljuk, hogy érdemes a leromlott legelőket ligetesíteni, illetve fasorokat létesíteni, de a fiatal fákat meg kell óvni a legelő állatoktól, ami terület kiesést okoz az első 3 évben. Ezt követően már számolhatunk plusz gyeptermezzel a ligetek, fasorok közelében, és a hőszapokon – melyek gyakorisága egyértelműen nő – kevesebb hőstresszből származó súlyvesztéssel lehet kalkulálni az állatoknál. A szerzők véleménye alap-

ján, amennyiben az állami, turisztikai támogatás olyan szintet ér el, a gyepek multifunkcionalitását (Nagy *et al.* 2011, Petroman *et al.* 2013ab) is figyelembe véve egy ligetes-gyep turisztikai vonzerőt is jelent a környék számára.

Irodalom

- Andrásfalvy B.: 2007. A Duna mente népének ártéri gazdálkodása. Ekvilibrum. Budapest. 378.
- Bleskovits K.: 1957. Legelővédő fásítás. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 152.
- Böölöni J.–Kun A.–Molnár Zs. (szerk.): 2003. Élőhely-ismereti Útmutató. Kézirat. MTA ÖBKI. Vácrátót.
- Böölöni J.–Molnár Zs.–Kun A. (szerk.): 2011. Magyarország élőhelyei. A hazai vegetáció-típusok leírása és határozója. ÁNÉR 2011. MTA ÖBKI. 441.
- Chang, F. C.–Lee, M. Y.–Lo, S. L.–Lin, J. D.: 2010. Artificial aggregate made from waste stone sludge and waste silt. *Journal of Environmental Management*. 91: 2289–2294.
- Faragó S.: 1997a. Az élőhelyszerkezet változása a mezőgazdasági termelés függvényében Magyarországon és hatása az elmúlt 100 évben az apróvad állományra. *Magyar Apróvad Közlemények*. 1: 45–88.
- Faragó S.: 1997b. Élőhelyfejlesztés az apróvad-gazdálkodásban. A fenntartható apróvad-gazdálkodás környezeti alapjai. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 356.
- Ferreiro-Domínguez, N.–Rigueiro-Rodríguez, A.–Mosquera-Losada, M. R.: 2014. Tree and pasture productivity in *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco silvopastoral system fertilized with sewage sludge. *EGF at 50: The Future of European Grasslands*. Aberystwyth. Wales.
- Földes J.: 1895. A legelő-erdők. Országos Erdészeti Egyesület. Budapest. 198.
- Gál J.–Káldy J.: 1977. Erdősítés. Akadémia Kiadó. Budapest.
- Garda D.: 2002. A székely közbirtokosság I.–II. Státus Könyvkiadó. Csíkszereda.
- Gruber F.: 1960. Rét és legelő. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 511.
- Haraszthy L.–Márkus F.–Bank L.: 1997. A fás legelők természetvédelme. WWF füzetek. 12: 23.
- Harmos K.: 2013. Eltűnt fás legelők nyomában. *Zöld Horizont*. 8. 3–4: 26–27.
- Hegyi I.: 1978. A népi erdőkielégési történeti formái. Akadémiai Kiadó. Budapest. 319.
- Heszky, L.: 1972. A new artificial hybrid of species from the genera *Festuca* and *Lolium* (*Festuca pratensis* Huds. x *Lolium temulentum* L.). *Acta Agronomica Academiae Scientiarum Hungaricae*. 22: 363–368.
- Humphreys, M. W.–O'Donovan, G.–Sheehy-Skeffington, M.: 2014. Comparing synthetic and natural grasslands for agricultural production and ecosystem service. *EGF at 50: The Future of European Grasslands*. Aberystwyth. Wales.

- Imreh I.*: 1973. A rendtartó székely falu. Kriterion Könyvkiadó. Bukarest. 339.
- Imreh I.*: 1983. A törvényhozó székely falu. Kriterion Könyvkiadó. Bukarest. 545.
- Kátai J.–Jakab A.–Sándor Zs.–Zsuposné Oláh Á.–Tállai M.*: 2011. Bentonit és zeolit hatása egy savanyú homoktalajon. *Agrokémia és Talajtan*. 60: 1.
- Kolossváry Sz. (szerk.)*: 1975. Az erdőgazdálkodás története Magyarországon. Akadémiai Kiadó. Budapest. 526.
- Mosquera-Losada, M. R.–Rigueiro-Rodríguez, A.*: 2014. Agroforestry system: an option for mitigation and adaptation to overcome global climate change. *EGF at 50: The Future of European Grasslands*. Aberystwyth. Wales.
- Mosquera-Losada, M. R.–Rigueiro-Rodríguez, A.–Ferreiro-Domínguez, N.*: 2014. Sewage sludge fertilization effects on *Quercus rubra* and pasture production and flora biodiversity. *EGF at 50: The Future of European Grasslands*. Aberystwyth. Wales.
- Nagy G.–Horváth P.–Halász A.*: 2011. Quo vadis (merre tovább) közép-kelet európai gyepek? [In: Lázár E. (szerk.) *Gazdasági és üzleti kihívások a Kárpát-medencében*.] Státus Könyvkiadó. Csíkszereda. 153–164.
- Net1*: Hatályos Jogszabályok Gyűjteménye: 2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról. http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0900037.TV
- Net2*: Orosz Péter: Könyv a dióról: A pekándió termesztése. <http://www.dioskonyv.byethost3.com/05-21/1.htm?ckattemp=1>. 2015.09.07.
- Net3*: Grosz Tamás: Termesszék velem: Kínai datolya. http://www.szabadfold.hu/csalad/termesszek_velem_kinai_datolya_ziziphus_jujuba. 2015.09.07.
- Paládi-Kovács A.*: 1993. A magyarországi állattartó kultúra korszakai. MTA Néprajzi Kutatóintézet. Budapest. 452.
- Petroman, C.–Petroman, I.–Benk, A.–Negrut, L.–Marin, D.–Ciorlac, R.–Lozici, A.–Turc, B.*: 2013b. Terms of strategic plans in rural tourism and farm services. *Lucrari Stiintifice: Seria 1 Management Agricol*. 15. 4: 43–46.
- Petroman, C.–Petroman, I.–Benk, A.–Popescu, M.–Negrut, L.–Marin, D.–Ciorlac, R.–Lozici, A.*: 2013a. Maximize business in agro-tourism on farm by creating tourist brands. *Lucrari Stiintifice: Seria 1 Management Agricol*. 15. 4: 40–42.
- Pisarovic, A.–Filipan, T.–Tisma, S.*: 2003. Application of zeolite based special substrates in agriculture-ecological and economical justification. *Periodicum Biologorum*. 105. 3: 287–293.
- Roth Gy.*: 1935 in 1999. Erdőműveléstan II. (1999-es reprint kiadás.) Erdő és Fáiipari Mérnökhallgatók Selmeci Társasága. Sopron.
- Saláta D.*: 2009. Adatok az Öreg-Bakony tájtörténetéhez. *Tájökológiai lapok*. 7. 1: 229–239.
- Saláta D.–Horváth S.–Varga A.*: 2009. Az erdei legeltetésre, a fás legelők és legelőerdők használatára vonatkozó 1791 és 1961 közötti törvények. *Tájökológiai lapok*. 7. 2: 387–401.

- Stefler J.–Nagy G.–Dér F.–Vinczeffy I.*: 2000. Különböző adottságú gyepek hasznosíthatósága húsmarhatartással. Állattenyésztés és takarmányozás. 49. 6: 494–509.
- Szabó P.*: 2002. „Mert a fának van reményége...” Csonkolt fák Magyarországon. Korall. 9: 155–172.
- Tagányi K.*: 1896. Magyar Erdészeti Oklevéltár I., II., III. Országos Erdészeti Egyesület. Budapest.
- Tállai M.*: 2011. Bentonit és zeolit hatása savanyú homoktalajok tulajdonságaira és biológiai aktivitásának változására. Doktori (PhD) értekezés. DE AGTC Mezőgazdasági- és Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Agrokémiai és Talajtani Intézet. Debrecen.
- Varga A.–Böloni J.*: 2009. Erdei legeltetés, fás legelők, legelőerdők tájtörténete. Természetvédelmi Közlemények. 15: 68–79.
- Varga, A.–Molnár, Zs.*: 2014. The Role of Traditional Ecological Knowledge in Managing Wood-pastures. [In: Hartel, T.–Plininger, T. European Wood-pastures in Transition.] Routledge. 187–202.
- Vinczeffy I.*: 2001. Pásztoroktól tanultam. Agrártörténeti Füzetek. 9: 40–45.
- Wessely J.*: 1864. Az erdő mint mentő a takarmány szűkében. Erdészeti Lapok. VII.; VIII., IX. 209–221, 250–264, 288–295.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

*Halász András – Dr. Tasi Julianna
Szent István Egyetem MKK
Növénytermesztési Intézet
Gödöllő
Páter Károly u. 1.
H-2100
*e-mail: halasz.andras@mkk.szie.hu

Rásó János
Nemzeti Agrárkutatói és Innovációs Központ
Erdészeti Tudományos Intézet
Püspökladány
Farkassziget 3.
H-4150



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
