

Crop
Production



NÖVÉNYTERMELÉS

62. kötet | 3. szám | 2013. szeptember

Alapítás éve: 1952

Főszerkesztő: Nagy János



Kukorica növényállomány vízháztartása és termése közötti összefüggések vizsgálata eltérő vetésváltási rendszerekben

A csicsóka (*Helianthus tuberosus* L.) trágyázása II. – Tápelemfelvétel, tápelemigény

A trágyázás, a genotípus és az évjárat őszi búza (*Triticum aestivum* L.) sütőipari tulajdonságaira gyakorolt hatásának parametrizálása elem-összetételére

Növénytermelés

CROP PRODUCTION

A Nemzeti Agrárszaktanácsadási, Képzési és Vidékfejlesztési Intézet kiadásában, a Vidékfejlesztési 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
Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma
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:

NAKVI
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.agrarlapok.hu
www.nakvi.hu

A kiadásért felelős Dr. Mezőszentgyörgyi Dávid,
a Nemzeti Agrárszaktanácsadási, Képzési és Vidékfejlesztési Intézet főigazgatója.

ISSN 0546-8191
Növényterm 62 (2013) 3
Printed in Hungary

Növénytermelés

CROP PRODUCTION

62. kötet, 3. szám, 2013. szeptember

Főszerkesztő/Editor-in-Chief:

JÁNOS NAGY

Szerkesztőbizottság/Editorial Board:

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

VIDÉKFEJLESZTÉSI MINISZTERIUM

A kiadásért felelős a Nemzeti Agrárszaktanácsadási, Képzési és Vidékfejlesztési Intézet főigazgatója

A nyomást és kötést az Agroinform Kiadó és Nyomda Kft. végezte

Felelős szerkesztő: Nagy János

Fedélterv: Dávid Ildikó

Fotót készítette: Dr. Tóth Csaba

Megjelent: 11 (A/5) ív terjedelemben

ISSN 0546-8191

TARTALOM

<i>Dóka Lajos Fülöp</i> : Kukorica növényállomány vízháztartása és termése közötti összefüggések vizsgálata eltérő vetésváltási rendszerekben	5
<i>Izsáki Zoltán–Némethné Kádi Gabriella</i> : A csicsóka (<i>Helianthus tuberosus</i> L.) trágyázása II. – Tápelemfelvétel, tápelemigény	23
<i>Pepó Péter–Szabó Éva</i> : A trágyázás, a genotípus és az évjárat őszi búza (<i>Triticum aestivum</i> L.) sütőipari tulajdonságaira gyakorolt hatásának parametrizálása	43
<i>Szabó Éva</i> : Eltérő évjáratok és tápanyag-kezelések hatása őszi búza genotípusok levél- és kalászbetegségeire	57
<i>Vig Róbert–Dobos Attila–Nagy Péter Tamás–Nagy János</i> : A vetőmag kukoricaállomány heterogenitásának hatása néhány agronómiai tulajdonságra és a jövedelmezőségre	75
SZEMLE	
<i>Kádár Imre–Draskovits Eszter</i> : A Budapesti Központi Szennyvíztisztító Telep (BKSZT) szennyvíz és szennyvíziszap elemforgalmáról	93

CONTENTS

<i>L. F. Dóka</i> : Examination of the correlations between the water balance and yield of a maize crop stand in different crop rotation systems	5
<i>Z. Izsáki–G. Némethné Kádi</i> : Fertilisation of Jerusalem artichoke (<i>Helianthus tuberosus</i> L.) II. – Nutrient uptake, nutrient need	23
<i>P. Pepó–É. Szabó</i> : Parametrisation of the effect of fertilisation, genotype and crop year on the baking properties of winter wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.)	43
<i>É. Szabó</i> : The impact of different crop years and fertiliser treatments on the leaf and ear diseases of various winter wheat genotypes	57
<i>R. Vig–A. Dobos–P. T. Nagy–J. Nagy</i> : The impact of the heterogeneity of a sowing seed maize population on certain agronomical characteristics and profitability	75
REVIEW	
<i>I. Kádár–E. Draskovits</i> : Sewage and sewage sludge element turnover of the Budapest Central Sewage Plant (BKSZT)	93

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Л. Ф. Дока</i> : Исследования взаимосвязей между влагооборотом и урожаем насаждения кукурузы в различных севоменных системах	5
<i>З. Ижаки–Г. Неметне Кади</i> : Удобрение топинамбура (<i>Helianthus tuberosus</i> L.) П. – Приём питательных элементов, потребность в питательных элементах	23
<i>П. Пено–Э. Сабо</i> : Параметризация влияния, оказываемого на хлебопекарные свойства удобрением, генотипом и годом выращивания озимой пшеницы (<i>Triticum aestivum</i> L.)	43
<i>Э. Сабо</i> : Влияние погодных условий различных годов выращивания и обработки питательными веществами на болезни листьев и колосьев генотипов озимой пшеницы	57
<i>Р. Виг–А. Ч. Добош–П. Т. Надь–Я. Надь</i> : Влияние гетерогенности посевного материала насаждения кукурузы на некоторые агрономические свойства и рентабельность	75
ОБЗОР	
<i>И. Кадар–Е. Драшковиц</i> : Исследование на областном уровне чувствительности к климату плодородных территорий озимой пшеницы в Венгрии	93

Kukorica növényállomány vízháztartása és termése közötti összefüggések vizsgálata eltérő vetésváltási rendszerekben

DÓKA LAJOS FÜLÖP

Debreceni Egyetem AGTC MÉK, Növénytudományi Intézet, Debrecen

Összefoglalás

30 éves tartamkísérletben vizsgáltuk a csernozjom talaj vízháztartásának alakulását, illetve a kukorica terméseredménye közötti kapcsolatot, különböző vetésváltási rendszerekben (mono-, bi- és trikultúra), három eltérő csapadékelátottságú évjáratban: egy aszályos (2007), egy csapadékos (2008) és egy száraz (2009). Az eredményekből megállapítható, hogy a talaj vízkészlete mindhárom vetésváltási rendszerben, és mindhárom évjárat esetében, a nem öntözött parcellákban a tenyészidőszak végére jelentősen lecsökkent (10–15 tf %), a két száraz évjáratban (2007, 2009) a talaj holtvíz tartalmának (16 tf %) értéke alá (2007-ben 10–14 tf %, 2009-ben 11–17 tf %). A 2008. évi eredmények alapján a talaj vízkészlete mindhárom vetésváltási rendszerben kedvezően alakult (25–30 tf %) a kukorica számára, a holtvíztartalom értékét csak a tenyészidőszak végére közelítette meg (13–19 tf %). Pearson-féle korrelációval összefüggéseket kerestünk az egyes évjáratokban, illetve az egyes vetésváltásokban a vízhiányértékek, a termés, az öntözés, a tenyészidőszak előtti csapadék, a tenyészidőszak csapadékmennyisége, valamint a június-július, mint a vízellátás szempontjából kiemelt fontosságú időszak csapadéka között. Az összefüggés-vizsgálat alapján megállapítottuk, hogy bikultúrás vetésváltási rendszer esetében a jó vízgazdálkodás miatt az október-márciusi csapadék és a vízhiány közötti korrelációs kapcsolat volt az igen szoros (-0,768), míg a mono- és trikultúrás vetésváltási rendszerek nagyobb mértékben függenek a tenyészévben lehulló csapadék mennyiségétől és eloszlásától, a tenyészidőszak csapadéka és a vízhiány között igen szoros összefüggést (-0,740, -0,858) kaptunk.

Kulcsszavak: tartamkísérlet, talajnedvesség, csapadék, öntözés, vetésváltás, kukorica, termés

Examination of the correlations between the water balance and yield of a maize crop stand in different crop rotation systems

L. F. DÓKA

University of Debrecen, Centre for Agricultural and Applied Economic Sciences,
Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management,
Institute of Crop Sciences, Debrecen

Summary

The water balance of chernozem soils, as well as its correlation with maize yield were examined in a 30-year long-term experiment in various crop rotation systems (mono-, bi- and triculture) in three crop years with different precipitation supply: drought (2007), rainy (2008) and dry (2009). It can be established from the results that the water stock in all three crop rotation systems and all three crop years decreased significantly (10–15 vol%) in the non-fertilised plots by the end of the growing season. More specifically, the moisture content decreased below the wilting point (16 vol%) in the two dry crop years (10–14 vol% in 2007 and 11–17 vol% in 2009). Based on the 2008 results, the water stock of the soil was favourable (25–30 vol%) for maize in all three crop rotation systems, the wilting point was approached (13–19%) only by the end of the growing season. Pearson's correlation was used to look for correlations between each crop year and each crop rotation's yield, water shortage values, irrigation, precipitation before and during the growing season as well as the amount of rainfall in June-July, which is an especially important period from the aspect of water supply. Based on the correlation analysis, it was established that the correlation between precipitation between October and March and water shortage was very strong (-0.768) due the proper water management in the case of the biculture crop rotation system, while the mono- and triculture crop rotation systems are more dependent on the quantity and distribution of precipitation during the growing season. There was a very strong correlation between precipitation during the growing season and water shortage (-0.740, -0.858).

Key words: long-term experiment, soil moisture, precipitation, irrigation, crop rotation, maize, yield

Исследования взаимосвязей между влагооборотом и урожаем насаждения кукурузы в различных севоменных системах

Л. Ф. ДОКА

Дебреценский Университет, АГТС МЁК, Ботанический Институт, Дебрецен

Резюме

В 30-летнем продолжительном опыте исследовали формирование влагооборота чернозёмной почвы, и связь между результатами урожая кукурузы, в различных системах севомена (моно-, две- и трикультуры), в различных по количеству осадков годах выращивания: засушливый (2007), дождливый (2008) и сухой (2009). По результатам можно установить, что запас воды почвы во всех трёх системах севомена, и в каждом году, в неорошаемых парцеллах к концу вегетационного периода значительно сократился (10–15 т/га), в двух сухих годах (2007, 2009) сократился ниже величины содержания стоячей (мёртвой) воды (16 т/га) (в 2007 году 10–14 т/га, в 2009 году 11–17 т/га). На основании результатов 2008 года запас почвенной воды во всех трёх севоменных системах благоприятно сформировался (25–30 т/га) для кукурузы, приблизился к величине содержания стоячей воды только к концу вегетационного периода (13–19 т/га). С корреляцией по методу Пирсона искали взаимосвязи в отдельных годах, а также в отдельных севоменах между величиной дефицита воды, урожаем, орошением, осадками до вегетационного периода, количеством осадков вегетационного периода, и осадками июня-июля, как наиболее важного периода с точки зрения водообеспечения. На основании исследований взаимосвязей установили, что в случае двухкультурной севоменной системы из-за хорошего водного режима корреляционная связь между осадками за октябрь-март и дефицитом воды была тесной (-0,768), а моно- и трикультурные севоменные системы в большей мере зависят от количества осадков, выпавших в год выращивания, и их распределения, а между осадками вегетационного периода и дефицитом воды получили очень тесную взаимосвязь (-0,740, -0,858).

Ключевые слова: продолжительный опыт, влажность почвы, осадки, орошение, севомен, кукуруза, урожай

Bevezetés és irodalmi áttekintés

Az évek óta emlegetett globális klímaváltozás napjainkra bizonyított tényvé vált. Az utóbbi száz évben a hőmérséklet több mint 0,7 Celsius-fokot emelkedett. A 20. század közepe óta tapasztalt felmelegedés nagyrészt az emberi tevékenység következménye (Hare 2009). A több éve megkezdődött „makroklimatikus” változás többek között hazánk klímáját is kimozdította a tipikus kontinentális éghajlat jellemzőiből. A növénytermesztés jövőbeni lehetőségeit nagy valószínűséggel a klimatikus változásokhoz való alkalmazkodás szintje fogja bővíteni, vagy korlátozni.

Az utóbbi 6 év időjárás jelenségei az előrejelzéseket igazolják. Nem csak a szárazabb vagy a csapadékosabb időszakok gyakoribbak, de egyre nagyobb a szélsőséges időjárás jelenségek előfordulási valószínűsége, illetve e jelenségek negatív hatásainak erőssége, akár egy éven vagy egy tenyészidőn belül is (Keszthelyi 2005, Sárvári 2005, Birkás 2006, Láng et al. 2007, Anda 2008, Polyák 2008, Hoffmann és Berecz 2009, Jolánkai és Birkás 2009).

A vízgazdálkodás a mezőgazdasági termelés része, amelynek keretében – a tartósan, biztonságosan nagy termés hozamok elérése végett – műszaki, biológiai, agrotechnikai eljárások hatásának együttes alkalmazásával adott időszakban a talajban optimális vízállapotot teremtünk. Magyarország jelentősebb kukoricatermő területein a termelés eredménye és biztonsága elsősorban a vízellátástól, annak mértékétől függ (Dégen 1967, Antal és Jolánkai 2005). Széll et al. (2010) kísérleti eredményeikből megállapították, hogy a termés mennyiségét, valamint a műtrágyázás termésmenvelő hatását a termőhely, s ezen túlmenően az évjárat határozza meg. Az évjárat hatása aszályos évben képes a műtrágyázás hatását elfedni (Sárvári és Boros 2010). Aszályos évben a fotoszintézis és a transzspiráció intenzitása a vízstressz hatására visszaesik, a termésmennyiség akár a felére is csökkenhet, egy csapadékos évjárhoz képest (Hegyí et al. 2007, 2008; Hoffmann et al. 2007, Ceska et al. 2008, Hnilicka et al. 2008, Jambrovic et al. 2008). Az agroökológiai feltételekhez jórészt a termelés technológia célszerű adaptációjával csak részben tudunk alkalmazkodni. Azt azonban aktívan is befolyásolni tudjuk (tápanyagellátás, öntözés, talajművelés, vetésváltás stb.) (Pepó et al. 2005).

Anyag és módszer

A vizsgálatokat 2007., 2008. és 2009. évben a Debreceni Egyetem AGTC MÉK Növénytudományi Intézetének Látóképi Kísérleti Telepén polifaktoriális tartamkísérletben végeztük. A kísérlet talaja jó vízbefogadó és víztartó képességű mészlepedékes csernozjom. A parcellák területe 41,1 m² volt.

A kísérletben N₁₂₀P₉₀K₉₀ tápanyagszinttel, két öntözési kezeléssel (Ö₁ kezelés=nem öntözött, Ö₂ kezelés=öntözött), valamint 60 000/ha állomány-sűrűséggel, három vetésváltási rendszerben (monokultúra, bikultúra: búza-kukorica és trikultúra: borsó-búza-kukorica) dolgoztunk. A talajművelés, a növényvédelem és a betakarítás egységesen történt. A termesztett hibrid a Reseda (PR37M81) volt.

A terméseredményeket egységesen, 14 %-os szemnedvesség tartalomra átszámítva az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat. Mono-, bi- és trikultúrás kukoricaállomány terméseredményei (Debrecen-Látókép, 2007–2009)

	Monokultúra		Bikultúra		Trikultúra	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Nem öntözött (kg/ha) (4)	Öntözött (kg/ha) (5)	Nem öntözött (kg/ha) (4)	Öntözött (kg/ha) (5)	Nem öntözött (kg/ha) (4)	Öntözött (kg/ha) (5)
2007. év (6)	4 316	8 449	7 706	10 970	7 062	10 679
2008. év (7)	13 494	12 964	14 137	14 152	13 987	13 857
2009. év (8)	9 008	10 789	12 295	13 942	9 913	12 865

Table 1. Yields of mono-, bi- and triculture maize (Debrecen-Látókép, 2007–2009), (1) Monoculture, (2) Biculture, (3) Triculture, (4) Non-irrigated, (5) Irrigated, (6) Year 2007, (7) Year 2008, (8) Year 2009.

Az öntözött kezelésben (Ö₂) a feltüntetett időpontokban az alábbi mennyiségű öntözővizet juttattuk ki:

2007. 05. 04. – 50 mm öntözővíz
 05. 23. – 50 mm öntözővíz
 06. 04. – 50 mm öntözővíz
 06. 30. – 50 mm öntözővíz

2008. a kukorica számára kedvező tenyészidőbeli csapadékeloszlás miatt nem öntöztünk.

2009. 05. 04. – 50 mm öntözővíz
05. 23. – 50 mm öntözővíz

A vízforgalom vizsgálatára mindhárom évben, minden kezelés parcellájából 6 alkalommal vettünk talajmintát. 200 cm-ig 20 cm-es rétegenként. Az első mintavétel a vetés előtt, míg a hatodik a kukorica betakarítása után, tarlóból történt. A közbülső négy talajmintát pedig a kukorica főbb fenofázisaiban (3–4 leveles állapot, címerhányás, megtermékenyülés, érés) vettük.

Megmértük a talajminták mintavétele utáni nedves tömegét, ezután szárítószekrényben 105 °C-on súlyállandóságig szárítottuk. A száraz mintákat visszamértük a nedves és száraz tömeg különbsége adta a talajnedvesség tartalmat, amit tömegszázalékban fejeztünk ki. Az így kapott eredményeket térfogatszázalékban is kifejeztük az adott talajréteg térfogattömegének felhasználásával. Továbbá kiszámítottuk az egyes talajmintavételi időpontokban a talajszelvény vízkapacitásig telített talaj nedvességtartalmához viszonyított vízhiányértékeit.

A vizsgált három évből (2. táblázat) a 2007. és a 2009. évek szárazak voltak. Ez jól látszik a táblázatban a 30 éves átlagértékektől való eltérések adatain. 2007-ben a tenyészidőszak vége felé, augusztusban és szeptemberben az eltérés pozitív irányba fordult. Így az előző hónapok csapadékhiánya eredményesen pótlódott. Az összesített tenyészidőbeli csapadékmennyiség ezért csak 61 mm, 3 mm-rel maradt el a 30 éves átlagtól. A 2009. év időjárása száraz volta ellenére merőben más képet mutat. Június hónapot kivéve a tenyészidőszak minden hónapjában kevesebb csapadék hullott, mint a 30 éves átlag. Ez megmutatkozik a 6 hónap összesített csapadékmennyiségén is (176,3 mm hiány a 30 éves átlaghoz viszonyítva).

A 2008. tenyészév – ellentétben a másik kettővel – igen csapadékos volt. A tenyészidőszakban összesen 483,9 mm csapadék hullott, ami 138,8 mm-rel több a 30 éves átlagértéktől. A 30 éves átlagtól egyedül májusban és augusztusban esett kevesebb eső. A többi hónapban jóval (33–79 mm-rel) több csapadék volt, mint az elmúlt 30 év átlaga. A szeptemberi 42,2 mm közelítette meg egyedül a 30 éves átlagot (38 mm), de ez már nem volt jelentős befolyásoló hatással a kukorica fejlődésére.

2. táblázat. A vizsgálati évek, valamint a kukorica tenyészidőszakának hőmérséklet és csapadékadatai és a 30 éves átlagtól való eltérések
(Debrecen-Látókép, 2006–2009)

	2006		2007		2008		2009		30 éves átlag
	Érték (mm) (1)	Eltérés (mm) (2)	Érték (mm) (1)	Eltérés (mm) (2)	Érték (mm) (1)	Eltérés (mm) (2)	Érték (mm) (1)	Eltérés (mm) (2)	
Január (4)	-	-	23,9	-13,1	26,4	-10,6	29,5	-7,5	37,0
Február (5)	-	-	53,2	23,0	4,6	-25,6	44,0	13,8	30,2
Március (6)	-	-	14,0	-19,5	41,7	8,2	41,6	8,1	33,5
Április (7)	-	-	3,6	-38,8	74,9	32,5	9,9	-32,5	42,4
Május (8)	-	-	54,0	-4,8	47,6	-11,2	20,1	-38,7	58,8
Június (9)	-	-	22,8	-56,7	140,1	60,6	96,6	17,1	79,5
Július (10)	-	-	39,7	-26,0	144,9	79,2	9,2	-56,5	65,7
Augusztus (11)	-	-	77,6	16,9	34,2	-26,5	11,3	-49,4	60,7
Szeptember (12)	-	-	86,1	48,1	42,2	4,2	21,7	-16,3	38,0
Október (13)	22,9	-7,9	71,4	40,6	16,1	-14,7	-	-	30,8
November (14)	9,2	-36,0	40,9	-4,3	19,8	-25,4	-	-	45,2
December (15)	5,0	-38,5	29,8	-13,7	52,2	8,7	-	-	43,5
Tenyészidőszak csapadék összeg (mm) (16)	-	-	283,8	-61,3	483,9	138,8	168,8	-176,3	345,1
Tenyészidőszak hőmérséklet átlag (°C) (17)	-	-	18,8	2,0	17,4	0,6	19,5	2,7	16,8

Table 2. The studied years, temperature and precipitation values in the growing season of maize and deviations from the 30-year average. (1) Value, (2) Deviation, (3) 30-year average, (4) January, (5) February, (6) March, (7) April, (8) May, (9) June, (10) July, (11) August, (12) September, (13) October, (14) November, (15) December, (16) Precipitation in the growing season, (17) Mean temperature in the growing season.

A hőmérsékleti értékek is – a csapadékhoz hasonlóan – a vizsgált három évet két csoportra osztotta, 2007. és 2009. a melegebb, 2008. pedig az előző kettőtől hűvösebb volt. Amellett, hogy a 2007. és a 2009. év csapadékban szegény volt, a hőmérséklet jóval meghaladta a 30 éves átlagot (2007-ben 2,0 °C-

kal, 2009-ben 2,7 °C-kal). A táblázat azonban egy fontos megállapítást is közöl: a tenyészidőszak átlaghőmérséklete mindhárom évben emelkedett.

Az kísérleti eredmények feldolgozásánál alkalmazott statisztikai módszer a Pearson-féle korreláció volt.

Vizsgálati eredmények értékelése, következtetések

Kísérletünk során a 0–200 cm talajszelvény nedvességkészletének tenyészidőbeli alakulását vizsgáltuk. Összehasonlítottuk az egyes vetésváltási rendszerek nem öntözött (\ddot{O}_1) és öntözött (\ddot{O}_2) parcelláiban a talaj vízkészletének alakulását. Vizsgálatainkat 2007., 2008. és 2009. évben, a gyakorlatban alkalmazott állománysűrűség (60 000 tő/ha) és tápanyagellátottsági szint (N_{120+PK}) mellett (1–3. ábra). Az elemzésben a tenyészidőszak kezdeti talajnedvességi állapota, másodikként a kukorica virágzás-termékenyüléskori fenofázisa, amikor a vízfelvétel a legnagyobb, illetve a betakarítás utáni – tenyészidőszakot követő, az állomány lekerülése után visszamaradt – vízkészlet alakulása szerepel, az egyes diagramokon a holtvíztartalom és a minimális vízkapacitás görbék a csernozjom talajra jellemző értékeket mutatják. Az eredményekből megállapítható, hogy a talaj vízkészlete mindhárom vetésváltási rendszerben, és a kísérlet mindhárom évében, a nem öntözött parcellák talajában a tenyészidőszak végére jelentősen lecsökkent (10–15 tf %), a két száraz évjáratban (2007., 2009.) a talaj holtvíz tartalmának (16 tf %) értéke alá (2007-ben 10–14 tf %, 2009-ben 11–17 tf %). A nem öntözött parcellák esetében a vízkészlet csökkenése már július elejére megközelítette a növények számára nem hasznosítható víz (holtvíz) mennyiségét monokultúrában (2007-ben 13–15 tf %). Az öntözéssel ez az állapot nem, vagy csak kisebb mértékben következett be (14–18 tf %) (1., 3. ábra).

2009. évben is az induló (tenyészidőszak kezdeti) talajnedvesség-értékek a 2007. évihez hasonlóan alakultak, a minimális vízkapacitás értékeit nem érték el. A júliusi időszakban viszont a térfogatszázalékos értékekben nagy változás nem állapítható meg. Ezt a júniusi csapadékos időjárás eredményezte. Az ebben a hónapban lehullott 96,6 mm csapadék a növényállomány számára megfelelő talajnedvességi viszonyokat alakított ki a kukorica generatív fejlődési fázisának kezdetén.

1. ábra. A talaj vízkészletének alakulása nem öntözött (\bar{O}_1) és öntözött (\bar{O}_2) öntözési változatokban mono-, bi- és trikulturában (Debrecen, 2007, 60 000 tő/ha, $N_{120}+P_{90}+K_{90}$)

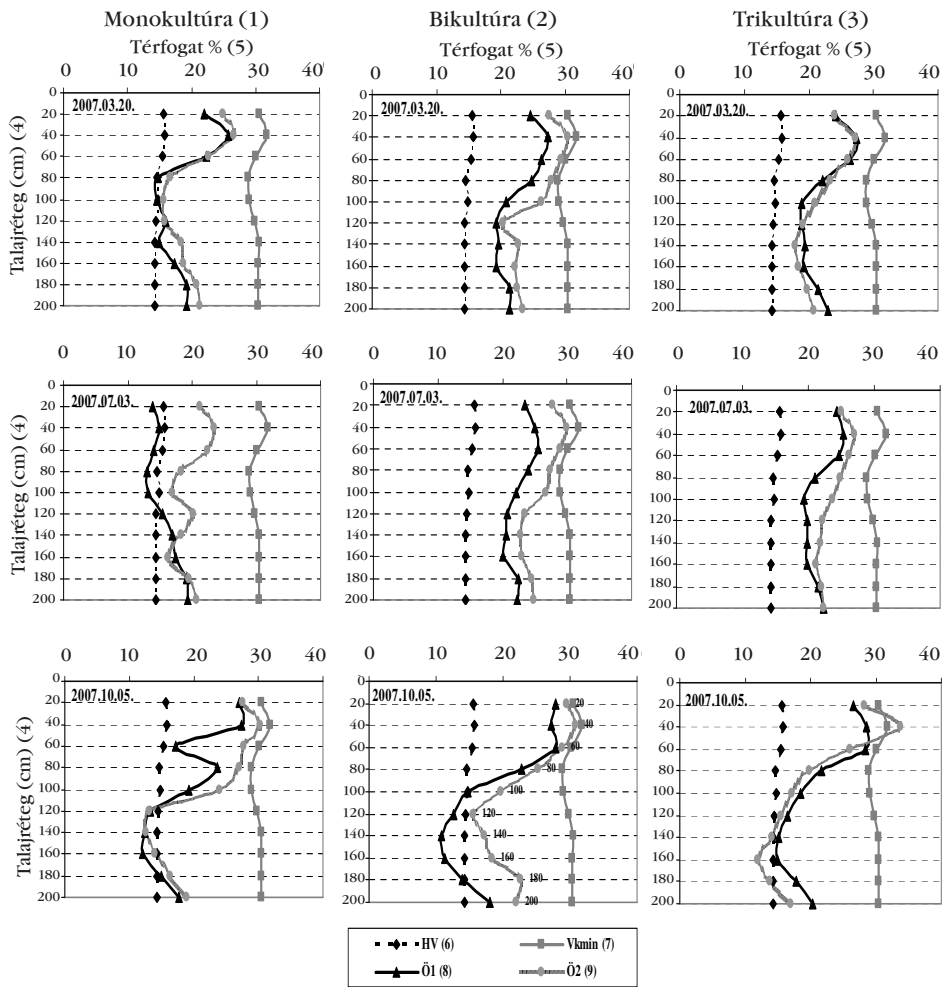


Figure 1. Changes in the water stock of the soil in non-irrigated (\bar{O}_1) and irrigated (\bar{O}_2) treatments in mono-, bi- and triculture (Debrecen, 2007, 60 000 plants ha⁻¹, $N_{120}+P_{90}+K_{90}$). (1) Monoculture, (2) Biculture, (3) Triculture, (4) Soil layer, (5) V%, (6) Wilting point, (7) FC_{min} , (8) Non-irrigated treatment, (9) Irrigated treatment.

2. ábra. A talaj vízkészletének alakulása nem öntözött (\bar{O}_1) és öntözött (\bar{O}_2) öntözési változatokban mono-, bi- és trikulturában (Debrecen, 2008, 60 000 tő/ha, $N_{120}+P_{90}+K_{90}$)

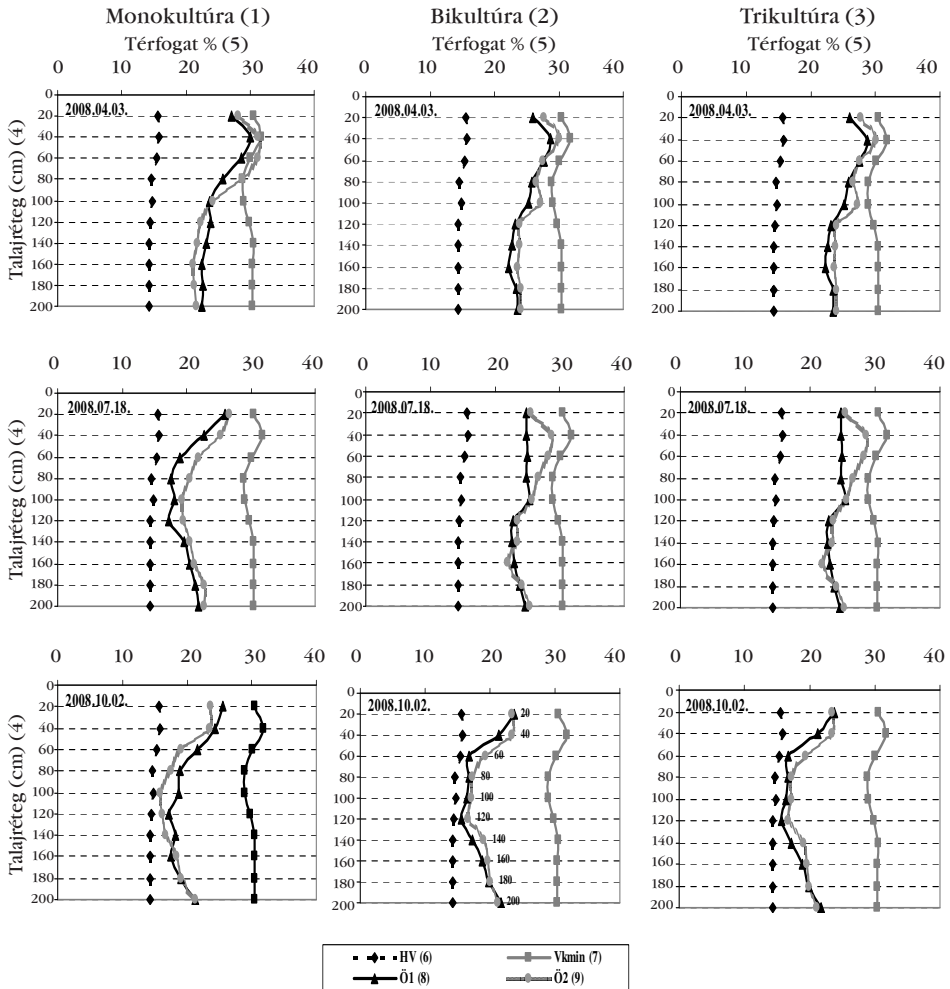


Figure 2. Changes in the water stock of the soil in non-irrigated (I_1) and irrigated (I_2) treatments in mono-, bi- and triculture (Debrecen, 2008, 60 000 plants ha^{-1} , $N_{120}+P_{90}+K_{90}$). (1) Monoculture, (2) Biculture, (3) Triculture, (4) Soil layer, (5) V%, (6) Wilting point, (7) FC_{min} , (8) Non-irrigated treatment, (9) Irrigated treatment.

3. ábra. A talaj vízkészletének alakulása nem öntözött (\bar{O}_1) és öntözött (\bar{O}_2) öntözési változatokban mono-, bi- és trikultúrában (Debrecen, 2009, 60 000 tő/ha, $N_{120}+P_{90}+K_{90}$)

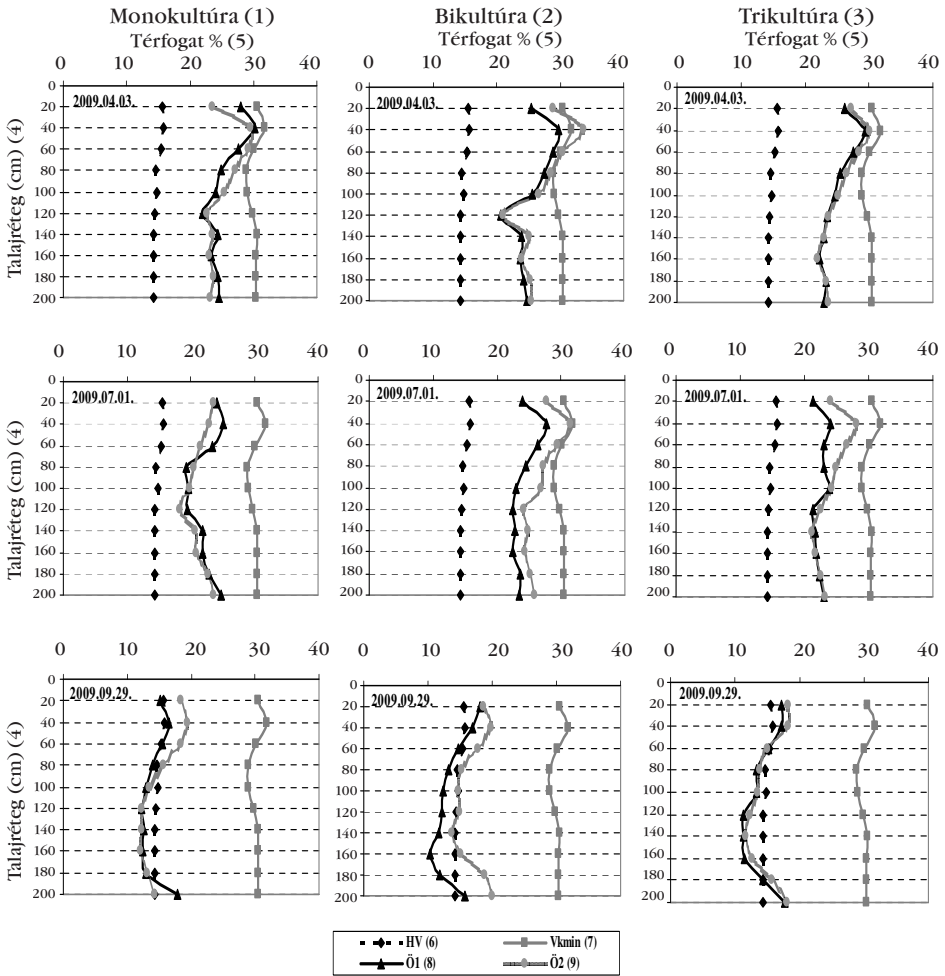


Figure 3. Changes in the water stock of the soil in non-irrigated (I_1) and irrigated (I_2) treatments in mono-, bi- and triculture (Debrecen, 2009, 60 000 plants ha^{-1} , $N_{120}+P_{90}+K_{90}$). (1) Monoculture, (2) Biculture, (3) Triculture, (4) Soil layer, (5) V%, (6) Wilting point, (7) FC_{min} , (8) Non-irrigated treatment, (9) Irrigated treatment.

A július elejétől bekövetkező csapadékhiány és magas hőmérséklet hatására a mértékadó (0–200 cm) talajszelvény kiszáradása megkezdődött, a kukorica-állomány növekvő vízfogyasztása következtében. A nagy evapotranszpiráció eredményeként szinte a teljes szelvény (0–200 cm) talajnedvesség-készlete a tenyészidő végére a holtvíztartalom szintjéig csökkent (12–15 %).

2007. és 2009. évben a talaj vetés előtti vízkészlete mind a nem öntözött, mind az öntözött parcelláknál hasonlóan alakult (22–33 tf %). Az aszály fokozódásával viszont a két görbe kezd távolodni egymástól, ami azt jelenti, hogy a nem öntözött parcellák talaja gyorsabb ütemben kezdett kiszáradni. 2009-ben a talajnedvességet kifejező térfogatszázalékos értékek kiegyensúlyozottabban alakultak. A 2007. évi, ugyancsak száraz évjáráttal összevetve itt a kukorica számára kedvező júniusi, kiemelkedő mennyiségű csapadék a termésben is pozitívan realizálódott.

A 2008. évi eredmények alapján a talaj vízkészlete mindhárom vetésváltási rendszerben kedvezően alakult (25–30 tf %) a kukorica számára, a holtvíztartalom értékét csak a tenyészidőszak végére közelítette meg (13–19 tf %). A teljes talajszelvény vízforgalmát vizsgálva megállapítható, hogy a tenyészidőszak folyamán a 0–120 cm talajréteg vízvesztése volt a legintenzívebb (a kezdeti 22–28 tf %-ról 17–20 tf %-ra), a jelentős gyökértömegnek köszönhetően. A kelő időben és mennyiségben lehullott csapadék következtében, a nem öntözött és a korábbi években rendszeresen öntözött parcellák vízkészlete áprilistól októberig hasonlóan alakult (nem öntözött parcellák 13–30 tf %, 2007. évi öntözés utóhatásaként az előző évben öntözött parcellák 17–32 tf %), mindhárom vetésváltási rendszerben, jelentős értékbeli különbég (1–2 tf %) nem állapítható meg, a görbék lefutása közel párhuzamos, mely a tenyészidőszak kedvező vízellátottságának tulajdonítható. Mindhárom vetésváltási rendszerben, mind a nem öntözött, mind az öntözés utóhatás parcellák esetében a talaj felső, 60 cm rétege szinte a VK_{\min} értékig telített volt tavasszal, ez a kukorica kelését, kezdeti fejlődését nagymértékben segítette. A tenyészidőszak végére viszont a gyökérszónában a vízkészlet megközelítette, trikkultúra esetén a nem öntözött kezelésben el is érte (13–14 tf %) a holtvíz szintet. A másik két vetésváltási rendszer a korábbi években rendszeresen öntözött és nem öntözött kezeléseiben egyaránt 17–19 tf % volt a talajnedvesség, ez azonban már nem befolyásolta kedvezőtlenül az állomány fejlődését, a termésképződési folyamatokat (3. ábra).

A növénytermesztési tér vízháztartásának alakulása jelentős hatást gyakorol a terméseredményekre is. A vízháztartási folyamatokat agroökológiai és agro-

technikai tényezők egyaránt befolyásolják, meghatározzák. Az évjárat nagymértékben befolyásolja a talajok vízháztartását, vízkészletük alakulását, ezáltal a termesztett növényünk termésmennyiségét is. A nagyobb termés több vizet fogyaszt a talajból, amely vízhiányt növelő tényező (3. táblázat). 2008. évben az öntözött kezelésekben megállapítható az előző években történt rendszeres öntözés utóhatása.

3. táblázat. Öntözés, illetve a 2008-ban tapasztalt öntözési utóhatás hatása a talajszelvény 200 cm mélységű vízhiányára (Debrecen-Látókép, 2007–2009)

Mintavétel időpontja (1)	Vízhiány (mm)							
	(2)							
	Monokultúra (3)		Bikultúra (4)		Trikkultúra (5)		Átlag (6)	
	Ø (7)	Ö (8)	Ø (7)	Ö (8)	Ø (7)	Ö (8)	Ø (7)	Ö (8)
2007								
03. 20.	225	180	154	98	162	169	180	149
07. 03.	303	209	289	190	275	232	289	210
10. 05.	225	180	229	144	187	216	214	180
Átlag (6)	251	190	224	144	208	206	228	180
2008								
04. 03.	104	100	106	86	143	124	117	103
07. 18.	195	163	165	160	204	171	188	165
10. 02.	199	222	227	209	261	202	229	211
Átlag (6)	166	162	166	152	203	166	178	160
2009								
04. 03.	97	102	94	65	106	97	99	88
07. 01.	158	175	160	95	181	162	166	144
09. 29.	320	306	329	266	319	306	322	293
Átlag (6)	192	194	194	142	202	188	196	175

Jelölés: Ø = nem öntözött kezelés, Ö = öntözött kezelés

Table 3. Effect of irrigation and after-effect of irrigation in 2008 on water deficit in the 200 cm soil profile (Debrecen-Látókép, 2007–2009). (1) Sample time, (2) Water deficit (3) Monoculture, (4) Biculture, (5) Triculture, (6) Average, (7) Non-irrigated treatment, (8) Irrigated treatment, Indication: Ø = non-irrigated treatment, Ö = irrigated treatment.

Az egyes vetésváltási rendszerekben a termés, a vízhiány, az öntözés, a tenyészidőszakot megelőző, a tenyészidőszakbeli, illetve a június-júliusi csapadék és hőmérsékleti értékeket vetettük össze, vizsgáltuk a közöttük lévő korrelációs kapcsolatot, a vizsgálati (2007., 2008. és 2009.) években (4. táblázat).

4. táblázat. A csernozjom talaj vízháztartása, a hőmérséklet, a csapadék és a termés közötti összefüggések (Debrecen, 2007–2009)

	Monokultúra (1)	Bikultúra (2)	Trikultúra (3)
Évjárat-termés (4)	0,456**	0,540**	0,300**
Vízhiány-termés (5)	-0,423**	-0,668**	-0,562**
Június-júliusi csapadék-termés (6)	0,711**	0,754**	0,781**
Június-júliusi csapadék-vízhiány (7)	-0,808**	-0,810**	-0,878**
Október-márciusi csapadék-termés (8)	0,749**	0,832**	0,685**
Október-márciusi csapadék-vízhiány (9)	-0,529**	-0,768**	-0,506**
Április-szeptemberi csapadék-termés (10)	0,431**	0,427**	0,581**
Április-szeptemberi csapadék-vízhiány (11)	-0,740**	-0,558**	-0,858**
Június-júliusi hőösszeg-termés (12)	-0,782**	-0,848**	-0,788**
Június-júliusi hőösszeg-vízhiány (13)	0,723**	0,847**	0,751**

Megjegyzés: a dupla csillaggal (**) jelölt számok P=1%-os szinten szignifikáns korrelációt mutatnak.

Table 4. Correlation between the water management of chernozem soil, temperature, precipitation and yield. (1) Monoculture, (2) Biculture, (3) Triculture, (4) Crop year-yield, (5) Water deficit-yield, (6) Precipitation in June-July - yield, (7) Precipitation in June-July - water deficit, (8) Precipitation in October-March - yield, (9) Precipitation in October-March - water deficit, (10) Precipitation in April-September - yield, (11) Precipitation in April-September - water deficit, (12) Heat sum in June-July - yield, (13) Heat sum in June-July - water deficit, Note: numbers marked by (**) indicate a significant correlation at P=1%.

A három év vizsgálati eredményei alapján megállapítható, hogy az évjárat hatása a termésre mono- és trikultúrában közepesen erős (0,456, 0,300), bikultúrában erős (0,540) korrelációs kapcsolatot mutat. A termés és a vízhiány között bi- és trikultúrában szoros (-0,668, -0,562), monokultúrában közepesen szoros (-0,423) negatív az összefüggés.

Mindhárom vetésváltásban a legnagyobb a befolyásoló hatása a termésmennyiségre, ezáltal a vízhiányra is, a júniusi-júliusi időszak, a kukorica legvízigenyesebb időszaka, amikor a vízellátottság mellett a hőmérséklet is igen

erős hatással van a termésképződési folyamatokra. A júniusi-júliusi időszakban hullott csapadék és termés között mono-, bi és trikultúrában igen erős szignifikáns összefüggés állapítható meg (monokultúrában 0,711, bikultúrában 0,754 és trikultúrában 0,781).

Az őszi-téli hónapok „talajt feltöltő” csapadéka is, mely a tenyészidőszakon kívül esik, meghatározó jelentőségű a termésalakító folyamatokra nézve, mono- és bikultúrában igen szoros (0,749, 0,832), trikultúrában erős (0,685) korrelációs kapcsolatot mutat a betakarított termés mennyiségével.

A tenyészidőszak csapadéka és a vízhiány között igen szoros a kapcsolat mono- és trikultúrában (-0,740, -0,858), bikultúrában az összefüggés szoros (-0,558). Az április-szeptemberi csapadék és a termés közötti korrelációs kapcsolat erőssége közepes mono- és bikultúrában (0,431, 0,427), míg trikultúrában erős (0,581). A tenyészidőbeli csapadék, a termés és vízhiány kapcsolata alapján megállapítható, hogy a bikultúrás vetésváltási rendszer vízgazdálkodása kedvező. Bár több jellemzőt (terméseredmények az egyes növényi kultúráknál, a talaj tápanyag- és levegő gazdálkodása, szerkezete, a talajélet, a mikro-, mezo- és makroelemek aránya) együttesen vizsgálva a trikultúrás vetésváltás a legelőnyösebb, mégis mono- és trikultúrás vetésváltásban az elővetemények (monokultúrában a kukorica kukorica után, trikultúrában borsó- búza-kukorica) vízfelhasználása, talajvízháztartásra gyakorolt erőteljesebb hatásuk következtében az induló, tavaszi vízkészlet kisebb, a talaj „feltöltöttségi állapota” gyengébb, mint a kukorica bikultúrában (búza-kukorica) való termesztésekor.

Monokultúrában a kukorica több évig történő önmaga utáni termesztésével bekövetkező egyoldalú tápanyag- és vízfelhasználás, míg trikultúrában a borsó-búza-kukorica vetésváltás hatására a talaj vízkészlete erőteljesebb negatív befolyásoló hatásoknak van kitéve. A borsó utáni búzaállomány a pillangós növény után visszahagyott kedvező tápanyag- és vízháztartási viszonyokhoz, ezáltal a nagyobb termések eléréséhez több vizet használ fel a talajból, így az utána következő kukorica számára a tenyészidőszak kezdetén kedvezőtlenebb vízháztartási viszonyok állnak rendelkezésre. Ez a magyarázat arra is, hogy míg bikultúrában a vízhiány és az április-szeptemberi időszak csapadékösszege között erős negatív (-0,558), addig a másik két vetésváltási rendszerben igen erős a korrelációs kapcsolat (monokultúrában -0,740, trikultúrában -0,858), a kisebb tavaszi vízkészlettel induló kukoricaállomány nagyobb mértékben függ a későbbi, a tenyészidőszak folyamán lehullott csapadék mennyiségétől, eloszlásától.

A június-júliusi hőösszeg és termés között igen szoros szignifikáns negatív korreláció (monokultúrában -0,782, bikultúrában -0,848, trikultúrában -0,788) állapítható meg. A június-júliusi hőösszeg és vízhiány közötti korrelációs kapcsolat ugyancsak igen szoros és szignifikáns (monokultúrában 0,723, bikultúrában 0,847, trikultúrában 0,751), csapadékosabb évjárat esetén a hőmérsékleti értékek kisebbek, illetve ez fordítva is igaz, aszályos évjáratban a csapadékhiányhoz igen magas hőmérséklet is párosul a nyári hónapokban.

A vizsgált három év átlagában megállapítható, mindhárom vetésváltásban a legnagyobb a befolyásoló hatása a termésmennyiségre, ezáltal a vízhiányra is, a júniusi-júliusi időszak, a kukorica legvízigényesebb időszaka, amikor a vízelátottság mellett a hőmérséklet is igen erős hatással bír a termésképződési folyamatokra. A júniusi-júliusi időszakban hullott csapadék és termés között mono- bi és trikultúrában igen erős, pozitív, szignifikáns összefüggés állapítható meg (monokultúrában 0,711, bikultúrában 0,754 és trikultúrában 0,781).

Az őszi-téli-koratavaszi hónapok „talajt feltöltő” csapadéka is, mely a tenyészidőszakon kívül esik, meghatározó jelentőségű a termésalakító folyamatokra nézve, mono- és bikultúrában igen szoros (0,749, 0,832), trikultúrában erős (0,685) korrelációs kapcsolatot mutat a betakarított termés mennyiségével.

A mono- és trikultúrás vetésváltási rendszerek nagyobb mértékben függenek a tenyészévben lehulló csapadék mennyiségétől és eloszlásától, a tenyészidőszak csapadéka és a vízhiány között igen szoros a kapcsolat (-0,740, -0,858), míg bikultúrában a jó vízgazdálkodás miatt az október-márciusi csapadék és a vízhiány közötti korrelációs kapcsolat volt az igen szoros (-0,768).

Köszönetnyilvánítás

A kutatás részben az Európai Unió és Magyarország támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú „Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program” című kiemelt projekt keretei között valósult meg.

IRODALOM

- Anda A.*: 2008. A kukoricaállományon belüli léghőmérséklet és légnedvesség alakulása kis vízádaggal történő öntözésnél. *Növénytermelés*. 57. 1: 69–84.
- Antal J.–Jolánkai, M.*: 2005. Növénytermesztés tan 1. A növénytermesztés tan alapjai. Gabonafélék. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 315–316.
- Birkás M.*: 2006. Lehet-e védekezni a klímaszélsőségek ellen? *Mezőgazdasági technika*. 47. 9: 37–39.
- Ceská, J.–Hejtnáková, V.–Ernestová, Z.–Krizková, J.*: 2008. The effect of soil drought on photosynthesis and transpiration rates of maize (*Zea mays* L.). *Cereal Res. Commun.* 36: 823–826.
- Dégen I.*: 1967. A vízgazdálkodás népgazdasági jelentősége. [In: Kádár B.: 1970. Öntöző gazdaságok vetésszerkezetének kialakítása.] Akadémiai Kiadó. Budapest. 8.
- Hare, W. L.*: 2009. Az éghajlat biztonságba jutásáért. [In: A világ helyzete – Úton egy felmelegedő világ felé. A washingtoni Worldwatch Institute jelentése a fenntartható társadalomhoz vezető folyamatról.] 29–49.
- Hegyi, Z.–Pók, I.–Berzy, T.–Pintér, J.–Marton, L. Cs.*: 2008. Comparison of the grain yield and quality potential of maize hybrids in different fao maturity groups. *Acta Agronomica Hungarica*. 56. 2: 161–167.
- Hegyi, Z.–Pók, I.–Szőke, C.–Pintér, J.*: 2007. Chemical quality parameters of maize hybrids in various fao maturity groups as correlated with yield and yield components. *Acta Agronomica Hungarica*. 55. 2: 217–225.
- Hnilická, F.–Hnilická, H.–Holá, D.–Kocová, M.–Rothová, O.*: 2008. The effect of soil drought on gases exchange in the leaves of maize (*Zea mays* L.). *Cereal Res. Commun.* 36: 895–898.
- Hoffmann S.–Berecz K.*: 2009. Az elővetemény, a trágyázás és évjárat hatása a búza és kukorica termésére tartamkísérletben. [In: Harcsa M. V. (szerk.) Növénytermesztési Tudományos Nap. Növénytermesztés: gazdálkodás–klímaváltozás–társadalom.] MTA Agrártudományok Osztálya. Növénytermesztési Bizottság kiadványa. Akadémiai Kiadó. Budapest. 97–101.
- Hoffman, S.–Debreczeni, K.–Hoffman, B.–Berecz, K.*: 2007. Grain yield of wheat and maize as affected by previous crop and seasonal impacts. *Cereal Res. Commun.* 35. 2: 469–72.
- Jambrović, A.–Andrić, L.–Ledencan, T.–Zdunić, Z.*: 2008. Soil and genotype influences on yield and nutritional status of maize hybrid parents. *Cereal Res. Commun.* 36: 1015–1018
- Jolánkai M.–Birkás M.*: 2009. Klímaváltozás és növénytermesztés. V. Növénytermesztési Tudományos Nap. Növénytermesztés: Gazdálkodás – Klímaváltozás – Társadalom. Akadémiai Kiadó. 27–32.
- Keszthelyi S.*: 2005. A 2004. év klimatikus tényezőinek hatása a kukorica fejlődésére, kártevőinek megjelenésére és kártételére. *Gyakorlati Agrofórum Extra*. 10: 3–7.

- Láng I.–Csete L.–Jolánkai M.:* 2007. A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok. A VAHAVA jelentés. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest.
- Pepó P.–Vad A.–Berényi S.:* 2005. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica termésére monokultúrás termesztésben. *Növénytermelés.* 54. 4: 317–326.
- Polyák F.:* 2008. Az öntözés fontossága, szükségessége, gyakorlata. *Agrárágazat.* 9. 5: 74–76.
- Sárvári, M.:* 2005. Impact of nutrient supply, sowing time and plant density on maize yields. *Acta Agronomica Hungarica.* 53. 1: 59–70.
- Sárvári M.–Boros B.:* 2010. A vetésváltás és az NPK tápanyagellátás hatása a kukorica termésére. *Növénytermelés.* 59. 3: 37–52.
- Széll E.–Búza L.-né–Győri Z.:* 2010. Négy különböző talajtípuson végzett kukorica műtrágyázási kísérletek eredményei. *Növénytermelés.* 59. 4: 41–61.

A szerző levelezési címe – Address of the author:

Dr. Dóka Lajos Fülöp
Debreceni Egyetem AGTC MÉK
Növénytudományi Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032

A csicsóka (*Helianthus tuberosus* L.) trágyázása II. – Tápelemfelvétel, tápelemigény

¹IZSÁKI ZOLTÁN–²NÉMETHNÉ KÁDI GABRIELLA

¹Szent István Egyetem Gazdasági Agrár- és Egészségtudományi Kar,

Környezettudományi Intézet, Szarvas

²Syngenta Seeds Kft. Hungary, Mezőtúr

Összefoglalás

Szántóföldi műtrágyázási kísérletben két csicsóka fajtánál (Tápiói korai és Tápiói sima) vizsgáltuk a biomassa felhalmozás és a tápelemfelvétel dinamikáját és határoztuk meg a fajlagos tápelemfelvételt.

A műtrágyázási kísérletet 2002-ben állítottuk be mélyben karbonátos csernozjom réti talajon két fajtával, 13 műtrágyázási kezeléssel, osztott parcellás elrendezésben, négy ismétléssel. A kísérleti terület talajának fontosabb jellemzői: pH(KCl) 5,8, CaCO₃-ot nem tartalmaz, fizikai talajfélesége agyagos vályog, humusztartalma 2,65%, AL-P₂O₅ 121 mg/kg, AL-K₂O 278 mg/kg. A tenyészidő alatt öt alkalommal vettünk mintát és mértük a leveles szár és a gumó friss- és szárazanyagtömegét, vizsgáltuk a növényi részek N-, P-, K-, Na-, Ca-, Mg-, Fe-, Mn-, Zn- és Cu-tartalmát.

A rövid tenyészidejű Tápiói Korai és a hosszú tenyészidejű Tápiói sima csicsóka fajták leveles szárának és gumótermésének szárazanyag-felhalmozás dinamikája jelentősen különbözik. A gumótermés és a leveles szártermés maximális szárazanyag-tömegének aránya a Tápiói korai fajtánál 1:1, míg a Tápiói sima fajtánál 1:4,5.

Legmagasabb a tápelem-koncentráció a leveles szárban a tenyészidő 85. napján, a leveles szár intenzív szárazanyag-felhalmozása előtt, amikor a gumóképződés még nem kezdődött el. Legnagyobb mértékű a leveles szár tápelem-tartalmának csökkenése a gumóképződés időszakában.

A tápelemfelvétel maximumát mindkét fajtánál augusztus második felében tapasztaltuk, a Tápiói korai fajta összes szárazanyag-tömegével (18,49 t/ha) 230 kg N-t, 50 kg P-t, 398 kg K-ot, 146 kg Ca-ot és 50 kg Mg-ot vett fel, a Tápiói sima fajta összes száraz-

anyagtömegébe (23,34 t/ha) 364 kg N, 68 kg P, 673 kg K, 189 kg Ca és 100 kg Mg épült be.

A fajlagos tápelem-felvételben nagy különbség mutatkozik a két fajta között, mivel jelentős az eltérés a gumótermés és a leveles szártermés maximális szárazanyagtömegének arányában. A Tápiói korai fajta fajlagos tápelemfelvétele 10 t gumóterméshez a hozzátartozó leveles szárterméssel együtt: 48 kg N, 10 kg P (23 kg P₂O₅), 83 kg K (100 kg K₂O), 30 kg Ca (42 kg CaO) és 10 kg Mg (17 kg MgO), míg a Tápiói sima fajta fajlagos tápelemfelvétele: 162 kg N, 30 kg P (69 kg P₂O₅), 300 kg K (361 kg K₂O), 84 kg Ca (118 kg CaO) és 45 kg Mg (75 kg MgO).

Kulcsszavak: csicsóka, szárazanyag-felhalmozás, tápelem-koncentráció, tápelem-felvétel

Fertilisation of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) II. – Nutrient uptake, nutrient need

¹Z. IZSÁKI – ²G. NÉMETHNÉ KÁDI

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

²Syngenta Seeds Ltd. Hungary, Mezőtúr

Summary

Two Jerusalem artichoke varieties (Tápió korai and Tápió sima) were tested for biomass accumulation and nutrient uptake dynamics, as well as their specific nutrient uptake in a fertilisation field experiment.

The fertilisation experiment was established in 2002, on deeply calcareous chernozem meadow soil with two cultivars and 13 fertilisation treatments, split-plot design and four replications. Main parameters of the experiment soil: pH(KCl) 5.8, no CaCO₃ content, physical soil type: clayey adobe, humus content: 2.65%, AL-P₂O₅: 121 mg kg⁻¹, AL-K₂O: 278 mg kg⁻¹. Sampling was performed 5 times during the growing season. The fresh and dry matter content of the leafy stem and the tuber were examined, as well as the N, P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn and Cu content of the vegetable parts.

The dry matter accumulation dynamics of the leafy stem and tuber yield of the short growing season Tápió korai and the long growing season Tápió sima Jerusalem

artichoke cultivars greatly differ from each other. The ratio of the maximum dry matter weight of the tuber yield and the leafy stem yield is 1:1 and 1:4.5 in the case of Tápió korai and Tápió sima, respectively.

The highest nutrient concentration was measured in the leafy stem on the 85th day of the growing season, before the intensive dry matter accumulation of the leafy stem when the tuber formation still has not started. The greatest nutrient content decrease of the leafy stem was observed in the tuber formation period.

The highest point of nutrient uptake was observed in the second half of August in the case of both cultivars. The following amounts were incorporated into the dry matter of the Tápió korai cultivar (18.49 t ha⁻¹): 230 kg N, 50 kg P, 398 kg K, 146 kg Ca and 50 kg Mg. Tápió sima (23.34 t ha⁻¹): 364 kg N, 68 kg P, 673 kg K, 189 kg Ca and 100 kg Mg.

There is a large difference between the two cultivars in terms of specific nutrient uptake, as there is a significant difference between the maximum dry matter content of the tuber yield and the leafy stem yield. The specific nutrient uptake related to 10 t tuber yield and its associated leafy stem yield in the case of Tápió korai: 48 kg N, 10 kg P (23 kg P₂O₅), 83 kg K (100 kg K₂O), 30 kg Ca (42 kg CaO) and 10 kg Mg (17 kg MgO). The specific nutrient uptake of Tápió sima: 162 kg N, 30 kg P (69 kg P₂O₅), 300 kg K (361 kg K₂O), 84 kg Ca (118 kg CaO) and 45 kg Mg (75 kg MgO).

Key words: Jerusalem artichoke, dry matter accumulation, nutrient concentration, nutrient uptake

Удобрение топинамбура (*Helianthus tuberosus* L.) II. – Приём питательных элементов, потребность в питательных элементах

¹З. ИЖАКИ–²Г. НЕМЕТНЭ КАДИ

¹Университет им. Св.Иштвана, факультет Экономическо- Аграрный и Науки о
Здоровье, Институт Окружающей Среды, Сарваш

²Syngenta Seeds ООО, Венгрия, Мезётур

Резюме

В пашенном опыте с искусственными удобрениями мы исследовали накопление биомассы и динамику приёма питательных веществ у двух сортов топинамбура

(Тапиои ранний и Тапиои гладкий) и установили удельный приём питательных веществ.

Опыт с искусственным удобрением установили в 2002 году на чернозёмной луговой в глубине карбонатной почве с двумя сортами, с 13 дозами искусственных удобрений, в расположении разделённых парцелл, с четырьмя повторениями. Важнейшие характеристики почвы территории опыта: pH(KCl) 5,8, не содержит CaCO₃, физическая разновидность почвы- глинистый суглинок, содержание гумуса 2,65%, AL-P₂O₅ 121 mg/kg, AL-K₂O 278 mg/kg. За вегетационный период пять раз брали образцы и измерили свежую массу и массу сухого вещества стебля с листьями и клубней, исследовали содержание частями растений N, P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn и Cu.

У сорта топинамбура Тапиои Ранний с коротким вегетационным периодом и у сорта Тапиои гладкий с длинным вегетационным периодом значительно отличается динамика накопления сухого вещества стебля с листьями и урожая клубней. Максимальное соотношение массы сухого вещества урожая клубней и урожая стеблей с листьями у сорта Тапиои Ранний 1:1, а у сорта тапиои Гладкий 1:4,5.

Самая высокая концентрация питательных элементов в стебле с листьями была на 85-ый день вегетационного периода, до интенсивного накопления сухого вещества стеблём с листьями, когда ещё не началось формирование клубней. Самое большое уменьшение содержания питательных элементов стебля с листьями в период образования клубней.

Максимум приёма питательных элементов у обоих сортов обнаружили во второй половине августа, когда сорт Тапиои ранний со всей массой сухого вещества (18,49 t/ha) принял 230 kg N, 50 kg P, 398 kg K, 146 kg Ca и 50 kg Mg, а в массу всего сухого вещества сорта Тапиои гладкий (23,34 t/ha) вошло 364 kg N, 68 kg P, 673 kg K, 189 kg Ca и 100 kg Mg.

В удельном приёме питательных элементов видна большая разница между двумя сортами, поскольку значительное отличие есть в соотношении максимальной массы сухого вещества урожая клубней и урожая стеблей с листьями. Удельный приём питательных веществ сорта Тапиои ранний к 10t урожаю клубней вместе с относящимся к нему урожаем стебля с листьями: 48 kg N, 10 kg P (23 kg P₂O₅), 83 kg K (100 kg K₂O), 30 kg Ca (42 kg CaO) и 10 kg Mg (17 kg MgO), а удельный приём питательных веществ сорта Тапиои гладкий: 162 kg N, 30 kg P (69 kg P₂O₅), 300 kg K (361 kg K₂O), 84 kg Ca (118 kg CaO) и 45 kg Mg (75 kg MgO).

Ключевые слова: топинамбур, накопление сухого вещества, концентрация питательных элементов, приём питательных элементов

Bevezetés

A csicsóka tápelemfelvételének és tápelemigényének vizsgálata mind nemzetközi, mind hazai vonatkozásban kevésbé tanulmányozott területe a csicsóka trágyázásának. *Molnár* (1987) francia kutatási eredményekre hivatkozva a csicsóka fajlagos tápelemigényét 10 tonna gumóterméshez a hozzá tartozó leveles szárterméssel együtt N-ből 31,6 kg, P-ből 12,8 kg és K-ből 74,6 kg értékben adja meg, míg *Angeli et al.* (2000) ugyanezen makro elemekre 44–13–85 kg fajlagos tápelemigényt közölnek. A csicsóka fajlagos tápelemfelvételében azonban még jelentősebb eltérések lehetnek, mert különbség van az egyes fajták és klónok között a leveles szártermésben, a gumó-termőképességben és a növényi részek tápelem-koncentrációjában még azonos termőhelyi feltételek esetében is. *Seiler és Campbell* (2004, 2006) kilenc vadon termő csicsóka populáció leveles szártermésének tápelemtartalmát vizsgálták virágzáskor. Megállapították, hogy szignifikáns genetikai variabilitás mutatható ki a vad populációk leveles szárának N-, P-, K-, Ca- és Mg-koncentrációjában. Ezzel megegyező eredményeket tapasztaltak tíz csicsóka fajta leveles szára tápelem-koncentrációjának vizsgálatakor is. A kísérletbe vont fajták földfeletti hajtásának tápelem-koncentrációja a következő értéktartományban változott: 0,80–1,78% N; 0,10–0,25% P; 0,78–2,97% K; 1,08–3,23% Ca és 0,17–0,26% Mg. A genetikai variabilitás a csicsóka gumó tápelem-koncentrációjában is kimutatható mind a vadon termő populációk, mind a fajták vonatkozásában. A növényi részek tápelemtartalmának nagy genetikai variabilitása alkalmas a csicsóka fajták, klónok eredetének osztályozására (*Danilcenko et al.* 2011, *Terzic et al.* 2011). Az utóbbi évek fontosabb forrásmunkái (*Cieslik* 1998, *Tamas et al.* 2009, *Terzic és Atlagic* 2009, *Danilcenko et al.* 2011, *Ma et al.* 2011, *Harmankaya et al.* 2012) szerint a csicsóka gumó tápelem-tartalma szárazanyagra vonatkoztatva az alábbi értékhatárok között változik: 1,00–1,70% N; 0,15–0,48% P; 0,92–2,62% K; 0,13–1,48% Ca; 0,06–0,24% Mg; 0,02–0,04% Na; 16–150 mg/kg Fe; 40–100 mg/kg Mn; 11–35 mg/kg Zn; 2,0–9,0 mg/kg Cu és 9–13 mg/kg B. A tápelemek felhalmozódása, azok koncentrációja és megoszlása az egyes növényi részekben (szár, levél, sztoló, gumó) a tenyészidő alatt jelentősen változik. Különösen csökken a leveles szár tápelemtartalma a gumóképződés folyamán (*Németh és Izsáki* 2006, *Rodrigues et al.* 2007, *Somda et al.* 2008). A csicsóka fajták termőképességében, a leveles szár- és gumótermés arányában is nagy különbség lehet a fajták között (*Izsáki és Németh* 2013). Fentieket figyelembe véve a csi-

csóka tápelemigényét nem lehet a fajtától vagy fajta csoporttól függetlenül meghatározni és egy általánosan használatos fajlagos tápelemfelvételi értékkel jellemezni.

Korábbi közleményünkben (Izsáki és Németh 2013) ismertettük a tápanyagellátás hatását két csicsókafajta biomassa felhalmozásának dinamikájára és termés hozamára. Jelen dolgozat célja, hogy részletes adatokat közöljünk a vizsgált két csicsókafajta (Tápiói korai, Tápiói sima) tenyészidő alatti tápelemfelvételére, annak dinamikájára és fajlagos tápelemigényére.

Anyag és módszer

A csicsóka műtrágyázási kísérletet a Növénytermesztéstan Tanszék Kísérleti Telepén Szarvason állítottuk be 2002-ben. A kísérleti terület mélyben karbonátos csernozjom réti talajának néhány fontosabb jellemzője: a humuszos réteg vastagsága 85–100 cm, a művelt réteg pH(KCl)-ja 5,8, humusztartalma 2,65%, CaCO₃-ot nem tartalmaz, kötöttsége (K_A) 46, fizikai talajfélesége agyagos vályog. A talajvíz átlagos mélysége 300–350 cm.

A kísérlet beállítása előtt 2001 őszén végzett vizsgálatok szerint a talaj tápelemtartalma a következő volt a művelt rétegben: AL-P₂O₅: 121, AL-K₂O: 278, AL-Na: 119, KCl-Mg: 955, EDTA-Mn: 250, EDTA-Cu: 6,8 és EDTA-Zn: 2,6 mg/kg. A MÉM NAK (1978, 1979) által elfogadott módszerek és határértékek alapján a talaj P-ellátottsága közepes, K-, Cu- és Zn-ellátottsága jó, míg Na-, Mg- és Mn-ellátottsága magas.

A kísérletet két tényezővel, osztott parcellás elrendezésben, négy ismétlésben állítottuk be. „A”-tényezőként két csicsókafajta szerepelt: Tápiói korai (rövid tenyészidejű), Tápiói sima (hosszú tenyészidejű). „B”-tényezőként a műtrágyázást alkalmaztuk 13 kezeléssel, az 1. táblázat szerint közölt műtrágya adagokkal. A nagy adagú P- és K-trágyázás célja az volt, hogy három hasznosítási évre adjuk ki a foszfort és a káliumot, valamint jól elkülönülő ellátottsági szinteket alakítsunk ki a talajban. A nitrogént ammónium-nitrát (34% N) formában tavasszal, a foszfort szuperfoszfát (18% P₂O₅) és a káliumot kálisó (40% K₂O) formájában ősszel adtuk ki. Az elővetemény tavaszi árpa volt.

A csicsókát 75 cm-es sortávolságra és 60 cm-es tőtávolságra ültettük, parcellánként 72 db, még hektáronként 22 222 db tőszámmal, 2002 március 20-án. Az alparcellák területe 32,4 m² (4,5×7,2 m) volt.

1. táblázat. A kísérletben alkalmazott trágyázási kezelések

Kezelés jele (1)	Alkalmazott műtrágya hatóanyag (kg/ha)		
	(2)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Kontroll (3)	-	-	-
N ₁	100	-	-
N ₂	200	-	-
N ₃	300	-	-
N ₁ P ₁	100	100	-
N ₁ P ₁ K ₁	100	100	300
N ₁ P ₂	100	500	-
N ₁ K ₂	100	-	600
N ₁ P ₂ K ₂	100	500	600
N ₂ P ₃	200	1000	-
N ₂ K ₃	200	-	1200
N ₂ P ₃ K ₃	200	1000	1200
N ₃ P ₃ K ₃	300	1000	1200

Table 1. Fertilisation treatments used in the experiment. (1) Treatment, (2) Applied fertiliser active ingredient (kg ha⁻¹), (3) Control.

A tápelemfelvétel vizsgálatához a leveles szárát a Tápiói fajta esetében négy, a Tápiói sima esetében öt alkalommal mintáztuk, a gumót a Tápiói korai fajtánál két, a Tápiói sima fajtánál három időpontban, figyelemmel a gumóképződésre. A mintavételi időpontok az ültetést követő 85. (06. 12.), 115. (07. 12.), 155. (08. 21.), 195. (09. 30.) és 225. (10. 30.) napon voltak. Egy-egy mintavétel alkalmával 6–6 tövet takarítottunk be (2,7 m²), a parcellákat fokozatosan fagyasztva. Az utolsó betakarítási időpontban a parcellák teljes területén (24,3 és 21,6 m²) végeztük a mintavételezést, parcellánként 10–10 tövet mintázva. A leveles szár vizsgálatához tövenként egy-egy főhajtás a mellékajtásokkal együtt képezte a mintát. A gumó vizsgálatához tövenként 5–5 gumót választottunk ki, azokat a talajszennyeződéstől megtisztítottuk, megmostuk, lepésítettük és a vizsgálatokig fagyasztottuk. A tápelem vizsgálatokhoz kezelésenként az ismétlések mintáiból képeztünk egy-egy átlagmintát. Így a trágyázási kezelések tápelem-koncentrációra gyakorolt hatását matematika-statisz-

tikai módszerrel nem értékelhettük. Ennek megfelelően a leveles szár és a gumó tápelem-koncentráció értékeit a trágyázási kezelések átlagában közöljük.

A leveles szár és a gumó mintákat a következő tápelemekre vizsgáltuk: N, P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn és Cu. A N, P és K meghatározására a minták kén-savas, majd hidrogénperoxidos roncsolása után a N és P vonatkozásában fotometrián, a Na és K esetében lángfotométerrel történt. A Ca, Mg, Fe, Mn, Zn és Cu tartalmat sósavas ($2 \text{ mol/dm}^3 \text{ KCl}$) hidrolízis után atomabszorpciós (AAS) készülékkel határoztuk meg. A tápelem-koncentráció értékek száraz-anyagra vonatkoznak és azokat a trágyázási kezelések átlagában közöljük.

A kísérleti hely időjárási adatait a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat. A kísérleti hely időjárási adatai
(Szarvas, 1901–1975, 2001–2002)

Hónap (1)	Havi és évi csapadékösszeg (mm)			Havi és évi középhőmérséklet (°C)		
	(2)			(3)		
	1901–1975	2001	2002	1901–1975	2001	2002
I.	30	48	6	-2,0	1,5	-0,6
II.	32	5	28	0,0	2,9	4,9
III.	31	65	6	5,3	8,2	7,7
IV.	44	57	19	11,0	10,8	11,4
V.	59	16	56	16,5	18,1	19,4
VI.	68	132	49	19,8	18,5	21,7
VII.	51	79	118	21,9	22,4	23,8
VIII.	52	54	61	21,1	22,7	21,5
IX.	39	78	50	16,8	15,0	15,8
X.	43	9	26	11,1	13,5	10,7
XI.	49	39	25	5,2	2,6	7,6
XII.	40	30	45	0,5	-5,2	-1,2
Évi (4)	538	612	489	10,6	11,8	11,4
Téli félév (X–III.) (5)	225	190	118	3,4	6,2	3,9
Nyári félév (IV–IX.) (6)	313	416	353	17,9	17,9	18,9

Table 2. Weather data of the experiment site (Szarvas, 1901–1975, 2001–2002). (1) Month, (2) Monthly and yearly precipitation sum (mm), (3) Monthly and yearly mean temperature (°C), (4) Yearly, (5) Winter period (X–III), (6) Summer period (IV–IX).

A tenyészidőszak vízellátottsága a sokévi átlagnak megfelelően alakult, de a csapadék eloszlásában mutatkozó különbségek már eltérően befolyásolták a két fajta gumóképződését és fajlagos tápelemfelvételét. A júliusban lehullott 118 mm csapadék kedvezően hatott a Tápiói korai fajta augusztusi intenzív gumóképződésére és a Tápiói sima fajta leveles szártömegére. A Tápiói sima fajta gumóképződésének időszakában (augusztus-október) a csapadék mennyisége a sokévi átlagnak megfelelő volt, de ez nem elégítette ki a gumóképződés víz-igényét. A havi középhőmérsékleti értékek szerint a tenyészidőszak első fele a sokévi átlagnál melegebb, míg a második fele kissé hűvösebb volt.

Kísérleti eredmények

Biomassza felhalmozódás

A csicsóka egyes növényi részeinek tenyészidő alatti tápelem-koncentráció változása, valamint a felvett tápelemek mennyisége a biomassza felhalmozásnak is függvénye. A két csicsókafajta leveles szár- és gumótermése friss- és szárazanyagtömegének tenyészidő alatti felhalmozódása a 3. táblázat alapján tekinthető át.

A csicsóka leveles szárának és gumójának szárazanyagtartalma a tenyészidő előre haladtával fokozatosan növekedett. A Tápiói korai fajta leveles szárának szárazanyagtartalma a tenyészidő 85. és 195. napja között az egyes mintavételi időpontokban 8-18-33-38% volt, a gumó szárazanyagtartalma a 155. és 195. napon 17,6 illetve 21,9%-ot ért el. A Tápiói sima fajta leveles szárának szárazanyagtartalma a tenyészidő 85. és 225. napja között 8-18-34-36-31% volt, a gumóé a három mintavételi időpontban 16,8-18,8-22,5%-os szinten alakult.

A Tápiói korai (rövid tenyészidejű) fajta friss- és szárazanyagtömegének maximumát a tenyészidő 155. napján érte el. Ebben az időpontban az összes szárazanyagnak (18,49 t/ha) 59%-át a leveles szár, 41%-át a gumótermés tette ki, mely arány a betakarításra a gumótermés javára módosult (79:21%). A Tápiói korai fajta száraz biomassza tömegének felhalmozás-dinamikája a tenyészidő 85-115-155-195. napján a következő képen alakult: 9-27-100-73%.

A Tápiói sima (hosszú tenyészidejű) fajta friss- és szárazanyagtömegének maximumát ugyancsak a tenyészidő 155. napján érte el. Ebben az időpontban az összes szárazanyagtömegnek 98%-át a leveles szár tette ki és a gumóter-

més részesedése csak 2% volt. Betakarításra a leveles szár és a gumótermés aránya 68:32%-ra módosult. E fajta összes szárazanyagtömegének felhalmozásdinamikája a tenyészidő 85-115-155-195-225. napján az alábbiak szerint alakult: 7-21-100-79-67%.

3. táblázat. A Tápiói korai és a Tápiói sima csicsóka fajták biomassza tömege a tenyészidő alatt a trágyázási kezelések átlagában (t/ha) (Szarvas, 2002)

Növényi rész (1)	Tenyészidő napja (2)				
	85.	115.	155.	195.	225.
Tápiói korai (3)					
Frisstömeg (t/ha) (8)					
Leveles szár (5)	20,01	27,86	33,34	7,49	-
Gumó (6)	-	-	42,46	48,23	-
Összes (7)	20,01	27,86	75,80	55,72	-
Száranyagtömeg (t/ha) (9)					
Leveles szár (5)	1,60	5,00	10,97	2,84	-
Gumó (6)	-	-	7,52	10,58	-
Összes (7)	1,60	5,00	18,49	13,42	-
Tápiói sima (4)					
Frisstömeg (t/ha) (8)					
Leveles szár (5)	20,03	27,12	68,12	45,91	34,15
Gumó (6)	-	-	2,50	8,59	22,40
Összes (7)	20,03	27,12	70,62	54,50	56,55
Száranyagtömeg (t/ha) (9)					
Leveles szár (5)	1,60	4,83	22,92	16,72	10,63
Gumó (6)	-	-	0,42	1,62	5,06
Összes (7)	1,60	4,83	23,34	18,34	15,69

Table 3. The biomass weight of Tápió korai and Tápió sima Jerusalem artichoke cultivars during the growing season averaged over the fertilisation treatments (t ha⁻¹) (Szarvas, 2002). (1) Vegetable part, (2) Day of the growing season, (3) Tápió korai, (4) Tápió sima, (5) Leafy stem, (6) Tuber, (7) Total, (8) Fresh weight (t ha⁻¹), (9) Dry matter weight (t ha⁻¹).

A két eltérő tenyészidejű fajtát összehasonlítva megállapítható, hogy jelentős a különbség a leveles szártermés és a gumótermés felhalmozás-dinamikájában és a termésösszetevők tömegének arányában.

Tápelem-koncentráció

A Tápiói korai csicsókafajta leveles szárának és gumójának tápelem-koncentráció értékeit a 4. és 5. táblázat tartalmazza.

4. táblázat. A Tápiói korai csicsókafajta leveles szárának tápelemtartalma a tenyészidő alatt
(Szarvas, 2002)

Tápelem (1)	Mértékegység (2)	Tenyészidő napja (3)			
		85.	115.	155.	195.
N	%	2,99	2,42	1,09	0,37
P	%	0,36	0,30	0,20	0,15
K	%	4,96	3,33	1,91	1,27
Na	%	0,06	0,05	0,06	0,06
Ca	%	1,27	1,18	1,24	1,57
Mg	%	0,60	0,59	0,37	0,29
Cu	mg/kg	9	8	6	5
Zn	mg/kg	31	27	24	21
Mn	mg/kg	48	45	37	33
Fe	mg/kg	286	275	120	116

Table 4. Nutrient content of the leafy stem of the Tápió korai Jerusalem artichoke cultivar during the growing season (Szarvas, 2002). (1) Nutrient, (2) Measurement unit, (3) Day of the growing season.

A tenyészidő 85. napján (06. 12.), amikor a csicsóka összes szárazanyag-tömegének 9%-a alakult ki és a gumóképződés még nem kezdődött el, a leveles szár tápelem-koncentrációja a legmagasabb volt a Ca kivételével. A tenyészidő következő 30 napjában megkezdődött a földfeletti hajtásrendszer intenzív növekedése, amit elsősorban a N-, a P- és a K-koncentráció hígulása kísért. A tápelem-koncentráció csökkenés a N-nél 20, a P-nál 17 és a K-nál 33%-os volt.

A többi tápelem esetében csak mérsékelt hígulás volt kimutatható. Július második dekádjától (115. nap) kezdődött el a Tápiói korai csicsókafajta gumóképződése és az ezt követő 40 napban (115. és 155. napok között) volt a legintenzívebb leveles szár és gumóképződés, amikor az összes szárazanyag-nak 73%-a halmozódott fel. E növekedési periódusban tapasztaltuk a legnagyobb mértékű tápelem-koncentráció csökkenést. A kiindulási koncentrációhoz képest (85. nap) a N-nek 36, a P-nak 56, a K-nak 39, a Mg-nak 62, a Cu-nak 66, a Zn-nek és Mn-nak 77, valamint a Fe-nak 42%-a volt kimutatható a leveles szárban. A Na-koncentráció a tenyészidő alatt érdemben nem változott, míg a Ca-koncentráció a tenyészidő végén volt a legnagyobb. Augusztus végétől megkezdődött a leveles szár leszáradása, ami a betakarításig további tápelem-koncentráció csökkenéssel párosult (4. táblázat).

A Tápiói korai fajta gumótermését a tenyészidő 155. és 195. napján vizsgáltuk. A gumó N-tartalma betakarításkor volt a legmagasabb (1,66%), a P-tartalom nem változott (0,37%), míg a K-tartalom jelentősen csökkent (2,09%). A gumó Ca- és Mg-tartalma a többi makroelemhez képest igen alacsony (0,09–0,14%) volt. A gumó mikroelem koncentrációja a betakarításig csökkent, kivéve a Fe-tartalmat, mely növekedett (5. táblázat).

A Tápiói sima csicsókafajta leveles szárának tápelem-koncentráció adatait a 6. táblázat tartalmazza.

A tenyészidő 85. napján (06. 12.) mindkét csicsókafajta leveles szárának szárazanyagtömege azonos (1,60 t/ha) volt. Ugyanakkor a Tápiói sima fajta N-, P-, K- és Ca-tartalma jelentősen elmaradt a Tápiói korai fajtáétól. A vegetációs periódus 85. napjáig az összes szárazanyag-nak 7, a 115. napjáig 21%-a halmozódott fel és a leveles szár tápelem-koncentrációjában jelentős változás nem volt kimutatható a Tápiói sima fajtánál. A legnagyobb mértékű szárazanyag-beépülés a 115. és 155. napok között volt, amikor e 40 nap alatt az összes szárazanyagtömegnek 79%-a halmozódott fel és már jelentősebb tápelem-koncentráció hígulás mutatkozott. Ez a N-nél 26%, a K-nál 12%, a Ca-nál 11% és a Mg-nál 28%-os volt. A Tápiói sima fajta gumóképződése csak augusztus második felében kezdődött el és a tenyészidő 155. napján a gumótermés az összes szárazanyag-nak 2%-át tette ki. A 155. és 225. napok közé esett az intenzív a gumóképződés, és megkezdődött a tápelemek transzlokációja a gumóba, valamint a leveles szár leszáradása, összeomlása. E folyamatot a leveles szár jelentős tápelem-koncentráció csökkenése kísérte. Így betakarításra (225. nap) a N-nek 23%, a P-nak 37%, K-nak 36%, a Ca-nak 70%, a Mg-nak 75%, a Mn-nak

66% és a Fe-nak 72%-a volt kimutatható a kiindulási tápelem-koncentráció értékhez képest (85. nap).

A Tápiói sima csicsókafajta gumója tápelemtartalmának tenyészidő alatti változása az 5. táblázat alapján tekinthető át.

5. táblázat. A Tápiói korai és a Tápiói sima csicsóka fajták gumójának tápelemtartalma a tenyészidő alatt (Szarvas, 2002)

Tápelem (1)	Mértékegység (2)	Tápiói korai (3)		Tápiói sima (4)		
		Tenyészidő napja (5)				
		155.	195.	155.	195.	225.
N	%	1,47	1,66	2,20	2,05	1,91
P	%	0,37	0,37	0,49	0,44	0,39
K	%	2,50	2,09	3,03	2,63	2,03
Na	%	0,03	0,05	0,02	0,03	0,06
Ca	%	0,14	0,10	0,19	0,12	0,10
Mg	%	0,12	0,09	0,15	0,11	0,08
Cu	mg/kg	14	11	17	14	10
Zn	mg/kg	25	17	33	24	20
Mn	mg/kg	35	26	14	13	7
Fe	mg/kg	578	836	300	355	110

Table 5. Nutrient content of the tuber of the Tápió korai and Tápió sima Jerusalem artichoke cultivars during the growing season (Szarvas, 2002). (1) Nutrient, (2) Measurement unit, (3) Tápió korai, (4) Tápió sima, (5) Day of the growing season.

A tenyészidő 155. napján, a gumóképződés kezdetén volt a legmagasabb a gumó tápelem-koncentrációja a Na és a Fe kivételével. Betakarításra (225. nap) a tápelemtartalom csökkent, a N 13%, a P 20% és a K 33%-kal. A Ca, a Mg, a Cu, a Zn és a Mn mintegy 40–50%-kal volt kevesebb, mint a gumóképződés kezdetén. Legnagyobb mértékben a gumó Fe-koncentrációja csökkent közel 2/3-dal, míg a Na-tartalom növekedett. Összehasonlítva a két fajta gumójának betakarításkori tápelemtartalmát megállapítható, hogy a Tápiói sima fajta N-tartalma nagyobb, míg a Mn- és Fe-koncentrációja kisebb, mint a Tápiói korai fajtáé. A többi tápelem vonatkozásában jelentős különbség nem mutatkozott.

6. táblázat. A Tápiói sima csicsókafajta leveles szárának tápelemtartalma a tenyészidő alatt (Szarvas, 2002)

Tápelem (1)	Mértékegység (2)	Tenyészidő napja (3)				
		85.	115.	155.	195.	225.
N	%	2,10	1,90	1,55	0,74	0,48
P	%	0,27	0,27	0,29	0,16	0,10
K	%	3,26	3,39	2,88	1,34	1,18
Na	%	0,05	0,07	0,06	0,07	0,06
Ca	%	0,92	0,94	0,82	0,63	0,64
Mg	%	0,60	0,68	0,43	0,43	0,45
Cu	mg/kg	8	8	7	6	7
Zn	mg/kg	29	27	30	23	26
Mn	mg/kg	35	36	30	22	23
Fe	mg/kg	149	182	120	96	107

Table 6. Nutrient content of the leafy stem of the Tápiói sima Jerusalem artichoke cultivar during the growing season (Szarvas, 2002). (1) Nutrient, (2) Measurement unit, (3) Day of the growing season.

Tápelemfelvétel

A Tápiói korai csicsókafajta tápelemfelvételi adatait a 7. táblázat tartalmazza.

A leveles szár legintenzívebb tápelem-felhalmozási periódusa a N, P, K, Mg, Cu és a Fe esetében a tenyészidő 85. és 115. napja közé esett. A leveles szárba épült tápelemek mennyiségének maximumát a 155. napon mértük. A gumó legdinamikusabb tápelem-felhalmozási időszaka a vegetációs időszak 115. és 155. napja között volt. Ezt követően a tápelem-beépülés a gumóba mérséklődött. Az egész növény (leveles szár+gumó) tápelem-felvételének maximuma a 155. napra esett. A fajlagos tápelemfelvétel számításához ezeket az értékeket vettük figyelembe, mert a termésképzéshez ez a tápelem mennyiség kellett.

A Tápiói korai csicsókafajta fajlagos tápelem-felvételének adatait a 8. táblázat tartalmazza. A maximálisan felvett tápelem mennyiség és a betakarításkori gumótermés alapján számított fajlagos tápelemfelvétel 10 t gumóterméshez a hozzátartozó leveles szárterméssel együtt: 48 kg N, 10 kg P, 83 kg K, 30 kg Ca és 10 kg Mg.

7. táblázat. A Tápíói korai csicsókafajtja tápelemfelvétele a tenyészidő alatt (kg/ha) (Szarvas, 2002)

Tápelem (1)	Tenyészidő napja (2)											
	85.	115.	155.	195.	85.	115.	155.	195.	85.	115.	155.	195.
	Leveles szár (3)				Gumó (4)				Leveles szár+gumó (5)			
N	48	121	120	28	-	-	110	176	48	121	230	204
P	6	15	22	4	-	-	28	39	6	15	50	43
K	79	166	210	36	-	-	188	221	79	166	398	257
Na	1	3	7	2	-	-	2	5	1	3	9	7
Ca	20	59	136	45	-	-	10	11	20	59	146	56
Mg	10	30	41	8	-	-	9	10	10	30	50	18
Cu	0,01	0,04	0,07	0,01	-	-	0,10	0,12	0,01	0,04	0,17	0,13
Zn	0,05	0,14	0,26	0,06	-	-	0,19	0,18	0,05	0,14	0,45	0,24
Mn	0,08	0,23	0,41	0,09	-	-	0,26	0,28	0,08	0,23	0,67	0,37
Fe	0,46	1,37	1,32	0,33	-	-	4,35	8,84	0,46	1,37	5,67	9,17

Table 7. Nutrient uptake of the Tápíói korai Jerusalem artichoke cultivar during the growing season (kg ha⁻¹) (Szarvas, 2002). (1) Nutrient, (2) Day of the growing season, (3) Leafy stem, (4) Tuber, (5) Leafy stem+tuber.

8. táblázat. A Tápíói korai és a Tápíói sima csicsóka fajták fajlagos tápelemfelvétele (kg/10 t gumótermés+a hozzá tartozó leveles szár) (Szarvas, 2002)

Tápelem (1)	Mértékegység (2)	Tápíói korai (3)	Tápíói sima (4)
N	kg/10 t	48	162
P	kg/10 t	10	30
K	kg/10 t	83	300
Na	kg/10 t	2	6
Ca	kg/10 t	30	84
Mg	kg/10 t	10	45
Cu	g/10 t	35	76
Zn	g/10 t	93	31
Mn	g/10 t	139	31
Fe	g/10 t	1175	1285

Table 8. Specific nutrient uptake of Tápíói korai and Tápíói sima Jerusalem artichoke cultivartse (kg per 10 t tuber yield + the associated leafy stem yield) (Szarvas, 2002). (1) Nutrient, (2) Measurement unit, (3) Tápíói korai, (4) Tápíói sima.

A Tápíói sima csicsókafajta tenyészidő alatti tápelem-felvételéről a 9. táblázat tájékoztat.

A leveles szár szárazanyag- és tápelem-felhalmozásának legintenzívebb szakasza a tenyészidő 115. és 155. napja közé esett. E periódus végén a leveles szár szárazanyagtömege kerekén 23 t volt, a tápelemfelvétel elérte maximumát és beépült 355 kg N, 66 kg P, 660 kg K, 188 kg Ca és 99 kg Mg. E hosszabb tenyészidejű fajtánál a gumóképződés csak későn, augusztus második felében kezdődött el és októberben volt a legnagyobb mértékű tápelem-felhalmozódás a gumótermésbe. Az egész növény (leveles szár+gumó) tápelem-felvételének maximumát a tenyészidő 155. napján regisztráltuk, ami közel azonos volt a leveles szárba beépült tápanyag mennyiségével, mivel a gumóképződés ekkor még csak a kezdeti fázisban volt. A tenyészidő végén (225. nap) a növény által maximálisan felvett tápanyagnak N-ből 40%, P-ből 45%, K-ből 34%, Ca-ból 39% és Mg-ből 52%-a volt kimutatható.

A fajlagos tápelemfelvétel számításához a maximálisan felvett tápelem mennyiségét és a betakarításkori gumótermést (22,4 t/ha) vettük figyelembe.

9. táblázat. A Tápiói sima csicsóka fajta tápelemfelvétele a tenyészidő alatt (kg/ha) (Szarvas, 2002)

Tápelem	Tenyészidő napja														
	(2)														
(1)	85.	115.	155.	195.	225.	85.	115.	155.	195.	225.	85.	115.	155.	195.	225.
	Leveles szár (3)					Gumó (4)					Leveles szár+gumó (5)				
N	34	92	355	124	51	-	-	9	33	97	34	92	364	157	148
P	4	13	66	27	11	-	-	2	7	20	4	13	68	34	31
K	52	164	660	224	125	-	-	13	43	103	52	164	673	267	228
Na	1	3	14	12	6	-	-	0,08	1	3	1	3	14	13	9
Ca	15	45	188	105	68	-	-	0,79	2	3	15	45	189	107	73
Mg	10	33	99	72	48	-	-	0,63	2	4	10	33	100	74	52
Cu	0,01	0,04	0,16	0,10	0,07	-	-	0,01	0,02	0,05	0,01	0,04	0,17	0,12	0,12
Zn	0,05	0,13	0,69	0,38	0,28	-	-	0,01	0,04	0,10	0,05	0,13	0,70	0,42	0,38
Mn	0,06	0,17	0,69	0,37	0,24	-	-	0,01	0,02	0,04	0,06	0,17	0,70	0,39	0,28
Fe	0,24	0,88	2,75	1,60	0,14	-	-	0,13	0,58	0,56	0,24	0,88	2,88	2,18	1,70

Table 9. Nutrient uptake of the Tápiói sima Jerusalem artichoke cultivar during the growing season (kg ha⁻¹) (Szarvas, 2002). (1) Nutrient, (2) Day of the growing season, (3) Leafy stem, (4) Tuber, (5) Leafy stem+tuber.

A Tápiói sima csicsókafajta fajlagos tápelemfelvétele 10 t gumóterméshez a hozzátartozó leveles szárterméssel együtt: 162 kg N, 30 kg P, 300 kg K, 84 kg Ca és 45 kg Mg. Összehasonlítva a két csicsókafajta fajlagos tápelemfelvételét kitűnik, hogy a Tápiói sima fajta fajlagos tápelemfelvétele mintegy háromszorosa a Tápiói korai fajtáénak (8. táblázat). Ez azzal magyarázható, hogy a Tápiói sima fajta leveles szártermése duplája, míg gumótermése fele a Tápiói korai fajtáénak. Vagyis jelentős a különbség a gumótermés és a leveles szártermés maximális szárazanyag-tömegének arányában, ami a Tápiói korai fajtánál 1:1, míg a Tápiói sima fajtánál 1:4,5.

Következtetések

A rövid tenyészidejű Tápiói Korai és a hosszú tenyészidejű Tápiói sima csicsóka fajták leveles szárának és gumótermésének szárazanyag-felhalmozás dinamikája jelentősen különbözik. A gumótermés és a leveles szártermés maximális szárazanyag-tömegének aránya a Tápiói korai fajtánál 1:1, míg a Tápiói sima fajtánál 1:4,5.

Legmagasabb a tápelem-koncentráció a leveles szárban a tenyészidő 85. napján, a leveles szár intenzív szárazanyag-felhalmozása előtt, amikor a gumóképződés még nem kezdődött el. Legnagyobb mértékű a leveles szár tápelem-tartalmának csökkenése a gumóképződés időszakában.

A tápelemfelvétel maximumát mindkét fajtánál augusztus második felében tapasztaltuk. A Tápiói korai fajta összes szárazanyag-tömegével (18,49 t/ha) 230 kg N-t, 50 kg P-t, 398 kg K-ot, 146 kg Ca-ot és 50 kg Mg-ot vett fel, míg a Tápiói sima fajta összes szárazanyag-tömegébe (23,34 t/ha) 364 kg N, 68 kg P, 673 kg K, 189 kg Ca és 100 kg Mg épült be.

A fajlagos tápelem-felvételben nagy különbség mutatkozik a két fajta között, mivel jelentős az eltérés a gumótermés és a leveles szártermés maximális szárazanyag-tömegének arányában. A Tápiói korai fajta fajlagos tápelemfelvétele 10 t gumóterméshez a hozzátartozó leveles szárterméssel együtt: 48 kg N, 10 kg P (23 kg P_2O_5), 83 kg K (100 kg K_2O), 30 kg Ca (42 kg CaO) és 10 kg Mg (17 kg MgO), míg a Tápiói sima fajta fajlagos tápelemfelvétele: 162 kg N, 30 kg P (69 kg P_2O_5), 300 kg K (361 kg K_2O), 84 kg Ca (118 kg CaO) és 45 kg Mg (75 kg MgO).

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a Széchenyi NKFP 3/012, 2001-2004. támogatásával valósult meg.

IRODALOM

- Angeli I.–Barta J.–Molnár L.*: 2000. A gyógyító csicsóka. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Cieslik, E.*: 1998. Mineral content of Jerusalem artichoke new tubers. *Zeszyty. Nauk. AR Krak.* 342. 10: 23–30.
- Danilcenko, H.–Jariene, E.–Gajewski, M.–Cerniauskiene, J.–Kulaitiene, J.–Sawicka, B.–Aleknaviciene, P.*: 2011. Accumulation of elements in some organically grown alternative horticultural crops in Lithuania. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus.* 10. 2: 23–31.
- Harmankaya, M.–Juhaimi, F. A.–Özcan, M. M.*: 2012. Mineral contents of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) growing wild in Turkey. *Analytical Letters.* 45. 15: 2269–2275.
- Izsáki Z.–Némethné Kádi G.*: 2013. A csicsóka (*Helianthus tuberosus* L.) trágyázása. I. A tápanyagellátás hatása a biomassza felhalmozás dinamikájára és a termés-hozamra. *Növénytermelés.* 62. 2: 29–50.
- Ma, X. Y.–Zhang, L. H.–Shao, H. B.–Xu, G.–Zhang, F.–Ni, F.T.–Brestic, M.*: 2011. Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.), a medical salt-resistant plant has high adaptability and multiple-use values. *Journal of Medical Plants Research.* 5. 8: 1272–1279.
- MÉM NAK*: 1978. A TVG tápanyagvizsgáló laboratórium módszerkönyve. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiái Központ. Budapest.
- MÉM NAK*: 1979. Műtrágyázási irányelvek és üzemi módszer. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiái Központ. Budapest.
- Molnár L.*: 1987. A csicsóka termesztése és hasznosítása. Hosszúhegyi Mezőgazdasági Kombinát. Sükösd.
- Németh G.–Izsáki Z.*: 2006. Macro- and micro-element content and uptake of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). *Cereal Res. Commun.* 34. 1: 597–600.
- Rodrigues, M. A.–Sousa, L.–Cabanias, J. E.–Arrobas, M.*: 2007. Tuber yield and leaf mineral composition of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) grown under different cropping practices. *Spanish Journal of Agricultural Research.* 5. 4: 545–553.
- Seiler, G. J.–Campbell, L. G.*: 2004. Genetic variability for mineral element concentrations of wild Jerusalem artichoke forage. *Crop Science.* 44: 289–292.
- Seiler, G. J.–Campbell, L. G.*: 2006. Genetic variability for mineral concentration in the forage of Jerusalem artichoke cultivars. *Euphytica.* 150: 281–288.

- Somda, Z. C.-McLaurin, Z. C.-Kays, S.J.*: 2008. Jerusalem artichoke growth, development, and field storage. II. Carbon and nutrient element allocation and redistribution. *Journal of Plant Nutrition*. 22. 8: 1315-1334.
- Tamas, V.-Belala, D.-Ionescu, F.-Popescu, M.-Neagu, M.*: 2009. Research for obtaining from affordable natural mineral sources, agreed to replace some synthetic animal feed additives. *Lucrari Stiintifice, Seria Agronomie*. 52: 75-79.
- Terzic, S.-Atlagic, J.*: 2009. Nitrogen and sugar content variability in tubers of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). *Genetika*. 41. 3: 289-295.
- Terzic, S.-Zoric, M.-Atlagic, J.-Maksimovic, I.-Zeremski, T.-Dedic, B.*: 2011. Classification of Jerusalem artichoke accessions by linear discriminant analysis of mineral concentration in tubers and leaves. *Helia*. 34. 55: 83-90.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Dr. Izsáki Zoltán
Szent István Egyetem
Gazdasági, Agrár- és Egészségtudományi Kar
Környezettudományi Intézet
Szarvas
Szabadság út 1-3.
H-5540

Némethné Kádi Gabriella
Syngenta Seeds Kft.
Mezőtúr
Ipari Park
H-5400

A trágyázás, a genotípus és az évjárat őszi búza (*Triticum aestivum* L.) sütőipari tulajdonságaira gyakorolt hatásának parametrizálása

PEPÓ PÉTER-SZABÓ ÉVA

Debreceni Egyetem AGTC MÉK Növénytudományi Intézet, Debrecen

Összefoglalás

Hajdúságban mészlepedékes csernozjom talajon tartamkísérletekben vizsgáltuk öt őszi búza fajta (GK Öthalom, Lupus, Pannonikus, Mv Toldi, Genius) legfontosabb sütőipari minőségi paramétereit (nedves sikértartalom, liszt fehérjetartalom, sütőipari érték-szám) 2010, 2011, 2012 években. Vizsgálati eredményeink azt bizonyították, hogy a búzafajták sütőipari minőségi tulajdonságaira a legnagyobb hatással a trágyázás volt. A variancia komponensek felbontásával meghatározott hatása a trágyázásnak a sikértartalomnál 56%, a liszt fehérjetartalomnál 57%, a valorigráfos értékszám esetében pedig 70% volt. A fajthatás közepes mértékű (30%, 37% és 24%), míg az évjárathatás mérsékeltebb (14%, 6%, illetve 6%) volt. A legjobb sütőipari minőségi paramétereket az N₁₂₀+PK műtrágyakezelésben kaptuk. A fajták közül az Mv Toldi volt a legjobb minőségű és minőségstabilitású fajta.

Kulcsszavak: őszi búza, műtrágyázás, évjárat, sütőipari minőség

Parametrisation of the effect of fertilisation, genotype and crop year on the baking properties of winter wheat (*Triticum aestivum* L.)

P. PEPÓ-É. SZABÓ

University of Debrecen, Centre for Agricultural and Applied Economic Sciences,
Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management,
Institute of Crop Sciences, Debrecen

Summary

The main baking properties (wet gluten content, flour protein content, baking industry value) were tested in five winter wheat cultivars (GK Öthalom, Lupus, Pannonikus, Mv Toldi, Genius) in the Hajdúság region on calcareous chernozem soil in a long-term experiment in 2010, 2011 and 2012. The results of the analysis showed that fertilisation had the most significant effect on the baking quality parameters of the wheat varieties. The effect of fertilisation determined by dissolving the variance components is 56%, 57% and 70% in the case of gluten content, the flour protein content and the valorigraph score, respectively. The effect of the cultivar was average (30%, 37% and 24%), while the crop year effect was more moderate (14%, 6% and 6%). The best baking quality parameters were obtained in the N₁₂₀+PK fertiliser treatment. Of the different cultivars, Mv Toldi had the best quality and quality stability.

Key words: winter wheat, fertilisation, effect of crop year, baking quality

Параметризация влияния, оказываемого на хлебопекарные свойства удобрением, генотипом и годом выращивания озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.)

П. ПЕПО–Э. САБО

Дебреценский Университет, Институт Ботаники (AGTC MÉK), Дебрецен

Резюме

В области Хайдушэг (Hajdúság) на чернозёмной почве с известковым налётом в продолжительном опыте исследовали самые важные хлебопекарные качественные параметры пяти сортов озимой пшеницы (GK Öthalom, Lupus, Pannonikus, Mv Toldi, Genius) (влажное содержание клейковины, содержание белка муки, хлебопекарный показатель) в 2010, 2011, 2012 годах. Результаты наших исследований доказали то, что на качественные хлебопекарные свойства сортов пшеницы самое большое влияние оказывало удобрение. Определённое разложением компонентов вариантов влияние удобрения на содержание клейковины было 56%, на содержание белка муки 57%, а в случае валориграфического показателя было 70%. Влияние сорта среднее (30%, 37% и 24%), а влияние года выращивания было более умеренное (14%, 6%, и 6%). Самые лучшие хлебопекарные качественные параметры получили при дозе искусственного удобрения $N_{120}+PK$. Среди сортов самым лучшим по качеству и стабильности качества был сорт Mv Toldi.

Ключевые слова: озимая пшеница, внесение искусственного удобрения, год выращивания, хлебопекарное качество

Bevezetés és irodalmi áttekintés

A búza alapvető élelmiszer növényünk. A termesztéstechnológiájának kialakításában legalább olyan fontos a termésmennyiség növelése mellett a kiváló sütőipari minőség előállítása. A búza minőségét részben az agroökológiai feltételek (Láng et al. 2003, Pepó 2004a), részben a genotípus (Vida et al. 1996, Pepó 2004b), részben az agrotechnikai tényezők (Jonáلكai et al. 1998, Pepó et al. 1998) határozzák meg. Az agrotechnikai elemek közül különösen fontos a

tápanyagellátás. Az őszi búzánál tápanyagellátás szempontjából különbségek vannak a mennyiségi és minőségi termesztés esetében (Pepó 2005). Az egyes minőségi paraméterekre a növekvő trágyaadagok eltérő mértékben hatottak (Pepó 2003), amelyet a minőségi búzatermesztésben célszerű figyelembe venni. A búza minősége szempontjából alapvetőek a fajta genetikailag meghatározott tulajdonságai. Ezeket a potenciális, maximális minőségi értékeket az ökológiai és agrotechnikai feltételek az esetek túlnyomó részében kisebb-nagyobb mértékben lerontják. A hazai kutatók közül az évjáratok minőségre gyakorolt hatásáról közöl adatokat Szabó *et al.* (1987), Bedő *et al.* (1997), Pepó és Győri (1997), Matuz *et al.* (1999a, 1999b). A külföldi kutatók eredményei is azt bizonyították, hogy szoros interaktív hatás mutatható ki az évjárat és a búza sütőipari minősége között (Muchova 1992, Lindhauer *et al.* 1998, Kelly 2001, Lopez-Bellido *et al.* 2001, Johansson *et al.* 2002).

A kutatásaink célja az volt, hogy az új búza genotípusok fontosabb sütőipari minőségi tulajdonságainak trágyareakcióját határozzuk meg tartamkísérletben a minőségi búzatermesztésre kifejezetten kedvező agroökológiai feltételekkel rendelkező Hajdúságban.

Anyag és módszer

A tartamkísérletünket 1983. év óta folyamatosan végezzük mészlepedékes csernozjom talajon. A kísérlet talaja kedvező víz- és tápanyag gazdálkodási tulajdonsággal jellemezhető, az őszi búza termesztésére kiválóan alkalmas. A humusz réteg vastagsága 80–90 cm, a szántott réteg humusztartalma átlagosan 2,8%. A talaj AL-oldható P_2O_5 tartalma közepes (~130 mg/kg), az AL-oldható K_2O tartalma pedig jó (~240 mg/kg). A talaj közepes vízbefogadó és jó víztartó képességgel jellemezhető.

A kísérletben vizsgált őszi búza fajták a GK Öthalom, a Lupus, a Pannonikus, az Mv Toldi és a Genius voltak, amelyek eltérő genetikai háttérrel jellemezhetők. A régi GK Öthalom standard fajta mellett, eltérő külföldi nemesítő intézetek új fajtáit és az ugyancsak új hazai Mv Toldi fajtát teszteltük. A tartamkísérletben a tápanyagkezelések magukba foglalták a kontroll kezelésen kívül 5 tápanyagszintet. Az alap trágyadózis N 30 kg/ha+ P_2O_5 22,5 kg/ha+ K_2O 26,5 kg/ha volt, melynek 2, 3, 4, 5-szörös dózisait jutattuk ki. A foszfor és kálium 100%-át, a nitrogén 50%-át összel, a nitrogén további 50%-át koratavasszal szórtuk ki. A többi agrotechnikai elemnél az optimális végrehajtásra törekedtünk. A kísérletben az elővetemény minden évben csemegekukorica volt.

A kísérleteket a 2010., 2011. és 2012. évben végeztük. A kísérleti évek időjárási adatait az *1. táblázat* tartalmazza. Az egyes évjáratok rövid jellemzéseként megállapíthatjuk, hogy a 2009. évi kedvező őszi időjárás után a 2010. évet az átlagosnál jóval több csapadék és kedvező hőmérsékleti feltételek jellemezték. Bár a 2011. év tavaszi időjárása száraz volt, de a 2010. év talajban tárolt vízkészlete a búza állományok megfelelő vízellátását biztosítani tudta. A 2012. évet száraz őszi-téli-tavaszi időjárás jellemezte, melynek kedvezőtlen hatásait a kedvező csapadékú és hőmérsékletű májusi-júniusi időjárás részben kompenzálni tudta.

A kísérletből vett szemminták sütőipari vizsgálatát a Debreceni Egyetem AGTC MÉK akkreditált Műszerközpontjában végezték el. A nedves sikértartalmat az *MSZ ISO 5531* (1993), a valorigráfós értékszámot az *MSZ ISO 5330-3* (1994), a liszt fehérjetartalmát az *ICC 159* (1995) szabványnak megfelelően határozták meg. A műtrágyakezelések közül a sütőipari vizsgálatokhoz a kontroll, az $N_{60}+PK$ és az $N_{120}+PK$ kezelésből származó szemminták kémiai elemzésére került sor. A minőségvizsgálatokat 4 ismétlésben végeztük el.

A kísérleti adatok feldolgozása Microsoft Excel 2010, SPSS 17.0 for Windows programok segítségével történt. A vizsgált tényezők hatását varianciaanalízissel és a variancia komponensek felosztásával határoztuk meg.

Eredmények és értékelésük

A búza sütőipari minősége szempontjából alapvető fontosságú a fajta genetikai alapja. Ez dönti el azt a maximális minőséget, amelyet részben az időjárás, részben az agrotechnikai elemek kisebb-nagyobb mértékben csökkentenek. Nagyon fontos továbbá azt is hangsúlyozni, hogy a búza sütőipari minőségét csak több tulajdonság együttes alkalmazásával lehet meghatározni. A vizsgálatainkba erre a nedves sikértartalmat, a liszt fehérjetartalmát, valamint a leginkább komplex minőségi mutatót, a valorigráfós értékszámot használtuk fel. A nedves sikértartalmat (*2. táblázat*) a legnagyobb mértékben a trágyázás befolyásolta a vizsgálati időszakban. A növekvő műtrágya adagok hatására jelentős mértékben nőtt a sikértartalom különösen az $N_{60}+PK$ kezelésben, illetve mérsékelt növekedést lehetett tapasztalni az $N_{120}+PK$ kezelésben.

1. táblázat. *A tenyészidőszak fontosabb meteorológiai adatai*
(Debrecen, 2010–2012)

	Okt. (4)	Nov. (5)	Dec. (6)	Jan. (7)	Feb. (8)	Márc. (9)	Ápr. (10)	Máj. (11)	Jún. (12)	Össz. (13)/ Átlag (14)
Csapadék (mm) (15)										
2009/2010 (1)	79,3	78,3	54,9	48,8	58,6	14,4	83,9	111,4	100,9	630,5
30 éves átlag (2)	30,8	45,2	43,5	37,0	30,2	33,5	42,4	58,8	79,5	400,9
Eltérés (3)	+48,5	+33,1	+11,4	+11,8	+28,4	-19,1	+41,5	+52,6	+21,4	+229,6
2010/2011 (1)	22,8	52,9	104,2	19,2	16,8	35,1	15,6	52,3	22,0	340,9
30 éves átlag (2)	30,8	45,2	43,5	37,0	30,2	33,5	42,4	58,8	79,5	400,9
Eltérés (3)	-8,0	+7,7	+60,7	-17,8	-13,4	+1,6	-26,8	-6,5	-57,5	-60,0
2011/2012 (1)	18,1	0	71,1	28,0	17,8	1,4	20,7	71,9	91,7	320,7
30 éves átlag (2)	30,8	45,2	43,5	37,0	30,2	33,5	42,4	58,8	79,5	400,9
Eltérés (3)	-12,7	-45,2	+27,6	-9,0	-12,4	-32,1	-21,7	+13,1	+12,2	-80,2
Hőmérséklet (°C) (16)										
2009/2010 (1)	11,4	7,6	2,3	-1,1	0,5	7,6	11,6	16,6	19,7	8,47
30 éves átlag (2)	10,3	4,5	-0,2	-2,6	0,2	5,0	10,7	15,8	18,8	6,94
Eltérés (3)	+1,1	+3,1	+2,5	+1,5	+0,3	+2,6	+0,9	+0,8	+0,9	+1,53
2010/2011 (1)	6,9	7,7	-1,7	-1,2	-2,5	5,0	12,2	16,4	20,5	7,03
30 éves átlag (2)	10,3	4,5	-0,2	-2,6	0,2	5,0	10,7	15,8	18,8	6,94
Eltérés (3)	-3,4	+3,2	-1,5	+1,4	-2,7	0	+1,5	+0,6	+1,7	+0,09
2011/2012 (1)	8,6	0,6	1,5	-0,6	-5,7	6,3	11,7	16,4	20,9	6,63
30 éves átlag (2)	10,3	4,5	-0,2	-2,6	0,2	5,0	10,7	15,8	18,8	6,94
Eltérés (3)	-1,7	-3,9	+1,7	+2,0	-5,9	+1,3	1,0	+0,6	+2,1	-0,31

Table 1. Main meteorological data of the growing season (Debrecen, 2010–2012). (1) Years 2009/2010, (2) 30-year average, (3) Difference, (4) October, (5) November, (6) December, (7) January, (8) February, (9) March, (10) April, (11) May, (12) June, (13) Total, (14) Average, (15) Precipitation (mm), (16) Temperature (°C).

A különbségek mindhárom évjáratban a tápanyagkezelések között szignifikánsak voltak. A tápanyagkezelések hatásait az egyes évjáratokban jól mutatják az egyes tápanyagszinteken mért sikértartalom minimális és maximális értékei (%). A 2010. vegetációs periódusában a kontroll kezelésben a nedves sikértartalom 16,2–28,0%, 2011. évben 22,6–30,0%, míg 2012. évben 18,5–25,0%

között változott genotípustól függően. A kontroll kezelésnél lényegesen kedvezőbben alakultak a fajták nedves sikértartalmának minimum és maximum értékei az $N_{120}+PK$ műtrágya kezelésben. Ezek az értékek 2010. évben 31,9–40,0%, 2011. évben 26,2–36,0%, míg a 2012. évben 32,6–39,8% között változtak.

2. táblázat. A genotípus és a tápanyagellátás hatása az őszi búzafajták nedves sikértartalmára (%)
(Debrecen, 2010–2012)

Fajta (1)	2010			2011			2012		
	∅	$N_{60}+PK$	$N_{120}+PK$	∅	$N_{60}+PK$	$N_{120}+PK$	∅	$N_{60}+PK$	$N_{120}+PK$
GK Öthalom	16,2	26,9	31,9	22,6	24,4	26,2	18,5	27,5	32,6
Lupus	23,9	33,9	38,5	28,3	30,2	32,8	20,3	30,8	36,4
Pannonikus	26,2	36,1	39,2	27,2	29,8	32,2	19,2	30,7	35,2
Mv Toldi	28,0	36,9	40,0	30,0	32,1	36,0	25,0	37,5	39,8
Genius	26,2	37,2	39,7	27,9	30,3	32,5	20,2	32,8	33,9
SzD ^{5%} Fajta (2)		1,4			2,3			3,1	
SzD ^{5%} Tápanyagszint (3)		0,4			0,6			1,1	
SzD ^{5%} Kölcsönhatás (4)		0,8			1,4			2,5	

Table 2. The effect of genotype and nutrient supply on the wet gluten content (%) of winter wheat cultivars (Debrecen, 2010–2012). (1) Cultivar, (2) $LSD_{5\%}$ Cultivar, (3) $LSD_{5\%}$ Nutrient level, (4) $LSD_{5\%}$ Interaction.

Az egyes éveket összehasonlítva az állapítható meg, hogy az évjáratok eltérő időjárási viszonyai ellenére a nedves sikértartalom mérsékelten változott a vizsgált fajtáknál. Mind a három évjáratban a legnagyobb nedves sikértartalmat az $N_{120}+PK$ műtrágya kezelésben adták a fajták. Ennél a tápanyag adagnál a fajták sikértartalma 32–40% között változott, azaz javító minőséget adtak a fajták (2011. évben a GK Öthalom 26,2% értékétől eltekintve). A műtrágyázás hatására a nedves sikértartalomban a legnagyobb mértékű növekedést (13–16 abszolút %) a 2012. évben adták a fajták. Ettől alig maradt el azonban a többi évjáratban tapasztalt növekedés (2012. évben 14–16 abszolút %, 2010. évben 12–15 abszolút % növekedés). A vizsgált fajták közül a legjobb sikértartalmat az Mv Toldi fajta adta (2010-ben 40,0%, 2011-ben 36,0%, 2012-ben 39,8% az $N_{120}+PK$ kezelésben). E fajtának nem csak kedvezően nagy sikértartalma volt,

hanem az eltérő évjáratokban a legstabilabb is volt a sikértartalma. Ugyancsak nagyon kedvező volt a fajta azon tulajdonsága, hogy kontroll, műtrágya nélküli kezelésben is kifejezetten nagy volt a sikértartalma (25,0–30,0%).

A liszt fehérjetartalma szoros korrelációt mutat a búza nedves sikértartal-mával. A fehérjetartalom vizsgálatok eredményei (3. táblázat) azt bizonyítot-ták, hogy a legnagyobb hatással a tápanyagellátás volt, de jelentős volt a geno-típus módosító hatása évjáratról függően.

3. táblázat. A genotípus és a tápanyagellátás hatása az őszi búzafajták liszt fehérjetartalmára (%) (Debrecen, 2010–2012)

Fajta (1)	2010			2011			2012		
	∅	N ₆₀ +PK	N ₁₂₀ +PK	∅	N ₆₀ +PK	N ₁₂₀ +PK	∅	N ₆₀ +PK	N ₁₂₀ +PK
GK Öthalom	9,4	10,8	13,2	9,8	10,7	11,6	11,5	13,5	14,4
Lupus	10,4	14,9	16,1	12,8	13,2	13,9	11,6	13,7	15,1
Pannonikus	11,6	15,9	16,5	12,4	13,2	13,9	11,1	13,7	14,7
Mv Toldi	12,4	16,4	17,0	12,9	13,6	15,4	12,3	15,4	16,2
Genius	11,6	16,3	16,8	11,9	13,4	14,1	11,6	14,3	14,8
SzD ^{5%} Fajta (2)		0,7			1,0			0,8	
SzD ^{5%} Tápanyagszint (3)		0,2			0,3			0,3	
SzD ^{5%} Kötsönhatás (4)		0,5			0,6			0,6	

Table 3. The effect of genotype and nutrient supply on the flour protein content (%) of winter wheat cultivars (Debrecen, 2010–2012). (1) Cultivar, (2) LSD_{5%} Cultivar, (3) LSD_{5%} Nutrient level, (4) LSD_{5%} Interaction.

Az évjárat hatása mérsékeltebben jelentkezett a fehérjetartalom esetében, annál jelentősebb volt viszont a műtrágyázás hatása mindhárom évjáratban. A vizsgált évjáratokban a liszt fehérjetartalma a kontroll kezelésben 9,4–12,9%, az N₆₀+PK kezelésben 10,7–16,4%, míg az N₁₂₀+PK kezelésben 11,6–17,0% között változott genotípustól és az évjárat jellegétől függően. Az évjárat hatását a liszt fehérjetartalmának minimum–maximum értékei is bizonyították az eltérő tápanyag-ellátottsági szinteken. A kontroll kezelésben 2010. évben 9,4–12,4%, 2011. évben 9,8–12,9%, míg 2012. évben 11,5–12,3% között változott a liszt fehérjetartalma. Ezzel szemben az N₁₂₀+PK műtrágyakezelésben 13,2–17,0%, 11,6–15,4%, illetve 14,4–16,2% értékeket mértünk a 2010., a 2011. és 2012. években.

A legkedvezőbb liszt fehérjetartalmat mindhárom évben az Mv Toldi fajtánál kaptuk.

A búza sütőipari minőségét legkomplexebb módon a valorigráfus érték szám fejezi ki (4. táblázat). Vizsgálati adataink bizonyították, hogy a trágyázás hatására jelentősen javult a valorigráfus érték mind a három, egyébként eltérő időjárással jellemezhető évjáratban.

4. táblázat. A genotípus és a tápanyagellátás hatása az őszi búzafajták valorigráfus értékére (Debrecen, 2010–2012)

Fajta (1)	2010			2011			2012		
	∅	N ₆₀ +PK	N ₁₂₀ +PK	∅	N ₆₀ +PK	N ₁₂₀ +PK	∅	N ₆₀ +PK	N ₁₂₀ +PK
GK Öthalom	42,5	52,7	58,9	48,3	55,5	58,5	48,6	59,4	59,8
Lupus	44,7	60,9	60,2	56,8	64,9	67,1	44,9	56,6	69,7
Pannonikus	29,2	50,5	56,8	50,3	55,7	58,6	44,5	55,1	54,4
Mv Toldi	53,2	68,8	71,8	57,5	62,9	66,2	55,0	59,2	61,2
Genius	44,9	62,4	62,9	60,3	60,4	58,6	45,1	61,0	63,9
SzD ^{5%} Fajta (2)		5,0			8,2			6,3	
SzD ^{5%} Tápanyagszint (3)		1,8			2,2			1,5	
SzD ^{5%} Külcsönhatás (4)		4,0			5,0			3,3	

Table 4. The effect of genotype and nutrient supply on the valorigraph score of winter wheat cultivars (Debrecen, 2010–2012). (1) Cultivar, (2) LSD_{5%} Cultivar, (3) LSD_{5%} Nutrient level, (4) LSD_{5%} Interaction

A legkedvezőbb értékeket az N₁₂₀+PK kezelésben kaptuk, amely értékek – fajtától függően – a következő intervallumban változtak a vizsgálati években:

2010. év: 56,8 (Pannonikus) – 71,8 (Mv Toldi),

2011. év: 58,5 (GK Öthalom) – 66,2 (Mv Toldi),

2012. év: 59,8 (GK Öthalom) – 69,7 (Lupus).

A műtrágya kezelésekre bekövetkezett növekedés az N₆₀+PK kezelésben szignifikáns volt, az N₁₂₀+PK adagnál azonban a további növekedés a valorigráfus értékben lényegesen mérsékeltebb volt, az esetek jelentős részében nem volt szignifikáns. A fajták közötti különbségek évjáratonként változ-

tak, de az évjárat hatása ennél a minőségi paramétereknél is mérsékelt volt a vizsgálati időszakban.

A variancia komponensek felbontásával azt vizsgáltuk, hogy az egyes években és az évek átlagában a trágyázás, a genotípus és az évjárat milyen arányban járult hozzá az adott sütőipari tulajdonság növekedéséhez a kontroll kezelésben mért minimum értékhez viszonyítva. A vizsgálati eredményeink (1–3. ábra) azt bizonyították, hogy mind a három minőségi tulajdonságot alapvetően a tápanyagellátás határozta meg, a fajtahatás jóval mérsékeltabb volt.

1. ábra. A vizsgált tényezők szerepe az őszi búza nedves sikértartalmának alakulásában (Debrecen, 2010–2012)

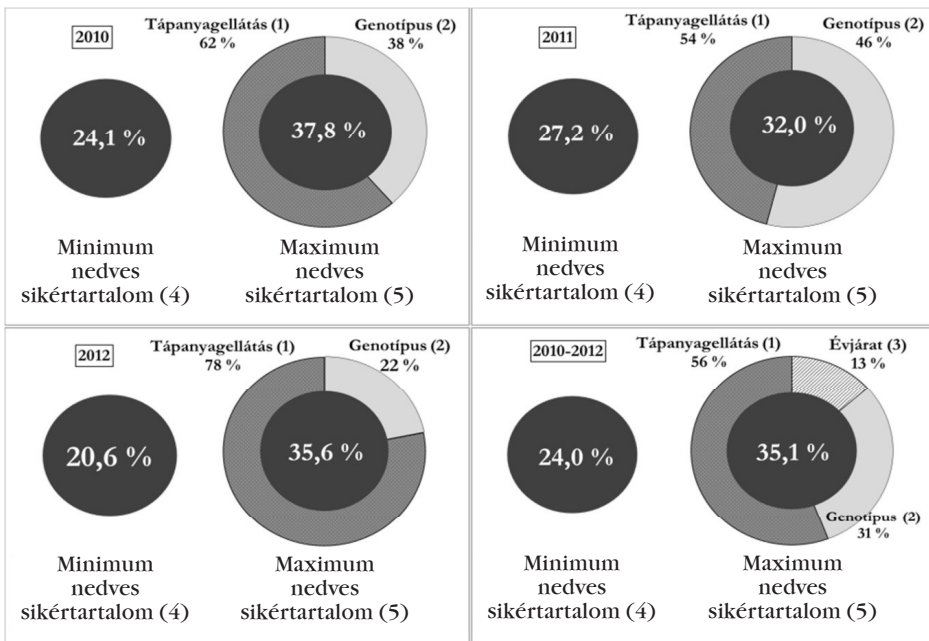


Figure 1. The role of the examined factors in the wet gluten content of winter wheat (Debrecen, 2010–2012). (1) Nutrient supply, (2) Genotype, (3) Crop year, (4) Minimum wet gluten content, (5) Maximum wet gluten content.

2. ábra. A vizsgált tényezők szerepe az őszi búza liszt fehérjetartalmának alakulásában (Debrecen, 2010–2012)

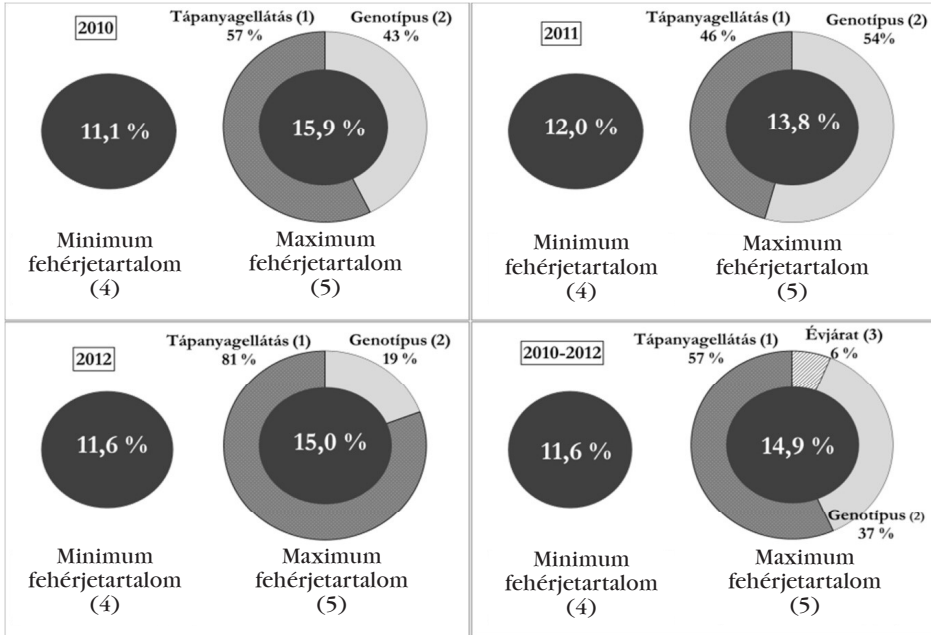


Figure 2. The role of the examined factors in the flour protein content of winter wheat (Debrecen, 2010–2012). (1) Nutrient supply, (2) Genotype, (3) Crop year, (4) Minimum flour protein content, (5) Maximum flour protein content.

Az egyes években a tényezők hatása a következőképpen alakult:

	Trágyázás	Fajta
Nedves sikértartalom:	54–78%	46–21%
Liszt fehérjetartalom:	46–81%	54–19%
Valorigráfós érték:	63–92%	37–8%

Annak ellenére, hogy a vizsgált évjáratokban lehullott csapadék mennyisége és a hőmérsékleti értékek is eltérően alakultak, az évjáratok összevont értékelése az évjárat minőségre gyakorolt mérsékelt hatását bizonyították. Ez összefüggésben volt azzal, hogy az időjárási anomáliákat a kiváló tulajdonságú, nagy puffer-kapacitású csernozjom talaj jól kiegyenlítette, valamint a vizsgált fajták minőségstabilitása is általában kedvező volt.

3. ábra. A vizsgált tényezők szerepe az őszi búza valorigráfos értékének alakulásában (Debrecen, 2010–2012)

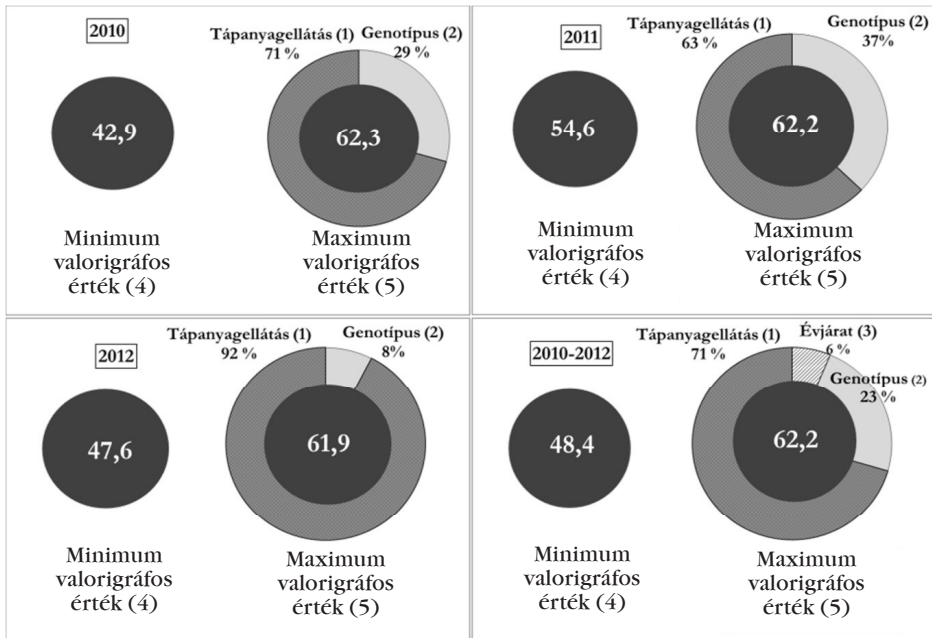


Figure 3. The role of the examined factors in the valorigraph score of winter wheat (Debrecen, 2010–2012). (1) Nutrient supply, (2) Genotype, (3) Crop year, (4) Minimum valorigraph score, (5) Maximum valorigraph score.

A minőségre ható tényezők hatása az egyes sütőipari minőségi paraméterek növekedésében a következők szerint változott:

	Trágyázás	Fajta	Évjárat
Nedves sikértartalom:	56%	31%	13%
Liszt fehérjetartalom:	57%	37%	6%
Valorigráfos érték:	71%	23%	6%

A kísérleti eredményeink a vizsgált tényezők minőségre gyakorolt hatásainak parametrizálását (%) kedvező talajon (csernozjom) és nem extrém időjárási feltételek mellett bizonyították.

Következtetések

A hatékony, fenntartható búzatermesztés elképzelhetetlen a nagy terméseredmények mellett kedvező sütőipari paraméterek nélkül. A tartamkísérleteink eredményei azt bizonyították, hogy a minőségi tulajdonságokra (nedves sikértartalom, liszt fehérjetartalom, valorigráfos érték) elsősorban a tápanyagellátás gyakorolta a legnagyobb hatást (56–71% minőségi paraméterektől függően). Fontos volt a megfelelő minőségi tulajdonságokkal rendelkező fajta megválasztása is (24–37% hatás). A csernozjom talaj kiegyenlítő hatása, a vizsgált búzafajták kedvező minőségstabilitása miatt az általunk vizsgált három évben az évjárat hatás mérsékelt volt (6–14%). Vizsgálati eredményeink szerint a fajták minőségi tulajdonságaikban jellegzetes különbségeket mutattak. A vizsgált fajták közül a legjobb minőséget az Mv Toldi fajta adta, amely kedvező minőségstabilitásával is kitűnt. Mindhárom minőségi paraméter esetében a legjobb értékeket az $N_{120}+PK$ műtrágyakezelésben kaptuk. A kutatási eredményeink megerősítik *Jolánkai et al.* (1998), *Pepó et al.* (1998) és *Pepó* (2003) azon eredményeit, amelyek szerint a búzafajták sütőipari minőségi tulajdonságait a tápanyagellátás alapvetően befolyásolja. *Láng et al.* (2003) és *Pepó* (2004a) eredményeihez hasonlóan az évjárat befolyásoló szerepét tapasztaltuk, ez a hatás azonban az egyes minőségi paramétereknél differenciáltan jelentkezett. A régi genotípusok (*Vida et al.* 1996, *Pepó* 2004b) mellett kutatási eredményeink új genotípusok minőségi tulajdonságaival bővítették eddigi tudományos ismereteinket, melyeket a gyakorlati termesztéstechnológiákban hasznosíthatunk.

IRODALOM

- Bedő Z.*–*Láng L.*–*Vida Gy.*–*Juhász A.*–*Karsai I.*: 1997. A minőségi tulajdonságok felértékelődése a búzanemesítésben. *Agro-21 Füzetek*. 23: 19–30.
- Johansson, E.*–*Nilsson, H.*–*Mazhar, H.*–*Skerritt, J.*–*MacRitchie, F.*–*Svensson, G.*: 2002. Seasonal effects on storage proteins and gluten strength in four Swedish wheat cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 82. 11: 1305–1311.
- Jolánkai M.*–*Szentpétery Zs.*–*Szalai T.*–*Őrsi F.*: 1998. Az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) minőségének és szermaradvány tartalmának alakulása agrokémiai kísérletben. *Növénytermelés*. 47. 1: 71–77.
- Kelly, K. W.*: 2001. Planting date and foliar fungicide effects on yield components and grain traits of winter wheat. *Agronomy Journal*. 93. 2: 380–389.

- Láng L.-Rakszegi M.-Szűcs P.*: 2003. Sokoldalú biztonság a minőségstabilitásban. Gyakorlati Agrofórum. 9: 15–16.
- Lindhauer, M. G.-Gerstenkorn, P.-Munzing, K.*: 1998. The quality of the German wheat harvest in 1998. Part 1. Quantitative and qualitative results in the Federich Republic and States. Muhle Mischfuttertechnik. 135. 21: 697–702, 705.
- Lopez-Bellido, L.-Lopez-Bellido, R. J.-Castillo, J. E.-Lopez-Bellido, F. J.*: 2001. Effects of long-term tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on bread-making quality of hard red spring wheat. Field Crops Research. 72. 3: 197–210.
- Matuz J.-Markovics E.-Ács E.-Véha A.*: 1999a. Őszi búzafajták lisztjének minőségi tulajdonságai közötti összefüggések vizsgálata. Növénytermelés. 48. 3: 243–253.
- Matuz J.-Véha A.-Markovics E.*: 1999b. Az évjárat hatása a szegedi őszi búza-fajták alveográfus minőségére. Növénytermelés. 48. 2: 115–124.
- Muchova, Z.*: 1992. Technological quality of winter wheat as influenced by year, sowing date and sowing rate. Rostlinna Vyroba. 38. 9–10: 727–732.
- Pepó P.-Győri Z.-Ruzsány L.*: 1998. A minőségi búzatermesztés feltételei. Magyar Mezőgazdaság. 8: 12–13.
- Pepó P.*: 2003. A műtrágyázás hatása az őszi búza fajták minőségére hajdúsági csernozjom talajon. Növénytermelés. 52. 5: 521–534.
- Pepó P.*: 2004a. Az évjárat hatása az őszi búza sütőipari minőségére tartamkísérletben. Növénytermelés. 53. 3: 241–254.
- Pepó P.*: 2004b. Őszi búza fajtaspecifikus tápanyag-reakciójának vizsgálata tartamkísérletben. Növénytermelés. 53. 4: 339–350.
- Pepó P.*: 2005. A minőségi és a mennyiségi búzatermesztés kritikus elemei. Gyakorlati Agrofórum. 9: 13–22.
- Pepó P.-Győri Z.*: 1997. A minőségi búzatermesztés meghatározó tényezői. Gyakorlati Agrofórum. 8. 10: 11–14.
- Szabó M.-Ángyán J.-Forgács M.-Tirczka I.*: 1987. Magyarország klimatikus adottságainak biometria elemzése az őszi búza termésátlaga és minősége szempontjából. Növénytermelés. 36. 1: 17–30.
- Vida Gy.-Bedő Z.-Jolánkai M.*: 1996. Agronómiai kezeléskombinációk őszi búza fajták sütőipari minőségére gyakorolt hatásának elemzése főkomponensanalízissel. Növénytermelés. 45. 5–6: 453–462.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Dr. Pepó Péter – Szabó Éva
Debreceni Egyetem AGTC MÉK
Növénytudományi Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032

Eltérő évjáratok és tápanyag-kezelések hatása őszi búza genotípusok levél- és kalászbetegségeire

SZABÓ ÉVA

Debreceni Egyetem AGTC MÉK Növénytudományi Intézet, Debrecen

Összefoglalás

Három eltérő tenyészcsoportban vizsgáltuk öt eltérő genotípusú őszi búza fajta (GK Öthalom, Lupus, Pannonikus, Mv Toldi, Genius) esetében a kalász- és levélbetegségek infekciójának mértékét, eltérő tápanyagkezelésekben. Az infekció-dinamikai vizsgálatok eredményei azt bizonyították, hogy a levél- (lisztharmat-, levélfoltosság-, levélrozsdafertőzöttség) és kalászbetegségek (kalászfuzárium-fertőzöttség) nagyságát a trágyaadagok és az évjárat határozta meg. Az átlagos növényvédelmi technológiát (kétszeri fungicid kezelés) alkalmazva a betegségek csupán mérsékelt szinten jelentkeztek. A tavaszi és nyári csapadék mennyisége és a hőmérséklet jelentősen befolyásolta a betegségek megjelenését és mértékét. A téli és a tavaszi nagyobb mennyiségű csapadék kedvezett a levélbetegségek kialakulásának, illetve a márciusi és májusi meleg időjárás szintén elősegítette az infekciót. Az áprilisi és júniusi magasabb hőmérséklet negatív, azaz csökkentő hatással volt infekció mértékére. A fajták fogékonysága és rezisztenciája a betegségekre eltérő mértékű volt.

Kulcsszavak: őszi búza, évjárat, lisztharmat, levélfoltosság, levélrozsdák, kalászfuzárium

The impact of different crop years and fertiliser treatments on the leaf and ear diseases of various winter wheat genotypes

É. SZABÓ

University of Debrecen, Centre for Agricultural and Applied Economic Sciences,
Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management,
Institute of Crop Sciences, Debrecen

Summary

The extent of ear and leaf disease infections was examined in five winter wheat varieties of different genotype (GK Öthalom, Lupus, Pannonikus, Mv Toldi, Genius) in three different crop years and different fertiliser treatments. The results of the infection dynamics analyses showed that the extent of leaf infections (powdery mildew, yellow leaf spot, leaf rust) and ear infections (fusarium head blight) was determined by the applied fertiliser doses and the given crop year. These diseases appeared only moderately when the usual crop protection technology (fungicide treatment on two occasions) was used. The amount of spring and early summer precipitation and temperature greatly influenced the appearance and extent of diseases. The significant amount of precipitation during winter and spring increased the chance of developing leaf diseases and the warm weather in March and May also contributed to infection. The high temperature in April and June had a negative, i.e., reductive effect on the extent of infection. The sensitivity and resistance of each cultivar to diseases were different.

Key words: winter wheat, crop year, powdery mildew, yellow leaf spot, leaf rust, fusarium head blight

Влияние погодных условий различных годов выращивания и обработки питательными веществами на болезни листьев и колосьев генотипов озимой пшеницы

Э. САБО

Институт Ботаники Центра Аграрных и Прикладных Экономических Наук (AGTC МЭК)
Дебреценского Университета, Дебрецен

Резюме

В трёх различных годах выращивания исследовали в случае пяти различных генотипов сортов озимой пшеницы (GK Öthalom, Lupus, Pannonikus, Mv Toldi, Genius) размер инфекции болезней колоса и листьев в различных обработках питательными веществами. Результаты исследований динамики инфекции доказали, что величину болезней листьев (заражённость мучнистой росой, пятнистостью листьев, ржавчиной листьев) и болезни колосьев (заражение фузариозом колоса) определяют дозы удобрений и год выращивания. Применяя обычную технологию защиты растений (два раза обработка фунгицидами), эти болезни появились только на умеренном уровне. Количество осадков весной и в начале лета и температура значительно повлияли на появление и размер болезней. Большее количество зимних и весенних осадков более благоприятно способствовало образованию болезней листьев, и тёплая мартовская и майская погода также способствовала инфекции. Более высокая апрельская и июньская температура имела негативное, т.е. уменьшающее влияние на размер инфекции. Восприимчивость и резистенция сортов к болезням была различных размеров.

Ключевые слова: озимая пшеница, год выращивания, мучнистая роса, пятнистость листьев, ржавчина листьев, фузариоз колоса

Bevezetés

Az őszi búza tenyészidejében számos betegség léphet fel mind az őszi, de főleg a tavaszi időszakban. *Pepó* (2004) megállapította, hogy a levél- és kalász-betegségek mértékét az évjárat jellege határozza meg. Amennyiben a tavaszi

és nyár eleji hónapokban (április, május, június) a csapadék mennyisége 200–250 mm között változott, a betegségek jelentős mértékben léptek fel. *L-Baeckstrom et al.* (2006) szerint a búza termését az évjárat (csapadék és hőmérséklet), az agrotechnika és nitrogén adagok, míg a gombabetegségek mértékét leginkább az időjárás, a fenofázis, és a nitrogén dózisok határozzák meg. A őszi búza gombabetegségeinek mértékét és terjedését a tenyészév hőmérséklete és csapadék ellátottsága nagymértékben befolyásolta (*Nierobca és Horoszkiewicz-Janka* 2006, *Weber és Kita* 2010). *Witek és Ewaldz* (2009) eredményeik alapján arra a következtetésre jutottak, hogy az enyhe tél és tavasz, valamint a csapadékos nyári tenyészidőszak elősegíti az őszi búza betegségeinek terjedését. *Seck et al.* (1988) eredményeik alapján megállapították, hogy levélrozsda fertőzöttség mértéke és termés veszteség között szoros összefüggés van. A levélbetegségek jelentős terméscsökkenést idéznek elő az őszi búzánál (*Duveiller et al.* 2007, *Wegulo et al.* 2009). *Serrago et al.* (2009) eredményeik alapján megállapították, hogy a levélbetegségek csökkentik a levélfelület tartamot és a levélfelület asszimilációs kapacitását, ezáltal a termés mennyiséget is. A fungicid kezelés hatására kitolódik a zászlós levél öregedése, így a búza növény tovább marad fiziológiailag aktív, amely nagyobb termés mennyiséget eredményez (*Blandino és Reyneri* 2009, *Ruske et al.* 2003). *Hardwick et al.* (1994) eredményeik alapján megállapították, hogy a szárba-induláskori fungicid kezelés hatékony a korai lisztharmatfertőzés ellen, de a zászlóslevél megjelenésétől a kalászosítás kezdetéig tartó időszakban leghatékonyabb a vegyszeres védekezés. *Pepó* (2009) szerint a levél- (lisztharmat, HTR-, levélrozsda-fertőzöttség) és kalászbetegségek (kalászfuzárium-fertőzöttség) mértékét döntően a trágyaadagok határozták meg, melyet az évjárat, a vetésváltás és öntözés kisebb-nagyobb mértékben módosított. *Ransom és McMullen* (2008) szerint a fungicid kezelés hatékony eszköz a termés növelésére, különösen, ha betegségekre fogékonyabb fajtákat termesztünk és mérsékelte a fertőzöttség. Nagymértékű fertőzöttség esetén a fungicid kezelés és a betegséggel szemben ellenállóbb fajták termesztésének kombinációja a legjobb megoldás a gazdaságos őszi búza termesztés szempontjából. *Pepó et al.* (2002) kutatásaik egyértelműen bizonyították, hogy az eltérő genotípusú búzafajták a levél- és kalászbetegségekkel szemben jelentősen eltérő toleranciával rendelkeznek. A „hagyományos” betegségek közül a lisztharmatfertőzés valamennyi vizsgálati évben (1996–2001 évek) fellépett az állományokban (a vizsgált fajták átlagában 10–30 % között változott a fertőzöttség). A levélrozsda-

fertőzés fellépése az évjárat jellegétől erősen függött. A fajták átlagában jelentős, 26–49% levélrozsdá fertőzöttség volt a vizsgált további években. A legnagyobb fertőzöttségű 2000. évben a fajták közötti jelentős különbséget mutatta a toleráns fajta 11%, a szenzitív fajta 85% fertőzöttségi értéke. Csász (2005) eredményei alapján megállapította, levél betegségek nagysága az évek és a termőhely függvényében változott, valamint a vizsgált fajták rezisztenciája eltérő mértékű volt. Vanloqueren és Baret (2008) szerint, az Európa szerte leginkább használt őszi búza fajták többsége érzékeny a gombás betegségekre, emiatt a fungicides védekezés elkerülhetetlen. Pepó (2001) eredményei alapján, az eltérő genotípusok között szignifikáns különbséget lehetett megállapítani a lisztharmat és levélfoltosság iránti toleranciában. Jolánkai et al. (2009) szerint az őszi búza esetében a kielégítő termésszint elérése nem lehetséges növényvédelem vagy tápanyag ellátottság nélkül. A műtrágya kezelések és növényvédőszeres okszerű alkalmazásával optimális termésszintet lehet elérni.

Kutatásunk célja az volt, hogy vizsgáljuk az eltérő évjáratok és a különböző tápanyagkezelések hatását az őszi búza fajták levél- és kalász betegségének megjelenésére, átlagos növényvédelmi technológia alkalmazása mellett.

Anyag és módszer

A szántóföldi kísérleteket a Debreceni Egyetem AGTC KIT Látóképi Kísérleti Telepén végeztük. A kísérleti telep a Hajdúsági löszháton helyezkedik el. A kísérleti terület talaja, talajgenetikailag a mészlepedékes csernozjom típusba tartozik, talajfizikailag a vályog kategóriába sorolható, kémhatása közel semleges, humusztartalma közepes.

A kísérlet három évében az alábbi növényvédelmi munkákat végeztük el:

Növényvédelmi munka	Alkalmazott növényvédő szer	2010	2011	2012
Gyomirtás	Secator OD (0,15 l/ha)	ápr. 18.	ápr. 20.	ápr. 10.
Növényi betegségek elleni védekezés 1.	Falcon 460 EC (0,6 l/ha)	máj. 03.	máj. 05.	máj. 05.
Növényi betegségek elleni védekezés 2.	Falcon 460 EC (0,8 l/ha)	máj. 25.	máj. 24.	máj. 18.

A tartamkísérlet 1983 őszén kezdődött. Vizsgálataink a 2009/2010., a 2010/2011. és a 2011/2012. év eredményeit tartalmazzák. A szántóföldi kisparcellás kísérletet 4 ismétlésben állítottunk be osztott sávos elrendezésben. A kísérlet előveteménye mindhárom évben csemegekukorica volt. A kezelésekben 5 tápanyagszintet vizsgáltunk, a kontroll kezelés mellett az N=30 kg/ha, P₂O₅=22,5 kg/ha és K₂O=26,5 kg/ha műtrágya dózist, és ennek 2, 3, 4, 5-szörös adagjait. A P és K műtrágyaadagokat 100%-ban ősszel, a N műtrágyaadagokat 50–50%-ban őszi-tavaszi megosztásban juttattuk ki. A különböző tápanyagszinten kijutatott műtrágya dózisokat az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat. A kísérletben kijutatott műtrágya dózisek
(Debrecen, csernozjom talaj)

Tápanyagkezelés (1)	N	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O
Kontroll (2)	0	0	0
N ₃₀ +PK	30	22,5	26,5
N ₆₀ +PK	60	45,0	53,0
N ₉₀ +PK	90	67,5	79,5
N ₁₂₀ +PK	120	90,0	106,0
N ₁₅₀ +PK	150	112,5	132,5

Table 1. Fertiliser doses applied in the experiment (Debrecen, chernozem soil). (1) Fertiliser treatment, (2) Control.

A 2010–2012. évek tenyészidőszakában lehullott csapadék mennyiségeit, valamint a hőmérsékleti adatokat a 2. táblázat tartalmazza. A 2009. év októberének első felében a csapadék hiány miatt a búza kelése rendkívül lassú volt. Október közepétől az átlagot meghaladó csapadék és a kedvező hőmérséklet hatására a búza állományok megerősödtek. A téli hónapokban lehullott csapadék mennyisége szintén meghaladta a sokévi átlagot, amihez a sokévi átlagnál enyhébb középhőmérséklet társult. A március csapadékban szegényebb volt.

Az április és május az átlagosnál csapadékosabb és melegebb volt, ami kedvezett az állományok vegetatív fejlődésének. A májusi és júniusi hónapokban lehullott jelentős mennyiségű csapadék viszont már kedvezőtlenül befolyásolta az őszi búza szemtelítődési folyamatait.

2. táblázat. *A tenyészidőszak fontosabb meteorológiai adatai
(Debrecen, 2010–2012)*

	Hónapok (1)									Össz. (2) / Átlag (3)
	Október	November	December	Január	Február	Március	Április	Május	Június	
	Csapadék (mm) (4)									
2009/2010	79,3	78,3	54,9	48,8	58,6	14,4	83,9	111,4	100,9	630,5
30 éves átlag (5)	30,8	45,2	43,5	37,0	30,2	33,5	42,4	58,8	79,5	400,9
Eltérés (6)	+48,5	+33,1	+11,4	+11,8	+28,4	-19,1	+41,5	+52,6	+21,4	+229,6
2010/2011	22,8	52,9	104,2	19,2	16,8	35,1	15,6	52,3	22,0	340,9
30 éves átlag (5)	30,8	45,2	43,5	37,0	30,2	33,5	42,4	58,8	79,5	400,9
Eltérés (6)	-8,0	+7,7	+60,7	-17,8	-13,4	+1,6	-26,8	-6,5	-57,5	-60,0
2011/2012	18,1	0	71,1	28,0	17,8	1,4	20,7	71,9	91,7	320,7
30 éves átlag (5)	30,8	45,2	43,5	37,0	30,2	33,5	42,4	58,8	79,5	400,9
Eltérés (6)	-12,7	-45,2	+27,6	-9,0	-12,4	-32,1	-21,7	+13,1	+12,2	-80,2
	Hőmérséklet (°C) (7)									
2009/2010	11,4	7,6	2,3	-1,1	0,5	7,6	11,6	16,6	19,7	8,47
30 éves átlag (5)	10,3	4,5	-0,2	-2,6	0,2	5,0	10,7	15,8	18,8	6,94
Eltérés (6)	+1,1	+3,1	+2,5	+1,5	+0,3	+2,6	+0,9	+0,8	+0,9	+1,53
2010/2011	6,9	7,7	-1,7	-1,2	-2,5	5,0	12,2	16,4	20,5	7,03
30 éves átlag (5)	10,3	4,5	-0,2	-2,6	0,2	5,0	10,7	15,8	18,8	6,94
Eltérés (6)	-3,4	+3,2	-1,5	+1,4	-2,7	0,0	+1,5	+0,6	+1,7	+0,09
2011/2012	8,6	0,6	1,5	-0,6	-5,7	6,3	11,7	16,4	20,9	6,63
30 éves átlag (5)	10,3	4,5	-0,2	-2,6	0,2	5,0	10,7	15,8	18,8	6,94
Eltérés (6)	-1,7	-3,9	+1,7	+2,0	-5,9	+1,3	1,0	+0,6	+2,1	-0,31

Table 2. Main meteorological data of the growing season (Debrecen 2010–2012). (1) Months, (2) Total, (3) Average, (4) Precipitation (mm), (5) 30-year average, (6) Difference, (7) Temperature (°C).

A 2010 októberében az őszi búza kelése vontatott volt a hűvösebb októberi időjárás következtében. Novembertől a melegebb időjárás elősegítette az állományok fejlődését. A tavaszi csapadékhiányt az előző évi csapadéktöbblet miatt a talaj tartalék vízkészlete kompenzálni tudta. A tavaszi hónapokban a meleg időjárás hatására az állományok növekedése felgyorsult. A júniusi csapadékszegény időszak negatívan befolyásolta a szemtelítődési folyamatokat. A július eleji csapadékos, hűvös idő elősegítette a transzlokációs folyamatokat.

A 2011 októberi és novemberi hónapok csapadékban szegények voltak ezért, az őszi búza állományok kelése és a fejlődése vontatottá vált. A csapadékosabb téli hónapokban az állományok megerősödtek. A csapadékban szegény és átlagosnál melegebb tavaszi időszak kedvezőtlenül hatott a búza vegetatív fejlődésére. A májusban és júniusban hullott jelentősebb csapadék és a kedvező hőmérséklet pozitívan befolyásolta a szemtelítődési folyamatokat.

A kórtani felvételezés során a levélbetegségek [lisztharmat (*Erysiphe graminis*), a levélfoltosság (*Drechslera tritici repentis*), a levélrozsdá (*Puccinia triticina*) nagyságát a fertőzött levélfelület %-ában (fertőzött/teljes levélfelület, %-ban kifejezve), valamint a kalászfuzárium fertőzés mértékét (*Fusarium ssp.*)] a fertőzött kalászok arányát %-ában fejeztük ki.

A kísérletben öt eltérő genotípusú őszi búza fajtát vizsgáltunk. A GK Öthalom tar kalászi, minőségi őszi búza, bőtermő, jó minőségű fajta. Korai érésű, jó adaptációs képességű őszi búza. Gombabetegségekkel szemben jó-átlagos (lisztharmat: jó, levélrozsdá: közepes, levélfoltosság: jó, kalászfuzárium: közepes) ellenállósággal rendelkezik. A Lupus piros, keményszemű, szálkás őszi búza, termőképessége nagyon megbízható, kiváló minőségű, középérésű. Gombabetegségekkel szemben jó-átlagos (lisztharmat: jó, levélrozsdá: kiváló, levélfoltosság: átlagos, kalászfuzárium: jó) ellenállósággal rendelkezik. A Pannonikus termőképessége nagy, kiváló minőségű, korai érésű búzafajta. Gombabetegségekkel szemben átlagos-kiváló (lisztharmat: jó, levélrozsdá: kiváló, levélfoltosság: közepes, kalászfuzárium: átlagos) ellenállósággal rendelkezik. Az Mv Toldi piros, keményszemű szálkás őszi búza, termőképessége nagy, javító minőségű korai érésű fajta. Gombabetegségekkel szemben átlagos-jó (lisztharmat: átlagos, levélrozsdá: jó, levélfoltosság: jó, kalászfuzárium: kiváló) ellenállósággal rendelkezik. A Genius piros, keményszemű szálkás őszi búza, termőképessége nagy, javító minőségű, középérésű fajta. Gombabetegségekkel szemben átlagos-kiváló (lisztharmat: kiváló, levélrozsdá: jó, levélfoltosság: átlagos, kalászfuzárium: jó) ellenállósággal rendelkezik.

Eredmények és következtetések

A kísérletben a különböző évjáratok és a tápanyagdózisok hatását tanulmányoztuk az őszi búza fajták gombafertőzöttség (levélrozsa, lisztharmat, levélfoltosság, kalászfuzárium) mértékének alakulására. Kalászfuzárium fertőzöttséget csupán a legcsapadékosabb 2010. évben tapasztaltunk, az ezt követő két évjáratban nem jelentkezett ez a betegség az állományokban. A kalászfuzárium fertőzöttség (3. táblázat) a tápanyag szintek növekedésével azonos tendenciában emelkedett minden vizsgált őszi búza esetében. A legnagyobb fertőzöttségi értékeket (10–24%) a legmagasabb $N_{150}+PK$ tápanyagszintek esetében tapasztaltuk. A fajták kontroll kezelésben viszonylag alacsony értékeket (3–9%) mutattak. A legnagyobb fertőzöttséget a GK Öthalom (22–24%) fajta esetében tapasztaltuk. Magas volt a kalászfuzárium fertőzöttség az Mv Toldi (18%), a Lupus (16%), illetve a Pannonikus (17–16%) fajtáknál. A legkisebb fertőzöttségi szintet a Genius (10%) fajta adta.

3. táblázat. A kalászfuzárium fertőzöttség mértéke a vizsgált őszi búza fajtáknál (Debrecen, 2010)

Tápanyagszint (1)	GK Öthalom	Lupus	Pannonikus	Mv Toldi	Genius	Átlag (2)	SzD _{5%} Fajta (A) (3)
Kontroll (4)	5,00	3,00	5,00	9,00	4,00	5,20	
$N_{30}+PK$	12,00	9,00	10,00	12,00	5,00	9,60	
$N_{60}+PK$	19,00	12,00	14,00	15,00	7,00	13,40	1,64
$N_{90}+PK$	17,00	16,00	13,00	16,00	9,00	14,20	
$N_{120}+PK$	22,00	14,00	17,00	18,00	10,00	16,20	
$N_{150}+PK$	24,00	16,00	16,00	18,00	10,00	16,80	
Átlag (5)	16,50	11,67	12,50	14,67	7,50		SzD _{5%} (AXB) (6)
SzD _{5%} Tápanyagszint (B) (7)			3,31				3,66

Table 3. The extent of fusarium head blight infection in the examined winter wheat varieties (Debrecen 2010). (1) Fertiliser dose, (2) Average, (3) LSD_{5%} Variety (A), (4) Control, (5) Average, (6) LSD_{5%} (AXB), (7) LSD_{5%} Fertiliser dose (B).

A levélrozsa értékeket vizsgálva (4. táblázat) megállapítható, hogy a mindhárom vizsgált évjáratban a fertőzöttség mértéke a tápanyagszintek növelésével azonos ütemben növekedett, de nagyságuk eltérő volt fajtánként és évjára-

tonként. A levélrozsda fertőzöttség mindhárom évjáratban minimális mértékű volt. A relatív legnagyobb fertőzöttséget (4–11%) a 2010-es csapadékos évjáratban tapasztaltuk. A fajták közül a GK Öthalom (11%), Lupus (8%) illetve az Mv Toldi (8%) esetében kaptuk a relatív legmagasabb értékeket. Alacsony fertőzöttséget tapasztaltunk a Genius (5%) és Pannonikus (4%) esetében. A 2011. átlagos évjáratban levélrozsda fertőzöttség a kontroll és az alacsonyabb tápanyagszintek ($N_{30-60}+PK$) esetében egyik fajtánál sem jelentkezett. A levélrozsda fertőzés későn a nyár eleji időszakban jelent meg az állományban, mindössze a nagyobb tápanyagkezelésekben és mértéke meglehetősen alacsony (2–4%) volt. A viszonylag legnagyobb levélrozsda fertőzöttséget az Genius (4%) illetve az Mv Toldi (4%) esetében mértük. A 2012. évben a levélrozsda fertőzés mértéke szintén alacsony (7–2%) volt, a kontroll kezeletlen parcellák és az $N_{30}+PK$ tápanyagszintek esetében nem jelentkezett, csupán a magasabb tápanyagszintek esetében. A relatív legnagyobb levélrozsda fertőzöttséget a GK Öthalom (7%) illetve a Genius (4%) fajta esetében mértük. A legkisebb fertőzöttségi értékeket az Mv Toldi (2%) és a Pannonikus (2%) mutatták. A kis mértékű levélrozsda fertőzöttség magyarázható azzal, hogy fajták jó ellenállással rendelkeztek, valamint a kétszeri fungicid kezelés hatékonyságával. A levélfoltosság fertőzöttséget tekintve (5. táblázat) megállapítható, hogy az infekció mértéke a 2010. évben volt a legnagyobb. A betegség már a kontroll kezelésben is közepes mértékben jelentkezett (13–16%), és a tápanyag dózisos növelésnek hatására erősödött. Magas fertőzöttséget mutatott a Genius (17%) fajta már a kontroll kezelés esetében, valamint a legnagyobb fertőzöttségi értéket (42%) mutatott az $N_{150}+PK$ tápanyagszint esetében is, szintén magas volt a levélfoltosság fertőzés mértéke a Lupus (42%) és GK Öthalom (41%) fajtáknál. 2011-ben a levélfoltosság fertőzöttség mértéke jelentősen alacsonyabb volt minden tápanyag szint esetében.

A legnagyobb fertőzöttséget a Lupus (19%), a Genius (14%), illetve a GK Öthalom (14%) fajták esetében mértük. A legkisebb levélfoltosság fertőzöttség az Mv Toldi (10%) esetében mutatkozott. A 2012. évben a fertőzés mértéke nagyobb volt, feltehetően a májusban és júniusban esett nagyobb mennyiségű csapadék következtében. A legmagasabb levélfoltosság fertőzöttség a GK Öthalom (39%) illetve Lupus (34%) esetében mutatkozott, míg a legkisebb fertőzöttség a Pannonikus (15%) fajta esetében volt.

4. táblázat. A levéltrozsdá fertőzöttség mértéke a vizsgált őszi búza fajtáknál
(Debrecen, 2010–2012)

GK Öthalom								
Tápanyagszint	Kontroll	N ₃₀ +PK	N ₆₀ +PK	N ₉₀ +PK	N ₁₂₀ +PK	N ₁₅₀ +PK	Átlag	SzD _{5%} év (A)
(1)	(2)						(3)	(4)
2010	2,00	3,00	5,00	9,00	11,00	11,00	6,83	
2011	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	0,67	3,87
2012	0,00	1,00	3,00	5,00	5,00	7,00	3,50	
Átlag (3)	0,67	1,33	2,67	4,67	6,00	6,67		SzD _{5%} (AXB) (5)
SzD _{5%} Tápanyagszint (B) (6)			1,29					2,23
Lupus								
2010	1,00	2,00	4,00	7,00	8,00	8,00	5,00	
2011	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	1,00	2,96
2012	0,00	0,00	1,00	2,00	1,00	3,00	1,17	
Átlag (3)	0,33	0,67	1,67	3,33	3,67	4,67		SzD _{5%} (AXB) (5)
SzD _{5%} Tápanyagszint (B) (6)			1,70					2,95
Pannonikus								
2010	1,00	1,00	2,00	2,00	4,00	4,00	2,33	
2011	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	3,00	0,67	2,46
2012	0,00	0,00	1,00	1,00	2,00	2,00	1,00	
Átlag (3)	0,33	0,33	1,00	1,00	2,33	3,00		SzD _{5%} (AXB) (5)
SzD _{5%} Tápanyagszint (B) (6)			1,18					2,04
Mv Toldi								
2010	1,00	2,00	3,00	6,00	7,00	8,00	4,50	
2011	0,00	0,00	0,00	1,00	3,00	4,00	1,33	2,58
2012	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	2,00	0,83	
Átlag (3)	0,33	0,67	1,00	2,67	4,00	4,67		SzD _{5%} (AXB) (5)
SzD _{5%} Tápanyagszint (B) (6)			1,24					2,15
Genius								
2010	1,00	1,00	1,00	2,00	4,00	5,00	2,33	
2011	0,00	0,00	0,00	1,00	3,00	4,00	1,33	2,20
2012	0,00	1,00	2,00	2,00	4,00	4,00	2,17	
Átlag (3)	0,33	0,67	1,00	1,67	3,67	4,33		SzD _{5%} (AXB) (5)
SzD _{5%} Tápanyagszint (B) (6)			0,92					1,60

Table 4. The extent of leaf rust infection in the examined winter wheat varieties (Debrecen 2010). (1) Fertiliser dose, (2) Control (3) Average, (4) LSD_{5%} Year (A), (5) LSD_{5%} (AXB), (6) LSD_{5%} Fertiliser dose (B).

5. táblázat. A levélfoltosság fertőzöttség mértéke a vizsgált őszi búza fajtáknál
(Debrecen, 2010–2012)

GK Öthalom								
Tápanyagszint	Kontroll	N ₃₀ +PK	N ₆₀ +PK	N ₉₀ +PK	N ₁₂₀ +PK	N ₁₅₀ +PK	Átlag	SzD _{5%} Év (A)
(1)	(2)						(3)	(4)
2010	14,00	17,00	24,00	34,00	40,00	41,00	28,33	
2011	4,00	5,00	7,00	10,00	13,00	14,00	8,83	4,48
2012	9,00	11,00	24,00	32,00	34,00	39,00	24,83	
Átlag (3)	9,00	11,00	18,33	25,33	29,00	31,33		SzD _{5%} (AXB) (5)
SzD _{5%} Tápanyagszint (B) (6)			2,97					5,14
Lupus								
2010	13,00	16,00	21,00	32,00	36,00	42,00	26,67	
2011	3,00	6,00	9,00	15,00	17,00	19,00	11,50	6,07
2012	8,00	12,00	17,00	29,00	31,00	34,00	21,83	
Átlag (3)	8,00	11,33	15,67	25,33	28,00	31,67		SzD _{5%} (AXB) (5)
SzD _{5%} Tápanyagszint (B) (6)			2,85					4,94
Pannonikus								
2010	14,00	17,00	24,00	32,00	35,00	38,00	26,67	
2011	2,00	5,00	7,00	10,00	11,00	12,00	7,83	4,99
2012	5,00	7,00	12,00	14,00	15,00	15,00	11,33	
Átlag (3)	7,00	9,67	14,33	18,67	20,33	21,67		SzD _{5%} (AXB) (5)
SzD _{5%} Tápanyagszint (B) (6)			2,75					4,76
Mv Toldi								
2010	17,00	21,00	28,00	36,00	40,00	42,00	30,67	
2011	2,00	4,00	7,00	12,00	13,00	14,00	8,67	4,75
2012	7,00	12,00	15,00	21,00	22,00	24,00	16,83	
Átlag (3)	8,67	12,33	16,67	23,00	25,00	26,67		SzD _{5%} (AXB) (5)
SzD _{5%} Tápanyagszint (B) (6)			3,15					5,45
Genius								
2010	16,00	19,00	26,00	31,00	36,00	39,00	27,83	
2011	2,00	3,00	6,00	8,00	10,00	10,00	6,50	5,47
2012	5,00	12,00	16,00	22,00	24,00	25,00	17,33	
Átlag (3)	7,67	11,33	16,00	20,33	23,33	24,67		SzD _{5%} (AXB) (5)
SzD _{5%} Tápanyagszint (B) (6)			2,21					3,82

Table 5. The extent of yellow leaf spot infection in the examined winter wheat varieties (Debrecen 2010–2012). (1) Fertiliser dose, (2) Control (3) Average, (4) LSD_{5%} Year (A), (5) LSD_{5%} (AXB), (6) LSD_{5%} Fertiliser dose (B).

A lisztharmat infekció (6. táblázat) mértéke a már előzőekben tárgyalt másik két betegség tendenciáit mutatta.

Kontroll és az alacsonyabb tápanyagkezelésekben nem volt számottevő a lisztharmatfertőzés egyik évben sem. A 2010 csapadékos évjárat hatására volt a legnagyobb a fertőzés. A legnagyobb fertőzöttség a Genius (13%) és Lupus (14%) fajtáknál volt tapasztalható. A legjobb rezisztenciát az Mv Toldi (6%) mutatta. A 2011. évben a fajták közel azonos fertőzöttséget mutattak (3–5%). A 2012. évben a GK Öthalom (9%) és Lupus (7%) fajták esetében mértünk nagyobb lisztharmat fertőzöttséget, a többi fajta esetében ez az érték alacsony szinten mozgott.

A levélbetegségek és csapadék mennyisége, valamint a hőmérséklet közötti interakciókat Pearson-féle korreláció analízissel vizsgáltuk (7. táblázat).

A kapott eredmények alapján, megállapítható, hogy a januári és a februári csapadék ellátottsággal a levélrozsda fertőzöttség közepesen szoros ($r=0,480-0,488$), a levélfoltosság fertőzöttség ($r=0,647-0,582$) és a lisztharmat fertőzöttség ($r=0,531-0,508$) szintén közepesen szoros pozitív kapcsolatot mutatott. Az áprilisi valamint a májusi csapadék mennyisége és a levélrozsda fertőzés ($r=0,484-0,486$), a levélfoltosság ($r=0,596-0,653$) és a lisztharmat fertőzöttség ($r=0,515-0,531$) között közepesen szoros pozitív korrelációt tapasztaltunk. A levélfoltosság fertőzöttség közepesen szoros pozitív korrelációt ($r=0,610$) mutatott a júniusi csapadékkal. A márciusi és a májusi hónapok hőmérséklete a levélrozsdával ($r=0,467-0,478$), a levélfoltosság ($r=0,665-0,575$), illetve a lisztharmat fertőzöttséggel ($r=0,520-0,505$) közepesen szoros pozitív korrelációt mutatott. Az áprilisi és júniusi hőmérséklet és a levélrozsda ($r=-0,383 - -0,416$), valamint a lisztharmat fertőzés mértéke ($r=-0,446 - -0,423$) között közepes negatív volt a kapcsolat. A levélfoltosság fertőzöttség az áprilisi hőmérséklettel ($r=-0,622$) és a júniusi hőmérséklettel közepesen szoros negatív ($r=-0,433$) kapcsolatot mutatott. A téli és a tavaszi nagyobb mennyiségű csapadék kedvezett a levélbetegségek kialakulásának, illetve a márciusi és májusi meleg időjárás szintén elősegítette az infekciót. Az áprilisi és júniusi magasabb hőmérséklet negatív, azaz csökkentő hatással volt az infekció mértékére.

Az infekció-dinamikai vizsgálatok eredményei azt bizonyították, hogy az évjárat jelentősen befolyásolta a gombás eredetű levél- és kalászbetegségek mértékét. Az átlagos növényvédelmi technológiát (kétszeri fungicid kezelés) alkalmazva a betegségek csupán mérsékelt szinten jelentkeztek.

6. táblázat. A lisztharmat fertőzöttség mértéke a vizsgált őszi búza fajtáknál
(Debrecen, 2010–2012)

GK Öthalom								
Tápanyagszint	Kontroll	GK Öthalom					Átlag	SzD _{5%} Év (A)
(1)	(2)	N ₃₀ +PK	N ₆₀ +PK	N ₉₀ +PK	N ₁₂₀ +PK	N ₁₅₀ +PK	(3)	(4)
2010	3,00	4,00	6,00	10,00	13,00	12,00	8,00	
2011	1,00	1,00	2,00	3,00	5,00	5,00	2,83	1,93
2012	3,00	3,00	5,00	5,00	8,00	9,00	5,50	
Átlag (3)	2,33	2,67	4,33	6,00	8,67	8,67		SzD _{5%} (AXB) (5)
SzD _{5%} Tápanyagszint (B) (6)		1,16						2,01
Lupus								
2010	3,00	5,00	7,00	11,00	13,00	14,00	8,83	
2011	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	2,67	1,51
2012	4,00	4,00	5,00	5,00	8,00	7,00	5,50	
Átlag (3)	2,67	3,33	4,67	6,33	8,33	8,67		SzD _{5%} (AXB) (5)
SzD _{5%} Tápanyagszint (B) (6)		1,00						1,73
Pannonikus								
2010	3,00	4,00	9,00	11,00	11,00	12,00	8,33	
2011	1,00	1,00	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00	1,13
2012	2,00	2,00	2,00	3,00	4,00	4,00	2,83	
Átlag (3)	2,00	2,33	4,33	5,33	6,00	6,33		SzD _{5%} (AXB) (5)
SzD _{5%} Tápanyagszint (B) (6)		0,75						1,30
Mv Toldi								
2010	3,00	4,00	5,00	9,00	10,00	13,00	7,33	
2011	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	4,00	2,50	1,59
2012	1,00	2,00	2,00	4,00	4,00	4,00	2,83	
Átlag (3)	1,67	2,33	3,00	5,33	6,00	7,00		SzD _{5%} (AXB) (5)
SzD _{5%} Tápanyagszint (B) (6)		1,05						1,82
Genius								
2010	2,00	2,00	2,00	4,00	5,00	6,00	3,50	
2011	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	4,00	2,50	1,99
2012	1,00	1,00	2,00	4,00	6,00	6,00	3,33	
Átlag (3)	1,33	1,33	2,00	3,67	5,00	5,33		SzD _{5%} (AXB) (5)
SzD _{5%} Tápanyagszint (B) (6)		0,96						1,67

Table 6. The extent of powdery mildew infection in the examined winter wheat varieties (Debrecen 2010–2012). (1) Fertiliser dose, (2) Control (3) Average, (4) LSD_{5%} Year (A), (5) LSD_{5%} (AXB), (6) LSD_{5%} Fertiliser dose (B).

7. táblázat. *A levélbetegségek és évjáratú tényezők közötti összefüggés vizsgálata Pearson-féle korreláció analízissel (Debrecen, 2010–2012)*

	Csapadék/hónapok									
	(1)									
	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	
Levéltrozsa (3)	0,469	0,287	-0,430	0,488	0,480	-0,168	0,484	0,486	0,368	
	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
Levélfoltosság (4)	0,550	0,208	-0,653	0,647	0,582	-0,408	0,596	0,653	0,610	
	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
Lisztharmat (5)	0,492	0,269	-0,489	0,531	0,508	-0,230	0,515	0,531	0,431	
	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
	Hőmérséklet/hónapok									
	(2)									
	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	
Levéltrozsa (3)	0,483	0,141	0,393	-0,072	0,354	0,467	-0,383	0,478	-0,416	
	**	**	**		**	**	**	**	**	
Levélfoltosság (4)	0,658	-0,011	0,630	0,107	0,319	0,665	-0,622	0,575	-0,433	
	**		**	*	**	**	**	**	**	
Lisztharmat (5)	0,530	0,103	0,456	-0,027	0,347	0,520	-0,446	0,505	-0,423	
	**		**		**	**	**	**	**	

Megjegyzés: ** szignifikáns P=0,01 szinten, * szignifikáns P=0,05 szinten

Table 7. Pearson's correlation analysis of the correlation between leaf diseases and crop year factors (Debrecen 2010–2012). (1) Precipitation/month, (2) Temperature/month, (3) Leaf rust, (4) Yellow leaf spots, (5) Powdery mildew, Note: ** significant at the P=0.01 level, * significant at the P=0.05 level.

A levéltrozsa és a lisztharmat fertőzöttsége, minden vizsgált fajta és évjárat esetében alacsony volt, ilyen kismértékű fertőzöttségi szint nem okoz gazdasági kárt az őszi búza állományokban. A tavaszi és nyári eleji csapadék mennyisége és a hőmérséklet jelentősen befolyásolta a betegségek megjelenését és mértékét. A tápanyag dózisos növelése nagymértékben növelte a fertőzöttség mértékét, míg a fajták fogékonysága és rezisztenciája a betegségekre eltérő mértékű volt. Az újabb modernebb genotípusok, a vizsgált fajták közül, mint a Genius, a Pannonikus, valamint az Mv Toldi jobb rezisztenciát mutattak mindhárom évjáratban, mint a régebbi fajták, (GK Öthalom, illetve Lupus) me-

lyek jelentősen fogékonyabbak voltak a fertőzésre, különösen a nagyobb tápanyag kezelések hatására. A betegségek közül a levélfoltosság fertőzöttség volt a legnagyobb mértékű mind a három vizsgált évjáratban, míg a levélrozsdá volt legkisebb megjelenésű infekció. Kalászfuzárium fertőzöttség csupán az extrém csapadékos 2010. évben fordult elő a vizsgált évjáratok közül.

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

IRODALOM

- Blandino, M.–Reyneri, A.*: 2009. Effect of fungicide and foliar fertilizer application to winter wheat at anthesis on flag leaf senescence, grain yield, flour bread-making quality and DON contamination. *European Journal of Agronomy*. 30. 4: 275–282.
- Csősz, M.*: 2005. Occurrence of necrotrophic pathogens in wheat and their relation to symptom development in Hungary (2000–2002). *Acta Agrobotanica*. 58. 1: 11–16.
- Duveiller, E.–Singh, R. P.–Nicol, J. M.*: 2007. The challenges of maintaining wheat productivity: pests, diseases, and potential epidemics. *Euphytica*, 157. 3: 417–430.
- Hardwick, N. V.–Jenkins, J. E. E.–Collins, B.–Groves, S. J.*: 1994. Powdery mildew (*Erysiphe graminis*) on winter wheat: control with fungicides and the effects on yield. *Crop Protection*. 13. 2: 93–98.
- Jolánkai M.–Tóth Z.–Kismányoky T.–Farkas I.*: 2009. Az agrokémiai kezelések hatása az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) monokultúrában. *Növénytermelés*. 58. 1: 39–50.
- L-Baeckstrom, G.–Lundegardh, B.–Hanell, U.*: 2006. The interactions between nitrogen dose, year and stage of ripeness on nitrogen and trace element concentrations and seed-borne pathogens in organic and conventional wheat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 86. 15: 2560–2578.
- Nierobca, A.–Horoszkiewicz-Janka, J.*: 2006. Influence of weather conditions on occurrence of pathogenic fungi in the winter wheat. *Progress in Plant Protection*. 46. 2: 576–579.

- Pepó P.–Kutasy E.–Borbélyné H. É.–Zsombik L.: 2002. A fajta szerepe a hazai búzatermesztésben. Magyar Mezőgazdaság. 57. 13: 10–11.
- Pepó P.: 2004. Évjárat, trágyázás hatása az őszi búzafajták levél- és kalászbetegségeire tartamkísérletben. Növénytermelés. 53. 6: 559–567.
- Pepó P.: 2009. Eltérő évjárat típusok és agrotechnikai tényezők interaktív hatása az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) termésére. Növénytermelés. 58. 2: 107–122.
- Pepó P.: 2001. Újabb adatok az eltérő genotípusú őszi búzafajták trágyareakciójához. Növénytermelés. 50. 2–3: 203–215.
- Ransom, J. K.–McMullen, M. P.: 2008. Yield and disease control on hard winter wheat cultivars with foliar fungicides. Agronomy Journal. 100. 4: 1130–1137.
- Ruske, R. E.–Gooding, M. J.–Jones, S. A.: 2003. The effects of adding picoxystrobin, azoxystrobin and nitrogen to a triazole programme on disease control, flag leaf senescence, yield and grain quality of winter wheat. Crop Protection. 22. 7: 975–987.
- Seck, M.–Roelfs, A. P.–Teng, P. S.: 1988. Effect of leaf rust (*Puccinia recondita tritici*) on yield of four isogenic wheat lines. Crop Protection. 7. 1: 39–42.
- Serrago, R. A.–Carretero, R.–Bancal, M. O.–Miralles, D. J.: 2009. Foliar diseases affect the eco-physiological attributes linked with yield and biomass in wheat (*Triticum aestivum* L.). European Journal of Agronomy. 31. 4: 195–203.
- Vanloqueren, G.–Baret, P. V.: 2008. Why are ecological, low-input, multi-resistant wheat cultivars slow to develop commercially? A Belgian agricultural 'lock-in' case study. Ecological Economics. 66. 2–3: 436–446.
- Weber, R.–Kita, W.: 2010. Effects of tillage system and forecrop type on frequency of *Fusarium culmorum* and *F. avenaceum* occurrence on culm base of some winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. Acta Agrobotanica. 63. 1: 121–128.
- Wegulo, S. N.–Breathnach, J. A.–Baenziger, P. S.: 2009. Effect of growth stage on the relationship between tan spot and spot blotch severity and yield in winter wheat. Crop Protection. 28. 8: 696–702.
- Wiik, L.–Ewaldz, T.: 2009. Impact of temperature and precipitation on yield and plant diseases of winter wheat in southern Sweden 1983–2007. Crop Protection. 28. 11: 952–962.

A szerző levelezési címe – Adress of the author:

Szabó Éva
Debreceni Egyetem AGTC MÉK
Növénytudományi Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032

A vetőmag kukoricaállomány heterogenitásának hatása néhány agronómiai tulajdonságra és a jövedelmezőségre

¹VIG RÓBERT-¹DOBOS ATTILA-²NAGY PÉTER TAMÁS-¹NAGY JÁNOS

¹Debreceni Egyetem AGTC MÉK Földhasznosítási, Műszaki és
Területfejlesztési Intézet, Debrecen

²Károly Róbert Főiskola Környezettudományi Intézet, Gyöngyös

Összefoglalás

A kukoricavetőmag-előállításban gyakran jelentkező, a költségeket növelő és a jövedelmezőséget csökkentő probléma a növényállományok heterogenitása, ezért fontos szemponttá vált a heterogenitásért felelős tényezők azonosítása és a növényállományok homogenizálása. Megállapításaink igazolására, egy 10,4 hektáros vetőmag kukoricaállományban vizsgáltuk a növényi kondícióban és a terméseredményekben jelentkező heterogenitás mértékét, valamint a heterogenitás jövedelmezőségre gyakorolt hatását.

A vizsgálati eredmények alapján megállapítottuk, hogy a növénymagasság növekedésével az átlagos szemszám (db/növény) 1-ről 286-ra, az átlagos termés (g/növény) 0,2-ről 79,4-re, a SPAD érték 27,1-ről 47,7-re növekedett, míg a növénymagasság növekedésével a szemszám és a termés variációs koefficiense 178%-ról 28%-ra, a SPAD érték variációs koefficiense pedig 18%-ról 6%-ra csökkent. Az átlagérték és a variációs koefficiens közötti összefüggések vizsgálata során a szemszám és a termés esetében erős ($R^2=0,794-0,920$), a SPAD érték esetében közepes ($R^2=0,488-0,525$) negatív regressziót állapítottunk meg, melyből arra a következtetésre jutottunk, hogy a növényi kondíció javulásával a heterogenitás mértéke csökken.

A mintaterületen elért jövedelmi ráta az alacsonyabb (<80 cm), kisebb termésű (<31,1 g/növény) és SPAD értékű (<39,2) állományrészekben negatív (-99-20%), a magasabb (80 cm<=), nagyobb termésű (53,8 g/növény <=) és SPAD értékű (42,1<=) állományrészekben pozitív volt (+47-105%), valamint a növénymagasság, a szemszám, a

termés és a SPAD érték növekedésével növekedett, mely a növényállomány homogenizálásának szükségességét igazolja.

Kulcsszavak: kukorica, heterogenitás, variációs koefficiens, jövedelmezőség

The impact of the heterogeneity of a sowing seed maize population on certain agronomical characteristics and profitability

¹R. VIG-¹A. DOBOS-²P. T. NAGY-¹J. NAGY

¹University of Debrecen, Centre for Agricultural and Applied Economic Sciences, Institute for Land Utilisation, Regional Development and Technology, Debrecen

²Károly Róbert College, Institute for Environmental Sciences, Gyöngyös

Summary

The heterogeneity of plant populations is a frequently appearing problem in maize sowing seed production as it increases costs and reduces profitability. For this reason, the identification of factors responsible for heterogeneity and the homogenisation of plant populations became important aspects. In order to verify our establishments, the extent of heterogeneity and its impact on profitability were examined in a 10.4 ha sowing seed maize population.

Based on the examination results, it was established that the average grain number (number per plant) increased from 1 to 286 with the increase of plant height, while the average yield (g per plant) increased from 0.2 to 79.4, the SPAD readings increased from 27.1 to 47.7. Also, the coefficient of variation of the grain number and yield decreased from 178% to 28%, while the coefficient of variation of the SPAD readings decreased from 18% to 6%. During the examination of the mean value and the coefficient of variation, a strong negative regression ($R^2=0.794-0.920$) was observed in the case of grain number and yield and an average negative regression ($R^2=0.488-0.525$) in the case of SPAD which led us to conclude that the extent of heterogeneity decreases with the increase of plant conditions.

The profit rate reached in the sample area was negative (-99-20%) in the population parts which were shorter (<80 cm) and had lower yield (<31.1 g per plant) and SPAD readings (<39.2), while it was positive (+47-105%) in taller population parts (80 cm<=)

with higher yield (53.8 g per plant \leq) and SPAD readings (42.1 \leq). Also, it was shown that profitability increased with the increase of plant height, grain number, yield and SPAD readings which justifies the need for the homogenisation of plant populations.

Key words: maize, heterogeneity, coefficient of variation, profitability

Влияние гетерогенности посевного материала насаждения кукурузы на некоторые агрономические свойства и рентабельность

¹Р. ВИГ–¹А. Ч. ДОБОШ–²П. Т. НАДЬ–¹Я. НАДЬ

¹Дебреценский Университет АГТС МЭК Институт Землепользования, Технический и Развития территорий, Дебрецен

²Институт им.Кароя Роберта, Экологический Институт, Дьондеш

Резюме

В производстве посевного материала кукурузы часто появляющаяся, увеличивающая расходы и уменьшающая прибыльность проблема – гетерогенность растительных насаждений, поэтому важной точкой зрения стало определение ответственных за гетерогенность факторов и гомогенизация растительных насаждений. Для подтверждения наших выводов мы исследовали в насаждении посевного материала кукурузы площадью 10,4 га размер гетерогенизации, проявившейся в кондиции растений и в результатах урожая, а также влияние гетерогенизации на рентабельность.

На основании результатов исследований мы установили, что с увеличением высоты растения среднее число зёрен (шт/растение) увеличилось с 1-го до 286, средний урожай(г/растение) увеличился с 0,2 до 79,4, величина SPAD с 27,1 до 47,7 выросла, но с ростом высоты растения вариантный коэффициент числа зёрен и урожая сократился с 178% до 28%, а вариантный коэффициент величины SPAD уменьшился с 18% до 6%. В ходе исследований взаимосвязей между средними величинами и вариантным коэффициентом в случае числа зёрен и урожая установили сильную ($R^2=0,794-0,920$) негативную регрессию, а в случае величины SPAD среднюю ($R^2=0,488-0,525$) негативную регрессию установили, из этого сделали следующий вывод, что с улучшением растительной кондиции уменьшается размер гетерогенизации.

Полученный уровень прибыли на опытной территории на более низких (<80 см), меньшего урожая (<31,1 г/растение) и величины SPAD (<39,2) растительных насаждений был негативным (-99–20%), а в более высоких частях растительного насаждения (80 см<=), с большей урожайностью (53,8 г/растение <=) и величиной SPAD (42,1<=) был позитивным (+47–105%), а также с ростом высоты растения, числа зёрен, урожая и величины SPAD выросло, что подтверждает необходимость гомогенизации растительного насаждения.

Ключевые слова: кукуруза, гетерогенность, вариантный коэффициент, рентабельность

Bevezetés és irodalmi áttekintés

A gyakorlatban egyre nagyobb a jelentősége a növényállományt jellemző georeferált adatok alkalmazásának (*Moran et al. 1997, Dobermann et al. 2003*), ugyanis a különböző talajparaméterek térbeli variabilitása a növényállomány és a terméseredmények térbeli heterogenitásával jár együtt (*Yanai et al. 2001, Hu et al. 2003, Rűth és Lennartz 2008*). A heterogén növényállományok kialakulásának oka, hogy a talaj fizikai és kémiai tulajdonságaiban, a talajnedvességben, a talajfelszínben, a rovarkártételben jelentkező területi heterogenitás, valamint az elkövetett természetstechnológiai hibák hiányos kelést okoznak, melynek eredményeként a növények fejlődése a térben differenciálttá válik (*Liu et al. 2004, Martin et al. 2005*). A biológiai paraméterekben jelentkező variabilitás a szomszédos növények közötti versenyből is adódik, ami függ a talajadottságoktól, valamint a szomszédos növények számától, közelségétől és magasságától (*Bonan 1991, Lauer és Rankin 2004*).

A variabilitás jellemzésére alkalmazható mutató a variációs koefficiens (CV %), ami nem más, mint a szórás százalékos aránya az átlaghoz viszonyítva (*Senders 1958*). A variációs koefficiens alkalmas a biológiai paraméterek növényenkénti variabilitásának jellemzésére is, de az alkalmazása során figyelembe kell venni azt a tényt, hogy a variációs koefficiens nagysága erősen függ a vizsgált biológiai paraméter típusától, az átlagértéktől, az állománysűrűségtől, a növényfajtól és a növényfejllettségtől (*Edmeades és Daynard 1979, Tollenar és Wu 1999, Martin et al. 2005, Raun et al. 2005*). *Edmeades és Daynard (1979)* a kukorica biológiai tulajdonságai és az állománysűrűség

közötti összefüggés vizsgálata során megállapították, hogy a növényenkénti variabilitás függ a növényállomány sűrűségétől. A termés (g/növény), a szemszám (db/növény) és a levélterület ($\text{cm}^2/\text{növény}$) variációs koefficiense az állománysűrűség növekedésével szignifikánsan nő, míg a növénymagasság (cm) variációs koefficiense szignifikánsan csökken. A száraztömeg (g/növény) (gyökértömeg, vegetatív tömeg, csőtömeg) variációs koefficiense nagyobb állománysűrűség esetén az idő előre haladtával nő, míg kisebb állománysűrűség esetén relatíve stabil marad. *Tollenar* és *Wu* (1999) valamint *Martin et al.* (2005) megállapították, hogy a növényenkénti variabilitás szoros negatív összefüggésben áll a termésátlaggal, vagyis a nagyobb termésátlagú növényállományokat kisebb heterogenitás jellemzi. A heterogenitás és a terméseredmények közötti összefüggés a különböző kultúrnövények esetén eltérően jelentkezhet, ugyanis *Andrade* és *Abbate* (2005) a szója és a kukorica összehasonlító vizsgálata során arra a következtetésre jutottak, hogy a vegetatív biomassza (g/növény) variációs koefficiensének növekedésével a termés (g/növény) a kukorica esetében csökken, míg a szója esetében változatlan.

A szakirodalom részletesen ismerteti a különböző biológiai paraméterek heterogenitásban jelentkező törvényszerűségeket, a variabilitás időbeli és térbeli változását, valamint a variabilitás és a terméseredmények közötti összefüggéseket, de nem ismerteti a variabilitás jövedelmezőségre gyakorolt hatását, ezért jelen tanulmányunkban a növényállomány heterogenitása és a költségjövedelem viszonyok közötti összefüggéseket értékeljük.

Anyag és módszer

A mintaterület talajadottsága

A vizsgálatokat a hajdúszoboszlói kukorica vetőmag-előállító körzetben végeztük, karbonátos réti csernozjom talajon, egy 10,4 hektáros mintaterületen.

A talajállapotot a talaj felső 30 centiméteres rétegéből vett talajminták alapján értékeltük, figyelembe véve a csernozjom talajokra vonatkozó határértékeket (*Filep* 1995). A vizsgált területek talaja agyagos vályog szerkezetű, gyengén lúgos ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}=7,4$), gyengén meszes (2,3 m/m%) és megfelelő humusztartalmú (3,07 m/m%) volt. A mintaterületek talaja nitrogénben közepesen (1784 mg/kg), foszforban megfelelően (231 mg/kg), káliumban megfelelően (301 mg/kg), cinkben gyengén (1,3 mg/kg) ellátottnak minősült.

Kísérleti tervezés és adatgyűjtés

A mintaterületről (10,4 ha) növénymagasság-térképet készítettünk azzal a céllal, hogy meghatározzuk azokat a részterületeket (állományfoltok, állományrészek), melyek átlagos növénymagassága jelentősen különbözött. A növénymagasság-térkép készítése során a növénymagasság mérését minden második sorban végeztük el. Az anyasorok között haladva 2–3 méterenként Trimble GPS Pathfinder ProXH és ArcPad 7.0 szoftver alkalmazásával mérési pontokat rögzítettünk (összesen 12 633 pontot), a mérési pontokon pedig mérőrúd alkalmazásával meghatároztuk a növénymagasságot. A növénymagasság mérését a címerhányás után, a két legfelső teljesen kibomlott levél metszéspontjáig, 2007. 07. 16. és 2007. 07. 20. között végeztük.

A különböző növénymagassággal jellemezhető állományfoltok területi lehatárolása és a mintavételi pontok kijelölése ArcGis 9.1 szoftverkörnyezetben történt. A mintaterületen hétféle típusú állományfoltot különítettünk el a növényegyedek magassága alapján: < 50 cm, 50–60 cm, 60–70 cm, 70–80 cm, 80–90 cm, 90–100 cm, 100–110 cm, majd a különböző magasságú állományfoltokban több ismétlésben mintavételi pontokat jelöltünk ki (összesen 35) (1. ábra). Az előre kijelölt mintavételi pontokon SPAD-méréseket végeztünk, valamint levél-, termés- és talajmintákat vettünk.

1. ábra. A mintavételi pontok kijelölése heterogén vetőmagkukorica-állományban (2007)

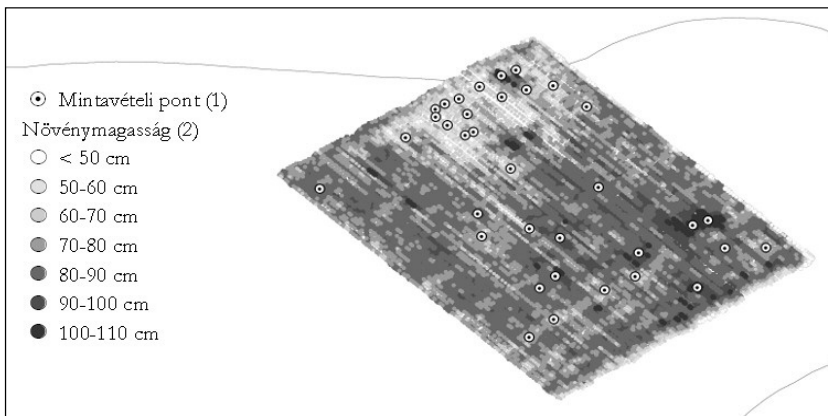


Figure 1. Designation of sampling points in a heterogeneous sowing seed maize population (2007). (1) Sampling point, (2) Plant height.

A termés-mintavétel 2007. 08. 29-én és 2007. 08. 30-án, mintavételi pontonként 10 növényről, a talajmintavétel 2007. 09. 25-én 0–30 és 30–60 cm mélységben, Eikelkamp típusú kézifúróval történt (350 termésminta, 350 levélminta és 70 talajminta).

Mintavételi pontonként SPAD-méréseket is végeztünk Minolta SPAD-502 mérőkészülékkel. A készülék a SPAD értéket a levélen áthaladó vörös fény (650 nm) és a referenciaként használt infravörös fény (940 nm) intenzitásából kalkulálja (Konica Minolta Sensing Inc. 1989), mely szoros összefüggésben áll a levelek klorofilltartalmával, nitrogéntartalmával és a terméssel, így közvetett információt biztosít a növényi kondícióról (Marquard és Tipton 1987, Chapman és Barreto 1997, Lemaire et al. 2008, Ványiné 2008, Ványiné et al. 2011). A SPAD értéket 2007. 07. 27-én (címerhányás után) mintavételi pontonként 10 növényen, a legfejlettebb levélen, levelenként 10 ponton mértük. A SPAD-mérést – egy korábbi publikációnkban ismertetett módszerrel – a levéllemez hosszában arányosan elosztva, a levéllemez jobb és bal oldalán öt-öt ponton végeztük (Víg et al. 2011).

Az eredmények értékelésének módszere

Az eredmények értékelése SPSS for Windows 14.0 statisztikai programcsomaggal történt. A növényenkénti szemszám, termés és SPAD érték eloszlásának normalitását Kolmogorov-Smirnov teszttel, a vizsgált változók varianciájának azonosságát pedig Levene-teszttel értékeltük. A eloszlások normálisnak, a varianciák pedig különbözőnek bizonyultak, ezért a középértékek növénymagasság szerint történő szimultán összehasonlítását Games-Howel teszttel végeztük.

A növényenkénti szemszámban, termésben és SPAD értékben jelentkező heterogenitás értékelését a variációs koefficiens (CV) alapján végeztük az alábbi képlettel $CV=Sd/(M/100)$, ahol Sd=szórás és M=átlag (Senders 1958).

Az átlag és a szórás, valamint az átlag és a variációs koefficiens közötti összefüggést a szakirodalomra alapozva (Tollenar és Wu 1999, Taylor et al. 1999, Martin et al. 2005) lineáris, négyzetes, harmadfokú és logaritmikus regresszióanalízissel vizsgáltuk 0,1 százalékos szignifikancia-szinten.

A különböző magasságú állományrészek területét (TR) ArcGis 9.1 szoftverkörnyezetben határoztuk meg. A különböző magasságú állományrészekre jellemző növényszámot (Nsz) az átlagos növényszám (60 000 db/ha) és a különböző magasságú állományrészek területének (TR) szorzataként ($Nsz=60\ 000*TR$),

a termés mennyiségét (TE) a növényszám (Nsz) és az átlagos termés (TEá) (kg/növény) szorzataként ($TE=Nsz*TEá$) adtuk meg. Az egységnyi területre jutó termelési költség (320 000 Ft/ha) és az egységnyi termésre jutó árbevétel (137,7 Ft/kg) ismeretében kiszámoltuk a különböző magasságú állományrészek termelési költségét ($TK=320\ 000*TR$) és árbevételét ($ÁB=137,7*TE$), valamint a jövedelmet ($J=ÁB-TK$) és a jövedelmi rátát ($JR=J/TK*100$).

Kísérleti eredmények

A terméseredményekben és a SPAD értékben jelentkező heterogenitás

A mintaterületen a növénymagasság 20 és 110 cm között változott. Legnagyobb arányban a 80–90 cm (37,9%) és a 70–80 cm magasságú (28,6%) állományfoltok, legkisebb gyakorisággal a 60 centiméternél alacsonyabb (1,1–3,4%) és a 100–110 cm magasságú (1,1%) állományrészek fordultak elő. Közel hasonlóan alakult a 90–100 cm (14,3%) és a 60–70 cm (13,6%) magassággal jellemezhető állományfoltok területi kiterjedése (1. táblázat).

1. táblázat. A vizsgált paraméterek alakulása a különböző magasságú növényállomány-foltokban

Növénymagasság (cm)	TR	TM	SZ	TEá	SPAD
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<50	0,11	1,1	1 f	0,2 f	27,1 e
50–60	0,35	3,4	5 e	1,4 e	34,5 d
60–70	1,42	13,6	67 d	15,3 d	36,1 d
70–80	2,97	28,6	111 c	31,1 c	39,2 c
80–90	3,94	37,9	213 b	56,8 b	42,1 b
90–100	1,49	14,3	217 b	53,8 b	43,0 b
100–110	0,12	1,1	286 a	79,4 a	47,7 a
F-érték (7)	-	-	128,9 ^{***}	143,9 ^{***}	127,1 ^{***}

Megjegyzés: *** $p<0,001$, (2) TR=terület (ha), (3) TM=területi megoszlás (%), (4) SZ=szemszám (db/növény), (5) TEá=termés (g/növény), (6) SPAD = SPAD érték.

Table 1. The examined parameters in plant population patches of different height. (1) Plant height (cm). Note: *** $p<0,001$, (2) TR=area (ha), (3) TM=area distribution (%), (4) SZ=grain number (number per plant), (5) TEá=yield (g per plant), (6) SPAD = SPAD readings. (7) F value.

A növényenkénti szemszám (db/növény), a termés (g/növény) és a SPAD érték a növénymagasság növekedésével szignifikánsan ($p < 0,001$) növekedett. Nem adódott statisztikailag igazolható különbség a 80–90 és a 90–100 cm magasságú állományrészek növényenkénti szemszámában, termésében és SPAD értékében, valamint az 50–60 és 60–70 cm magasságú állományfoltok SPAD értékében. A növényenkénti szemszám 1–286 db/növény, a termés 0,2–79,4 g/növény, a SPAD érték 27,1–47,7 között változott (1. táblázat). A teljes vizsgálati területet átlagos növényenkénti szemszáma 156 db/növény, átlagos termése 41,2 g/növény, átlagos SPAD értéke 40,2 volt, amitől a legkisebb eltérés a 70–80 centiméteres állományrészekben jelentkezett.

A növényállomány variabilitásának vizsgálata történhet a mért értékek szórásának elemzésével, melynek hátránya, hogy a szórás a különböző átlagértékek mellett eltérő variabilitást jelenthet, valamint a különböző biológiai paraméterek esetében eltérő lehet a szórás és az átlagérték közötti összefüggés, ezért több szerző a szórás helyett az átlaggal korrigált szórást (variációs koefficiens - CV) alkalmazza a variabilitás vizsgálatára (Taylor et al. 1999, Martin et al. 2005, Raun et al. 2005).

A mért értékek szórása és variációs koefficiense mindhárom vizsgálat biológiai paraméter esetében ellentétesen változott, vagyis a növénymagasság növekedésével a szórás növekedett, míg a variációs koefficiens csökkent. A szemszám átlagos szórása 54,9 db/növény, a termés átlagos szórása 14,5 g/növény volt, amit a 70–80 cm magasságú állományrészek szórása közelített meg a leginkább (59,2 db/növény és 16,6 g/növény). Ezzel ellentétben a SPAD érték átlagos szórásához (3,6 SPAD) a 60–70 cm magasságú állományrészek szórása (3,5 SPAD) állt a legközelebb. A mintaterület egészét tekintve a növényenkénti szemszám és termés átlagos variációs koefficiense megegyezett (70%), és nagyobb értéket ért el mint a SPAD érték esetében (10%), valamint a szélső értékek közötti különbség jóval nagyobbak bizonyult a szemszámokban és termésben (150%) mint a SPAD értékekben (12%), melyből arra a következtetésre jutottunk, hogy a növényállomány heterogenitása a növényenkénti szemszámokban és termésben kifejezettebbnek bizonyult, mint a SPAD értékekben (2. táblázat).

Az összefüggés-vizsgálatok során megállapítottuk, hogy a szemszám (db/növény), a termés (g/növény) és a SPAD érték esetében is $p < 0,001$ szinten szignifikáns összefüggés jelentkezett az átlagérték és a szórás között, valamint

az átlagérték és a variációs koefficiens között. A szemszám és a termés átlaga és szórása pozitív meredekségű összefüggést mutatott, ezzel ellentétben a SPAD érték átlaga és szórása negatív összefüggést adott, viszont az átlagérték és a variációs koefficiens között minden esetben negatív meredekségű regressziót tapasztaltunk (3. táblázat).

2. táblázat. A növényenkénti szemszám, termés és SPAD érték szórása és variációs koefficiense a különböző magasságú állományrészekben

Növénymagasság (cm) (1)	SZ (2)		TEá (3)		SPAD (4)	
	Sd (5)	CV (6)	Sd (5)	CV (6)	Sd (5)	CV (6)
< 50	1,5	178	0,3	178	4,9	18
50-60	5,8	103	1,5	103	4,5	12
60-70	46,3	66	10,3	66	3,5	10
70-80	59,2	53	16,6	53	2,8	7
80-90	74,0	35	19,8	35	3,2	8
90-100	59,7	27	14,7	27	3,0	7
100-110	79,7	28	22,0	28	2,8	6
Átlag (7)	54,9	70	14,5	70	3,6	10

Megjegyzés: (2) SZ=szemszám (db/növény), (3) TEá=termés (g/növény), (4) SPAD=SPAD érték, (5) Sd=szórás, (6) CV=variációs koefficiens (%).

Table 2. Standard deviation and coefficient of variation of the grain number per plant, yield and SPAD readings in population parts of different height. (1) Plant height (cm). Note: (2) SZ=grain number (number per plant), (3) TEá=yield (g per plant), (4) SPAD=SPAD reading, (5) Sd=standard deviation, (6) CV=coefficient of variation (%). (7) Mean.

Az eredmények alapján megállapítottuk, hogy a növényenkénti variabilitás csökkenésével párhuzamosan a növénymagasság, a SPAD érték és a termés-eredmények növekedtek, valamint a heterogenitás mértékét kifejező mutatószám (CV) és a növényi kondíciót jellemző biológiai paraméterek (termés-eredmények, SPAD érték) közötti negatív összefüggések szignifikánsnak bizonyultak. A jövedelmezőséget elsősorban a terméseredmények határozzák meg, valamint a terméseredmények szoros összefüggést mutattak a heterogenitás mértékével, ezért feltételeztük, hogy a mintaterületen jelentkező heterogenitás negatívan befolyásolta a jövedelmezőséget. Hipotézisünk igazolására meghatároztuk a különböző magasságú, termésű és SPAD értékű állomány-

részek költség-jövedelem viszonyait, valamint a heterogenitás és a jövedelmezőség közötti összefüggéseket.

3. táblázat. Az átlagérték és a szórás közötti, valamint az átlagérték és a variációs koefficiens közötti összefüggés értékelése

Vizsgált paraméterek (1)	Regresszió típusa (5)	Szórás (13)			Variációs koefficiens (14)		
		R ² (10)	F (11)	REM (12)	R ² (10)	F (11)	REM (12)
Szemszám (db/növény) (2)	Li (6)	0,794	127,3 ^{***}	0,271	0,587	47,0 ^{***}	-0,362
	Lo (7)	0,816	146,0 ^{***}	0,763	0,904	310,0 ^{***}	-21,836
	N (8)	0,917	175,9 ^{***}	13,391	0,690	35,7 ^{***}	-0,866
	H (9)	0,920	119,0 ^{***}	0,626	0,733	28,4 ^{***}	-1,608
Termés (g/növény) (3)	Li (6)	0,803	134,9 ^{***}	0,268	0,566	43,1 ^{***}	-1,316
	Lo (7)	0,804	135,4 ^{***}	3,489	0,907	320,4 ^{***}	-21,636
	N (8)	0,902	146,8 ^{***}	0,563	0,690	35,7 ^{***}	-3,250
	H (9)	0,909	102,8 ^{***}	0,741	0,739	29,3 ^{***}	-6,001
SPAD érték (4)	Li (6)	0,488	24,8 ^{***}	-0,107	0,737	73,0 ^{***}	-0,602
	Lo (7)	0,509	26,9 ^{***}	-3,948	0,779	91,6 ^{***}	-22,433
	N (8)	0,524	13,7 ^{***}	-0,398	0,817	55,6 ^{***}	-2,593
	H (9)	0,525	13,8 ^{***}	-0,258	0,817	55,6 ^{***}	-2,593

Megjegyzés: ***p<0,001, (6) Li=lineáris regresszió, (7) Lo=logaritmus regresszió, (8) N=négyzetes regresszió, (9) H=harmadfokú regresszió, (10) R²=determinációs együttható, (11) F=F-próbastatisztika, (12) REM=a regressziós egyenlet meredeksége.

Table 3. Evaluation of the correlation between the mean value and standard deviation as well as between the mean value and the coefficient of variation. (1) Examined parameters, (2) Grain number (number per plant), (3) Yield (g per plant), (4) SPAD readings, (5) Regression type. Note: ***p<0.001, (6) Li=linear regression, (7) Lo=logarithmic regression, (8) N=squared regression, (9) H=cubic regression, (10) R²=coefficient of determination, (11) F=F test statistics, (12) REM=slope of the regression equation (13) Standard deviation, (14) Coefficient of variation.

A mintaterület költség-jövedelem viszonyai

A különböző kondíciójú és variabilitású állományrészek termelési költsége (TK), árbevétele (ÁB) és jövedelme (J) a növénymagasság növekedésével és a variabilitás csökkenésével párhuzamosan növekvő tendenciát mutatott mindaddig, amíg a növénymagasság el nem érte a 80–90 centimétert, majd ezt kö-

vetően a vizsgált ökonómiai paraméterek (TK, ÁB, J) a növénymagasság növekedésével és a variabilitás csökkenésével párhuzamosan csökkentek (4. táblázat).

4. táblázat. A különböző magasságú állományrészek költség és jövedelem mutatói

Növénymagasság (cm) (1)	TR (2)	TE (3)	TK (4)	ÁB (5)	J (6)	JR (7)
<50	0,11	1,3	35 200	182	-35 018	-99
50-60	0,35	29,4	112 000	4 047	-107 953	-96
60-70	1,42	1303,6	454 400	179 457	-274 943	-61
70-80	2,97	5542,0	950 400	762 952	-187 448	-20
80-90	3,94	13427,5	1 260 800	1 848 524	587 724	47
90-100	1,49	3228,0	476 800	662 139	185 339	39
100-110	0,12	4764,0	38 400	78 701	40 301	105
Összesen (8)	10,40	28295,8	3 328 000	3 536 003	208 003	6

Megjegyzés: (2) TR=terület (ha), (3) TE=termés (kg), (4) TK=termelési költség (Ft), (5) ÁB=árbevétel (Ft), (6) J = jövedelem (Ft), (7) JR=jövedelmi ráta (%).

Table 4. Cost and income indexes of population parts of different height. (1) Plant height (cm). Note: (2) TR=area (ha), (3) TE=yield (kg), (4) TK=production cost (HUF), (5) ÁB=revenue (HUF), (6) J = earnings (HUF), (7) JR=earnings rate (%). (8) Total.

A termelési költség, az árbevétel és a jövedelem változása az eltérő kondíciójú állományrészek területi kiterjedésének változásával áll összefüggésben, ezért a különböző kondíciójú és variabilitású állományrészek költség-jövedelem viszonyainak reális értékelése érdekében a jövedelmet a termelési költség százalékában fejeztük ki, így egy olyan mutatószámot kaptunk (jövedelmi ráta=JR), mely a területi kiterjedéstől függetlenül alkalmas a költség-jövedelem viszonyok összehasonlítására. A jövedelmi ráta a 80 centiméternél alacsonyabb állományrészekben negatívnak (-20-99%), a 80 centiméternél magasabb állományfoltokban pozitívnak bizonyult (+47-105%), valamint - a növényi kondícióval összefüggésben álló biológiai paraméterekhez (terméseredmények, SPAD érték) hasonlóan - a növénymagasság növekedésével növekvő tendenciát mutatott (4. táblázat).

A jövedelmi ráta és a növényi kondíciót jellemző biológiai paraméterek (termés, SPAD érték) variabilitása (CV) közötti összefüggések értékelése során

minden esetben szignifikáns negatív összefüggést kaptunk. Az összefüggés erősségét a regresszió típusa alapvetően befolyásolta, ugyanis lineáris regresszióval kisebb ($R^2=0,642-0,669$), míg négyzetes és harmadfokú regresszióval nagyobb ($R^2=0,835-0,921$) determinációs együtthatóval jellemezhető regressziós egyenleteket kaptunk, ami abból adódott, hogy a jövedelmi ráta növekvő mértékben nőtt a növényi kondícióval összefüggésben lévő biológiai paraméterek (termés, SPAD érték) növekedésével (5. táblázat).

5. táblázat. A jövedelmi ráta (JR) és a variációs koefficiens (CV) közötti összefüggés

Vizsgált paraméterek (1)	Regresszió típusa (4)	R ² (8)	F (9)	REM (10)
Termés (g/növény) (2)	Li (5)	0,669	10,1	-1,2
	N (6)	0,921	23,2	-4,6
	H (7)	0,929	13,1	-7,2
SPAD érték (3)	Li (5)	0,642	9,0	-15,0
	N (6)	0,835	10,0	-72,7
	H (7)	0,835	10,0	-72,7

Megjegyzés: ** $p<0,01$, * $p<0,05$, (5) Li=lineáris regresszió, (6) N=négyzetes regresszió, (7) H=harmadfokú regresszió, (8) R^2 =determinációs együttható, (9) F=F-próbastatisztika, (10) REM=a regressziós egyenlet meredeksége.

Table 5. Correlation between the earnings rate (JR) and the coefficient of variation (CV). (1) Examined parameters, (2) Yield (g per plant), (3) SPAD readings, (4) Regression type. Note: ** $p<0.01$, * $p<0.05$, (5) Li=linear regression, (6) N=squared regression, (7) H=cubic regression, (8) R^2 =coefficient of determination, (9) F=F test statistics, (10) REM=slope of the regression equation.

Az eredmények értékelése és következtetések

A növényállományok variabilitásának vizsgálata során igazolták, hogy a növekvő termésátlag a terméseredményekben jelentkező szórás növekedésével jár együtt (Taylor et al. 1999, Dobermann et al. 2003), míg a SPAD érték átlagos értékének növekedése a mérési eredmények szórásának csökkenését vonja maga után (Scheepers et al. 1992, Chapman és Barreto 1997). Ezzel ellentétben a variációs koefficiens minden vizsgált biológiai paraméter esetében az átlagérték növekedésével csökkenő tendenciát mutat (Taylor et al. 1999, Martin et al. 2005, Raun et al. 2005). Vizsgálati eredményeink a nemzetközi kutatási

eredményeket igazolták, vagyis a szemszám (db/növény) és a termés (g/növény) szórása az átlagértékek növekedésével nőtt, míg a SPAD érték szórása fordítva alakult, vagyis az átlagértékek növekedésével csökkent. Ezzel ellentétben a variációs koefficiens (CV) mindhárom vizsgált paraméter esetében csökkenő tendenciát mutatott az átlagértékek növekedésével, valamint a terméseredmények átlagos variációs koefficiense (CV=70%) és a SPAD érték átlagos variációs koefficiense (CV=10%) között jelentős eltérés adódott (2. táblázat). Ebből arra a következtetésre jutottunk, hogy az eltérő típusú paraméterek variabilitása eltérő mértékben alakulhat, viszont közös jellemzőjük, hogy az átlagértékek növekedésével összefüggésben a variabilitás minden esetben csökken.

Martin et al. (2005) a kukorica átlagos termése és a termés szórása között 0,498 R^2 -értékű pozitív összefüggést határoztak meg, amit harmadfokú regressziós egyenlettel írtak le. Az eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a szemszám (db/növény), a termés (g/növény) és a SPAD érték esetében is az átlagérték és a szórás között a legszorosabb (legnagyobb R^2 értékű) összefüggést a négyzetes és harmadfokú regressziós egyenlet adta. *Martin et al.* (2005) eredményeivel egyezően a szemszám és a termés pozitív meredekségű összefüggést mutatott, ezzel ellentétben a SPAD érték negatív összefüggést adott (3. táblázat).

Taylor et al. (1999) és *Martin et al.* (2005) a termés átlaga és variációs koefficiense között negatív összefüggést állapítottak meg, amit *Taylor et al.* (1999) logaritnikus, míg *Martin et al.* (2005) harmadfokú regresszióval határoztak meg. Vizsgálatunkban az átlagérték és a variációs koefficiens között *Taylor et al.* (1999) és *Martin et al.* (2005) eredményeivel megegyezően minden esetben negatív meredekségű regressziót tapasztaltunk, viszont a legnagyobb determinációs együtthatóval jellemezhető összefüggést a terméseredményekre logaritnikus, a SPAD értékre pedig négyzetes és harmadfokú regresszió-analízis alkalmazása esetén kaptuk (3. táblázat). A regresszió analízis eredménye megerősítette azon hipotézisünket, miszerint a variabilitás mértéke, valamint az átlag és a variációs koefficiens közötti összefüggés jellege erősen függ a biológiai paraméter típusától.

A kukoricavetőmag-előállításban a növényállományok homogenizálása gazdasági jelentőséggel bír, ugyanis a különböző kondíciójú állományrészek jövedelmezősége jelentős mértékben eltérhet, valamint a jövedelmi ráta szoros negatív összefüggésben áll a variabilitással. A jövedelmi ráta és a variabilitás közötti összefüggés jellegéből adódóan (négyzetes és harmadfokú regresszió ne-

gativ meredekséggel) arra a következtetésre jutottunk, hogy minél homogénebb a növényállomány, annál nagyobb jövedelmi ráta érhető el, ami alátámasztja *Plant* (2001) valamint *Irmak et al.* (2002) állítását, miszerint a növényi kondícióban és a terméseredményekben jelentkező területi variabilitás kompenzálása fontos ökonómiai szempont.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton mondunk köszönetet az EMÁG 2000 Kft. vezetőinek – Farkas Istvánnak és Bartha Sándornak – a kísérlet beállításában nyújtott segítségükért.

IRODALOM

- Andrade, F. H.–Abbate, P. E.*: 2005. Response of maize and soybean to variability in stand uniformity. *Agronomy Journal*. 97. 4: 1263–1269.
- Bonan, G. B.*: 1991. Density effects on the size of annual plant populations: an indication of neighbourhood competition. *Annals of Botany*. 68. 4: 341–347.
- Chapman, S. C.–Barreto, H. J.*: 1997. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. *Agronomy Journal*. 89. 2: 557–562.
- Dobermann, A.–Ping, J. L.–Adamchuk, V. I.–Simbahan, G. C.–Ferguson, R. B.*: 2003. Classification of Crop Yield Variability in Irrigated Production Fields. *Agronomy Journal*. 95. 5: 1105–1120.
- Edmeades, G. O.–Daynard, T. B.*: 1979. The developmental of plant-to-plant variability in maize at different planting densities. *Canadian Journal of Plant Science*. 59. 3: 561–576.
- Filep Gy.*: 1995. Talajvizsgálat. Debreceni Agrártudományi Egyetem Mezőgazdaságtudományi Kar. Talajtani és Mikrobiológiai Tanszék. Debrecen.
- Hu, Z. Y.–Haneklaus, S.–Liu, Q.–Xu, C. K.–Cao, Z. H.–Schnug, E.*: 2003. Small-scale spatial variability of phosphorus in a paddy soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 34. 2: 791–801.
- Irmak, A.–Jones, J. W.–Batchelor, W. D.–Paz, J. O.*: 2002. Linking multiple layers of information for diagnosing causes of spatial yield variability in soybean. *American Society of Agricultural Engineers*. 45. 3: 839–849.
- Konica Minolta Sensing Inc.*: 1989. Chlorophyll meter SPAD-502 (instruction manual). 9222-1873-11 AGDBPX (10) Printed in Japan. Osaka.
- Lauer, J. G.–Rankin, M.*: 2004. Corn response to within row plant spacing variation. *Agronomy Journal*. 96. 5: 1464–1468.

- Lemaire, G.-Jeuffroy M.-H.-Gastal, F.*: 2008. Diagnosis tool for plant and crop N status in vegetative stage: Theory and practices for crop N management. *European Journal of Agronomy*. 28. 4: 614-624.
- Liu, W.-Tollenaar, M.-Stewart, G.-Deen, W.*: 2004. Response of corn grain yield to spatial and temporal variability in emergence. *Crop Science*. 44. 3: 847-854.
- Marquard, R. D.-Tipton, L.*: 1987. Relationship between extractable chlorophyll and an in situ method to estimate leaf greenness. *Hortscience*. 22. 6: 1327.
- Martin, K. L.-Hodgen, P. J.-Freeman, K. W.-Melchiori, R.-Arnall, D. B.-Teal, R. K.-Mullen, R. W.-Desta, K.-Phillips, S. B.-Solie, J. B.-Stone, M. L.-Caviglia, O.-Solari, F.-Bianchini, A.-Francis, D. D.-Schepers, J. S.-Hatfield, J. L.-Raun, W. R.*: 2005. Plant-to-Plant variability in corn production. *Agronomy Journal*. 97. 6: 1603-1611.
- Moran, M. S.-Inoue, S.-Barnes, E. M.*: 1997. Opportunities and imitations for image-based remote sensing in precision crop management. *Remote Sensing of Environment*. 61. 3: 319-346.
- Plant, R. E.*: 2001. Site-specific management: the application of information technology to crop production. *Computers and Electronics in Agriculture*. 30. 1-3: 9-29.
- Raun, W. R.-Solie, J. B.-Martin, K. L.-Freeman, K. W.-Stone, M. L.-Johnson, G. V.-Mullen, R. W.*: 2005. Growth stage, development, and spatial variability in corn evaluated using optical sensor readings. *Journal of Plant Nutrition*. 28. 1: 173-182.
- Rüth, B.-Lennartz, B.*: 2008. Spatial Variability of Soil Properties and Rice Yield Along Two Catenas in Southeast China. *Pedosphere*. 18. 4: 409-420.
- Schepers, J. S.-Francis, D. D.-Vigil, M.-Below, F. E.*: 1992. Comparison of corn leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter readings. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*. 23. 17-20: 2173-2187.
- Senders, V. L.*: 1958. *Measurement and statistics*. New York. Oxford University Press.
- Taylor, S. L.-Payton, M. E.-Raun, W. R.*: 1999. Relationship between mean yield, coefficient of variation, mean square error and plot size in wheat field experiments. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 30. 9-10: 1439-1447.
- Tollenaar, M.-Wu, J.*: 1999. Yield improvement in temperate maize is attributable to greater stress tolerance. *Crop Science*. 39. 6: 1597-1604.
- Ványiné Széles, A.*: 2008. The effect of crop year and fertilization on the interaction between the SPAD value and yield of maize (*Zea mays* L.) within non-irrigated conditions. *Cereal Res. Commun.* 36. 2: 1367-1371.
- Ványiné Széles, A.-Megyes, A.-Nagy, J.*: 2011. Effect on N fertilisation on the chlorophyll content and grain yield of maize in different crop years. *Növénytermelés*. 60. Suppl. 161-164.
- Víg R.-Nagy P. T.-Dobos A.-Nagy J.*: 2011. A talaj 0,01 M CaCl₂-oldható szerves nitrogéntartalmának összefüggése a növényi kondícióval és a terméseredményekkel. *Agrókémia és Talajtan*. 60. 1: 133-146.

Yanai, J.-Lee, C. K.-Kaho, T.-Iida, M.-Matsui, T.-Umeda, M.-Kosaki, T.: 2001.
Geostatistical analysis of soil chemical properties and rice yield in a paddy field
and application to the analysis of yield-determining factors. *Soil Science and Plant
Nutrition*. 47. 2: 291-301.

A szerzők levelezési címe - Address of the authors:

Dr. Vig Róbert - Dr. Dobos Attila - Dr. Nagy János
Debreceni Egyetem AGTC MÉK
Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032

Dr. Nagy Péter Tamás
Károly Róbert Főiskola
Környezettudományi Intézet
Gyöngyös
Mátrai út 36.
H-3200

SZEMLE

Review

A Budapesti Központi Szennyvíztisztító Telep (BKSZT) szennyvíz és szennyvíziszap elemforgalmáról

KÁDÁR IMRE-DRASKOVITS ESZTER

MTA ATK Talajtani és Agrokémiiai Intézet, Budapest

Összefoglalás

A telepen termelődő víztelenített iszap 27% légszáranyagot tartalmazott vizsgálataink szerint. A légszár anyagban a szervesanyag 45, a szerves-C 26, az összes-N 4,26%-ot képviselt. A C/N aránya 6 körüli volt. Az „összes” só 1,65%-ot, a szervesetlen só 0,27%-ot mutatott. Az ásványi-N az összes-N 7%-át tette ki. Az $\text{NH}_4\text{-N}$ 3104, a $\text{NO}_3\text{-N}$ 38 mg/kg koncentrációban fordult elő. Az $\text{NH}_4\text{-laktát-ecetsav}$ (AL) oldható P_2O_5 8218 mg/kg, míg az $\text{AL-K}_2\text{O}$ 1385 mg/kg volt.

Az iszap Zn-tartalma 0,11%-ot, a Cu-tartalom 0,08%-ot ért el, mely ipari szennyezésre utal. Mindez nem csökkenti az iszap értékét, amennyiben a hazai talajok nagy része Zn és Cu elemekben kifejezetten szegény. Az előírt terhelési limit 10 kg/ha/év Cu, melyet 47 t/ha/év adaggal, míg a 30 kg/ha/év Zn-terhelési határt 97 t/ha/év adaggal érnék el szántóföldi alkalmazás esetén.

Korlátozó tényező lehet a nagy N-tartalom. Amennyiben az iszap teljes N-készlete az első évben ásványosodna és $\text{NO}_3\text{-N}$ formává alakulna, úgy mindössze 15 t/ha/év adag volna alkalmazható N-érzékeny területen. Más esetben az adag 30 t/ha/év lehet. Amennyiben az iszap lebomlását reálisan a szokásos 3-4 évre tesszük más szerves trágyaszerekhez hasonlóan, akár 100 t/ha/év felhasználás is elfogadható.

Az 50/2001. (IV.3.) sz. kormányrendelet indokolatlanul akadályozza az iszapok használatát termőföldön. Ezzel növeli az illegális elhelyezés kockázatát. Felülvizsgálata

indokolt, mert eltekint a sajátos hazai viszonyoktól és szakmai érvektől. Korábbi kísérleteink szerint a komposztok, szennyvíziszapok N-készlete a talajviszonyoktól és a gazdálkodási viszonyoktól függően 3–10 év alatt hasznosulhat. Elérendő, hogy a káros elemekben szegény, esszenciális elemekben gazdag iszapok mezőgazdasági felhasználása a jelenlegi becült 10% körüli értékről az EU országokra jellemző 50–80%-os szintre emelkedjen. Ezzel nőhetne talajaink szervesanyag és tápelem készlete, termékenysége, javulhatna vízgazdálkodásuk és környezetvédelmi funkcióik.

Kulcsszavak: szennyvíztisztító telep, szennyvíziszap, elemösszetétel, elemforgalom

Sewage and sewage sludge element turnover of the Budapest Central Sewage Plant (BKSZT)

I. KÁDÁR–E. DRASKOVITS

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

Summary

According to our analyses, the de-watered sludge produced at the plant contained 27% air-dry material. The following values were measured in the air-dry material: organic matter: 45%, organic C: 26%, total N: 4.26%, C/N ratio: 6, "total" salt: 1.65%, inorganic salt: 0.27%, mineral N: 7% of total N, $\text{NH}_4\text{-N}$: 3104 mg kg⁻¹, $\text{NO}_3\text{-N}$: 38 mg kg⁻¹, $\text{NH}_4\text{-lactate}$ acetic acid (AL) soluble P_2O_5 : 8218 mg kg⁻¹, AL- K_2O : 1385 mg kg⁻¹.

The Zn content of sludge was 0.11% and the Cu content was 0.08% which shows industrial contamination. These do not reduce the sludge value, as the majority of Hungarian soils are especially low on Zn and Cu. The prescribed loading limit is 10 kg ha⁻¹ year⁻¹ Cu which is reached with 47 t ha⁻¹ year⁻¹, while the 30 kg ha⁻¹ year⁻¹ Zn loading limit could be reached with 97 t ha⁻¹ year⁻¹ in the case of field use.

High N content could be a restricting factor. If the total N stock of the sludge mineralised in the first year and transformed to $\text{NO}_3\text{-N}$, only 15 t ha⁻¹ year⁻¹ could be used in the N-sensitive area. In other cases, this dose could be 30 t ha⁻¹ year⁻¹. If the breakdown of sludge is considered to be the usual 3–4 years similarly to other fertilisers, even 100 t ha⁻¹ year⁻¹ is acceptable.

The Govt. decree no. 50/2001. (IV.3.) prohibits the use of sludge in the field for no reason, thereby increasing the risk of illegal application. The supervision of this decree is justified because it neglects the typical Hungarian conditions and professional arguments. Based on our previous experiments, the N stock of composts and sewage sludges could be utilised in 3–10 years, depending on soil and farming conditions. It is an objective to increase the agricultural use of sludges poor in harmful substances and rich in essential elements from the currently estimated 10% to the 50–80% typical in EU countries. This could increase the organic matter and nutrient stock, as well as the productivity of our soils, while their water management and environmental protection features would also improve.

Key words: sewage plant, sewage sludge, composition, element turnover

О применении элементов сточных вод и ила сточных вод Будапештской Центральной Водоочистительной Станции (BKSZT)

И. КАДАР-Е. ДРАШКОВИЧ

Институт Почвоведения и Агрохимии Венгерской Академии наук (MTA ATK),
Будапешт

Резюме

По нашим исследованиям образующийся на станции обезвоженный ил содержал 27% воздушно-сухого вещества. В воздушно-сухом веществе органическое вещество составляло 45%, органический С 26%, весь N 4,26%. Соотношение C/N было около 6. „Вся” соль показала 1,65%, неорганическая соль показала 0,27%. Минеральный N составил 7% общего N. $\text{NH}_4\text{-N}$ встретился в концентрации 3104, а $\text{NO}_3\text{-N}$ в концентрации 38 mg/kg. $\text{NH}_4\text{-лактат-уксусная кислота (AL)}$ растворимая P_2O_5 8218 mg/kg, а $\text{AL-K}_2\text{O}$ 1385 mg/kg было.

Содержание илом Zn было 0,11%, содержание илом Cu достигло 0,08%, что говорит о промышленном загрязнении. Всё это не уменьшает ценность этого ила, поскольку большая часть венгерских почв бедна элементами Zn и Cu. Предписанный лимит нагрузки 10 kg/ha/год Cu, который можно достичь дозой 47 t/ha/год,

а 30 kg/ha/год лимит нагрузки Zn можно было бы достичь дозой 97 t/ha/год в случае использования в пашне.

Ограничивающим фактором может быть большое содержание N. Если бы весь запас N ила в первый год минерализировался бы и преобразовался бы в форму $\text{NO}_3\text{-N}$, так всего можно было бы применять дозу 15 t/ha/год на чувствительной к N территории. В другом случае эта доза может быть 30 t/ha/год. Если на разложение ила реально считаем обычные 3–4 года как и с другими органическими удобрениями, тогда можно принять и применение 100 t/ha/год.

Постановление правительства No. 50/2001. (IV.3.) безосновательно препятствует использованию ила на плодородной почве. Этим увеличивается риск его нелегального размещения. Обосновано его пересмотрение, так как не принимает во внимание особенные венгерские условия и профессиональные доводы. Согласно нашим ранним опытам запасы N компостов, ила сточных вод в зависимости от условий почвы и условий хозяйствования могут использоваться за 3–10 лет. Надо достичь того, чтобы применение в сельском хозяйстве бедных вредными элементами, богатых существенными элементами илов с сегодняшнего, оцененного примерно около 10%-ого уровня поднялось до характерного для стран ЕС 50–80%-ого уровня. С этим мог бы вырасти запас органических веществ и питательных элементов наших почв, их плодородие, могло бы улучшиться наше водохозяйство и функции охраны окружающей среды.

Ключевые слова: водоочистительная станция, ил сточных вод, состав элементов, применение элементов

Bevezetés, a vállalat ismertetése

A BKSZT fogadja a fővárosi csatornahálózatból érkező szennyvizek jelentős részét, a budai oldalról és Pest központi területéről a kelenföldi és ferencvárosi átemelő telepen keresztül. A csapadékvíz és a szennyvizet ugyanaz a rendszer gyűjti. Esős időszakban nagy mennyiségű szilárd anyag mosódik be sok lebegőanyagot hozva. Ilyenkor nő a terhelés és az energiafogyasztás. A technológia három részből áll: előtisztítás, biológiai kezelés, valamint hulladék és iszapkezelés. A nyers szennyvíz a kelenföldi és a ferencvárosi átemelő telepekről érkezik. Nyolc finomrács szűr ki minden 3 mm-nél nagyobb szilárd anyag-szemcsét, majd nyolc sedipac műtárgy távolítja el a megmaradt homokot, zsírt, kiülepíthető primer iszapot. A szennyvizet a Telep analitikai laboratóriuma

monitoring jelleggel vizsgálja. Az esetleges ipari szennyezők kiszűrése is fontos feladat. Meg kell akadályozni ipari szennyvizek kommunális csatornarendszerbe való ürítését, hiszen az üzemet nem ilyen szennyvizek tisztítására tervezték.

A kb. 8 órán át tartó biológiai kezelés során baktérium kultúrák segítik a szerves és ásványi szennyezők leválasztását. A foszfor biológiai eltávolítását FeCl_3 -dal történő vegyszeres kémiai kicsapás egészíti ki. Végül az utóülepítő medencében válik el a tisztított víz a tisztítási maradéktól, iszaptól. Az előtisztításkor keletkező rácsszemetet tömörítik, a homokot osztályozzák, a zsírokat leválasztják és a kezelést követően hulladéklerakón helyezik el. A szennyvíz sűrű üledéke, az iszap az üzem értékes mellékterméke. Az iszapot sűrítik, víztelenítik, pasztörizálják, majd termofil anaerob rothasztó tartályba töltik. Az 55–60 °C hőmérsékleten, a 12 napon át zajló rothasztási ciklusban biogáz termelődik metántermelő kultúrák segítségével. A metán és széndioxid keverékéből álló biogáz némi tisztítás után elégethető. A motorok 80%-os hatásfokkal állítanak elő hő- és villamosenergiát, mely az üzem energiaigényének több mint 50%-át fedezi.

A visszamaradó pasztörizált, centrifugákkal víztelenített iszapot Budapest környékére több helyre szállítják ki közúton, naponta mintegy 8 kamionnal. 2010-ben 2044 kiszállítás történt. Napjainkban hulladéklerakók rekultiválásánál használják. A tervek között a komposztálás is szerepel, mely komposzt a kereskedelmi forgalomba kerülve részben a műtrágyákat (N, P) helyettesítheti. Az iszap jellegzetes, kellemetlen szagú. Vizsgálják a semlegesítés, a szagtalanítás lehetőségét. Az üzem eddig nem tett kísérletet az iszap mezőgazdasági bevezetésére. Nem folytak e trágyaszerrel átfogó laboratóriumi vizsgálatok, tenyészedény, kisparcellás, illetve nagyüzemi kísérletek. A végtermék iszap talajbani lebomlásának, a talajok és a növények terhelhetőségének hosszú távú, több talajra és növényfajra kiterjedő kísérletes vizsgálata kb. egy évtizedes intenzív munkát igényelhet majd.

A szigorított, 2013-ban hatályba lépő EU szabvány szerint a tisztított szennyvíz N-tartalma maximálisan 10 mg/liter lesz a jelenlegi 30 mg/l helyett, a P pedig 1 mg/l a jelenlegi 2 mg/l helyett. Ehhez további fejlesztések szükségesek. Óvatosságra int, hogy a fővárosi ivóvíz kutak általában közel vannak a Dunához. A kibocsátott tisztított szennyvíz minőségét állandóan ellenőrizni kell a vízadó rétegek védelme érdekében. E monitoring program eredményeit folyamatosan jelentik a környezetvédelmi hatóság felé (Közép-Duna-völgyi Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség). A VITUKI által

végzett eddigi vizsgálatok szerint a BKSZT tisztított szennyvize a dunai vízminőséget, illetve a Csepel-Halásztelek ivóvíz bázisát nem veszélyezteti.

A keletkező iszap hosszú távú környezetvédelmi szempontból megfelelő és végleges elhelyezésére nem fordítottak kellő figyelmet. A telepi iszaptárolók folyamatos iszapszállítást feltételeznek, mindössze kb. 4 napi tárolókapacitással rendelkeznek. Az elhelyezésre nincsenek hosszú távú, több évre szóló szerződések. Ez a körülmény a Telep vízjogi üzemeltetését veszélyezteti. Az iszap elszállítására Budapest Főváros Önkormányzata pályázatokat kísérel meghirdetni 2 éves periódusra. Iszapszállító vállalkozó: Biosolid 2009 Konzorcium, melynek vezetője az EWC-H Kft.

A szennyvizek jellemzői és becsült N és P hozamok műtrágyaértéke

A heves esőzések vize átmosa a csatornarendszert és a felkavart üledék nagy lebegőanyag terheléssel járt pl. 2010-ben. A fogadott szennyvíz mennyisége júniusban kétszerese volt a januárinak. A nitrogén és foszfor koncentrációja ugyanakkor felére esett a bővizű hónapban. A Dunába kibocsátott tisztított szennyvíz mennyisége pl. januárban 6,4 millió m³, míg júniusban 12,1 millió m³ volt, tükrözve a havi csapadékingadozást. A fogadott, biológiailag tisztított és a Dunába bocsátott tisztított szennyvíz minőségi jellemzőit, valamint a határértékeket az *1. táblázat* tekinti át. Az átlagos éves vízforgalom 102 millió m³ volt.

Megállapítható, hogy a Kémiai Oxigén Igény (KOI), az 5 napos Biokémiai Oxigén Igény (BOI₅), Összes Lebegő Anyag (ÖLA) és az NH₄-N koncentrációja 2-3 nagyságrenddel csökkent a biológiai tisztítással. Az összes N és P szintén töredékére esett. A nitrifikáció előre haladt. A Dunába bocsátott vízben nőtt a KOI, BOI₅, ÖLA és némileg az NH₄-N mennyisége. Az elfolyó víz tartalmazhat ugyanis bizonyos mértékig tisztítatlan, a megkerülő vezetékre továbbított szennyvizet is. A betartandó határkoncentrációkat csak a biológiai tisztítással kell elérni, de a Dunába engedett víz is teljesíti.

A szennyvíztisztítási technológiai különböző vegyszereket használ. Elsősorban FeCl₃-ot, melynek mennyisége meghaladhatja a 3000 tonnát évente. Szükséges a foszfor vasfoszfátként való kicsapásához és a kolloidok koagulációjához a víztelenítés előtt. A termelődő biogáz szulfid tartalmának csökkentésekor is használatos. A NaOH (129 t), NaOCl (111 t), NaCl (6 t), H₂SO₄ (4 t), KOH (kb. 1 t), H₃PO₄ (kb. 0,5 t) szintén a vegyianyag repertoár része. Főként a kémiai szagtalanítás igényli.

1. táblázat. A fogadott, biológiailag tisztított és a Dunába kibocsátott tisztított szennyvíz minőségi jellemzői 2010-ben, valamint a betartandó határértékek

Minőségi mutató (1)	Mértékegység (2)	Fogadott szennyvíz (3)	Biológiailag tisztított (4)	Dunába bocsátott tisztított víz (5)	Határértékek (6)
KOI	mg/l	379	38	56	125
BOI5	mg/l	226	12	22	25
ÖLA	mg/l	217	9	24	35
NH-N	mg/l	29,2	1,3	2,1	5
NO ₃ -N	mg/l	0,3	8,1	5,3	17
Össz-N (7)	mg/l	40,4	11,1	11,4	30
Össz-P (8)	mg/l	5,1	1,1	1,1	2

Megjegyzés: átlagos vízforgalom 102 millió m³/év. Forrás: BKSZT Fenntarthatósági Jelentés (2011)

Table 1. Quality parameters and limit values to be complied with regarding the received, the biologically purified sewage and the water released into the Danube. (1) Quality parameter, (2), Measurement unit (3) Received sludge, (4) Biologically purified, (5) Water released into the Danube, (6) Limit values, (7) Total N, (8) Total P. Note: average water turnover: 102 million m³ year⁻¹. Source: BKSZT Sustainability Report (2011).

A befolyó szennyvíz N és P tartalmát, elemhozamát és műtrágya egyenértékét a 2. táblázat szemlélteti. Látható, hogy a 2010-ben érkező kereken 102 millió m³ szennyvíz átlagosan 40 mg/l N-t tartalmazott, amely 4,073 t N-hozamnak felel meg. A jelenlegi árakon számolva 250 eFt/t a N hatóanyag ára. A szennyvíz tehát 1 milliárd Ft körüli értékű N-tápanyagot, valamint 641 eFt/t elemi P fajlagos műtrágya egyenértékkel számolva (5 mg/l P-tartalom, 509 t P-hozam) még 326 eFt értékű P-tápanyagot jelenthet. Nem becsülhető, illetve nem ismert a K, Ca, Mg, S makroelemek, illetve az esszenciális mikroelemek éves hozama és tápértéke.

Megemlíthető, hogy a hazai és nemzetközi tartamkísérletek tanulsága szerint a szerves-N egy része a mikrobiális bomlás, feltáródás nyomán elveszhet, a levegőbe elillanhat. Az ásványi NH₄-N és a NO₃-N formák azonban így is 751 millió Ft-ot képviselhetnek. A 38%-os N-tartalmú NH₄NO₃ műtrágyában a N-hatóanyag ára 250 eFt/t, tehát indokolt a szennyvíz N-hozamát és műtrágya egyenértékét ilyen módon becsülni. A 2. táblázatban feltüntetett adatokat, ami a befolyó szennyvíz összetételét és NP tartalmát illeti, a „BKSZT Fenntarthatósági Jelentése” (2011) c. kiadványa tartalmazza.

2. táblázat. A Budapesti Központi Szennyvíztisztító Telepen (BKSZT) befolyó szennyvíz becsült ásványi elem és műtrágya egyenérték forgalma 2010-ben

Mért jellemző (1)	Befolyó szennyvíz összetétele* (2)	Anyag, illetve elemhozam (3)	Fajlagos érték (eFt/t) (4)	Éves értékhozam (eFt) (5)
*Befolyó szennyvíz: 101 816 949 m ³ (6)				
Össz-N (mg/l) (7)	40	4 073	250	1 018 250
Össz-P (mg/l) (8)	5	509	641	326 269
NH ₄ -N (mg/l) (9)	29,2	2 973	250	743 250
NO ₃ -N (mg/l) (10)	0,3	31	250	7 750
Ásványi-N összesen (11)		304	250	751 000

*Forrás: BKSZT Fenntarthatósági Jelentés (2011)

Table 2. The estimated mineral element and fertiliser equivalent turnover of the sewage received by the Budapest Central Sewage Plant (BKSZT) in 2010. (1) Measured parameter, (2), Composition of the inlet sewage (3) Material and element output, (4) Specific value (thousand HUF per t), (5) Yearly revenue (thousand HUF), (6) Sewage inlet, (7) Total N (mg l⁻¹), (8) Total P (mg l⁻¹), (9) NH₄-N (mg l⁻¹), NO₃-N, (10) (mg l⁻¹), (11) Total mineral N. *Source: BKSZT Sustainability Report (2011).

A Dunába eresztett tisztított szennyvíz mennyisége elérte 2010-ben kerekén a 105 millió m³-t. Ez több mint a beérkező szennyvíz tömege, mert hozzáadódik a Telep csapadéka és a szennyvíztisztítási technológia során felhasznált víz mennyisége is. Az elfolyó vízben az összes-N közel az 1/4-ére, az összes-P az 1/5-ére csökkent. Az ásványi N-formák koncentrációja pedig nagyságrenddel hígult. A Dunába eresztett tisztított víz azonban még így is számításaink szerint 200 millió Ft ásványi, illetve 300 MFt összes-N, valamint 74 MFt összes-P műtrágya-egyenértéket jelenthet. Ez a P-mennyiség hozzájárulhat az élővizek eutrofizációjához (3. táblázat).

A termelődő szennyvíziszap jellemzői és trágyaértéke

A Telepen termelődő víztelenített szennyvíziszapból, tájékozó jelleggel, 2 átlagmintát kértünk a Telepen történt látogatás (Víz világnapja 2012) alkalmával. Az iszapot az MTA AKT TAKI ICP laboratóriuma vizsgálta. Az iszap általános jellemzőit a 4. táblázatban foglaltuk össze. A nyers víztelenített iszap 27% száraz-

anyagot tartalmazott. A szárazanyag 45%-a, közel fele volt szervesanyag. A szerves-C 26%-ot, összes-N 4,26%-ot képviselt a C/N aránya 6 körülnek adódott. A szűk C/N arány az iszap gyors feltáródására is utalhat elméletileg. De ez csak szabadföldi tartamkísérletekben állapítható meg. Fontos volna ilyen kísérlet során monitoring jelleggel nyomon követni a különböző szennyvíziszap dózisos hatására a talajban lezajló folyamatokat (lebomlás, mineralizáció, kilúgzás, megkötődés, növényi felvehetőség). Meghatározni, hogy az iszapterhelés milyen mérhető változásokat okozhat a talaj „összes” és oldhatóbb, mobilis elemtartalmában. Továbbá vizsgálni a szennyvíziszap-terhelés hatását a kiválasztott tesztnövény ásványi összetételére, valamint a növényi fejlődésre, termésre is.

3. táblázat. A Budapesti Központi Szennyvíztisztító Telepen (BKSZT) elfolyó víz ásványi elem és műtrágya egyenérték forgalma 2010-ben

Mért jellemző (1)	Elfolyó víz összetétele* (2)	Anyag, illetve elemhozam (3)	Fajlagos érték (eFt/t) (4)	Éves értékhozam (eFt) (5)
*Befolyó szennyvíz: 105 064 619 m ³ (6)				
Össz-N (mg/l) (7)	11,4	1 198	250	299 500
Össz-P (mg/l) (8)	1,1	116	641	74 356
NH ₄ -N (mg/l) (9)	2,1	221	250	55 250
NO ₃ -N (mg/l) (10)	5,3	557	250	139 250
Ásványi-N összesen (11)		778	250	194 500

*Forrás: BKSZT Fenntarthatósági Jelentés (2011)

Table 3. The estimated mineral element and fertiliser equivalent turnover of the water output of the Budapest Central Sewage Plant (BKSZT) in 2010. (1) Measured parameter, (2), Composition of the water output (3) Material and element output, (4) Specific value (thousand HUF per t), (5) Yearly revenue (thousand HUF), (6) Sewage inlet, (7) Total N (mg l⁻¹), (8) Total P (mg l⁻¹), (9) NH₄-N (mg l⁻¹), NO₃-N, (10) (mg l⁻¹), (11) Total mineral N. *Source: BKSZT Sustainability Report (2011).

Az „összes só” 1,65%-ot, a szervesetlen só 0,27%-ot mutatott. Az iszap gazdag N-ben, az istállótrágya átlagos N-készletét mintegy 2-szeresen múlhatja felül. A N főként szerves formában van. Az összes ásványi N a N-készlet mindössze 7%-át teszi ki. Az ásványi formák közül dominál az NH₄-N forma, a NO₃-N elenyé-

sző. Meghatároztuk az iszap ammonlaktát-ecetsavban (AL) oldható P és K tartalmát is. Az AL-oldható K_2O mennyisége 1385 mg/kg, az AL-oldható P_2O_5 mennyisége 8218 mg/kg értéket adott a nagy PK-trágyaértéket tükröz.

A 4. táblázatban feltüntettük a szennyvíziszap minőségi mutatóit a természetes 27% szárazanyag tartalmú nyers iszapra számolva is. Bemutattuk, hogy egy átlagos szervestrágya adaggal, a 30 t/ha leszántásával milyen terhelés érné a talajt. Egy szegény vagy közepes humusztartalmú homoktalaj szántott rétegének szervesanyag-készlete akár 10–20%-kal is javulhatna. A 345 kg/ha-ra becsült összes N egy része, ismeretlen hányada hozzájárulhatna a termesztett növény N-táplálásához. A szervesetlen só mennyisége agronómiailag nem számottevő, hasonlóképpen a 25 kg/ha ásványi N is elhanyagolható. Bár 1 t/ha kalászos N-igényét képes volna fedezni.

4. táblázat. A Budapesti Központi Szennyvíztisztító Telep (BKSZT) víztelenített kommunális szennyvíziszap egyéb jellemzői légszárazanyagban és a 30 t/ha nyers iszappal okozott talajterhelés

Mért jellemzők (1)	Mértékegység (2)	*Iszap légszárazanyagban (3)	Nyers iszapban (27% sz.a.) (4)	Okozott talajterhelés** (kg/ha) (5)
Szervesanyag (6)	%	45	12	3600
Szerves-C (7)	%	26	7	2100
Összes-N (8)	%	4,26	1,15	345
C/N arány (9)		6,1		
Összes só (10)	%	1,65	0,45	135
Szervesetlen só (11)	%	0,27	0,07	21
NH ₄ -N	mg/kg	3104	838	25
NO ₃ -N	mg/kg	38	10	0,3

*AL- P_2O_5 8218 mg/kg, AL- K_2O 1385 mg/kg, ** 30 t/ha nyers iszappal

Table 4. Other characteristics of the de-watered communal sewage sludge of the Budapest Central Sewage Plant (BKSZT) in air-dry material and soil loading with 30 t ha⁻¹ raw sludge. (1) Measured parameter, (2) Composition of the water output (3) *Sludge content in air-dry material, (4) In raw sludge (27% dry matter), (5) Soil loading caused** (kg ha⁻¹), (6) Organic matter, (7) Organic C, (8) Total N, (9) C/N ratio, NO₃-N (10) Total salt, (11) Inorganic salt. *AL- P_2O_5 8218 mg kg⁻¹, AL- K_2O 1385 mg kg⁻¹, ** with 30 t/ha raw sludge.

Az 5. táblázatban a termelődő kommunális szennyvíziszap tápelemtartalma, elemhozama és műtrágya értéke tekinthető át 2010-ben. A szennyvíziszap mennyisége 16 644 t volt 2010-ben. Az elemtartalma vizsgálataink szerint 4% feletti Ca és N, valamint 3,48% P; 1,44% S; 0,66% Mg; 0,23% K volt. A Zn-tartalom elérte a 0,11%-ot, Cu-tartalom pedig a 0,08%-ot. Az iszap tehát nemcsak N-ben, hanem P-ban is igen gazdag. K-ban viszont szegény, hisz a standard almos istállótrágya a szalma alomként való felhasználása miatt csaknem egy nagyságrenddel több K-ot tartalmazhat. A Zn és a Cu dúsulása ipari szennyező forrásra utalhat. Mindez nem von le az iszap trágyaértékéből, amennyiben a hazai talajok nagy része Zn és Cu elemekben kifejezetten szegény. Az iszap tápelemtartalma meghaladta a 2 ezer tonnát, míg a becsült műtrágyaértéke a 0,5 milliárd Ft-ot.

5. táblázat. A Budapesti Központi Szennyvíztisztító Telepen (BKSZT) termelődött szennyvíziszap ásványi elem és műtrágya egyenérték forgalma 2010-ben

Mért jellemzők (1)	Keletkezett iszap elemtartalma (%) (2)	Anyag, illetve elemhozam (t) (3)	Fajlagos érték* (eFt/t) (4)	Becsült érték (eFt) (5)
Keletkező szennyvíziszap: 14 644 t szárazanyag (6)				
Ca	4,34	635	10	6 350
N	4,26	624	250	156 000
P	3,48	510	641	327 910
S	1,44	211	100	21 100
Mg	0,66	96	10	960
K	0,23	34	240	8 160
Zn	0,11	16	200	3 200
Cu	0,08	12	200	2 400
Együtt (7)	-	2138	212	526 080

*Megjegyzés: kereskedelmi műtrágyák hatóanyag árai alapján.

Table 5. The mineral element and fertiliser equivalent turnover of the sewage sludge produced at the Budapest Central Sewage Plant (BKSZT) in 2010. (1) Measured parameters, (2), Element content of the produced sludge (3) Material and element output, (4) Specific value (thousand HUF per t), (5) Estimated revenue (thousand HUF), (6) Produced sewage sludge: 14 644 t dry matter, (7) Total. *Note: Based on the active substance prices of commercial fertilisers.

Az iszapminták átlagos, $\text{cc.HNO}_3 + \text{cc.H}_2\text{O}_2$ feltárással becsült „összes” és NH_4 -acetát+EDTA oldható elemtartalmát, illetve az összes/oldható frakciók arányát a 6. táblázatban foglaltuk össze. Tájékoztató céljából feltüntettük az 50/2001. (IV.3.) sz. Korm. rendelet szerint az iszapokban és talajokban megengedett maximális koncentrációkat, az évente engedélyezett talajterhelést, valamint a csepeli kommunális nyers szennyvíziszap elméletileg alkalmazható maximális adagját termőföldön. Az adatokból arra következtetünk, hogy a N-szennyezésre érzékeny talajon, ha és amennyiben az iszap N-készlete az első évben ásványosodik és $\text{NO}_3\text{-N}$ formává alakulna, az alkalmazható maximális szennyvíziszap adagja mindössze 15 t/ha/év lenne.

Amennyiben a terület N-szennyezésre nem érzékeny, a maximális adag 30 t/ha-ra nőhet. Ha az iszap lebomlását a szokásos 3–4 évre tesszük az istállótrágyához hasonlóan, úgy a talaj éves iszapterhelése racionálisan tovább emelkedhetne. A másik limitáló tényező a felhasználás során a Cu-tartalom. Az éves előírt terhelési limit 10 kg/ha/év Cu, melyet a 47 t/ha/év adaggal érnénk el. Az emelkedett Zn-készlet nem jelent komoly korlátozó tényezőt. Az évente maximálisan kijuttatható 30 kg/ha Zn-terhelést csak a 97 t/ha szennyvíziszap bevitelével érnénk el.

Hazánkban évente mintegy 100–120 millió tonna hulladék képződik, melynek csupán 5%-a minősül veszélyesnek. Az ipari eredetű hulladék aránya csökken, a kommunálisé növekszik. Az ország lakossága csaknem teljeskörűen ellátott vezetékes ivóvízzel, viszont a települések fele nem csatornázott. Az EU irányelveit és a hazai környezetvédelmi előírásokat figyelembe véve a csatornázottság nőni fog a jövőben. Növekvő mennyiségű települési szennyvíziszappal kell számolnunk és biztosítani kell a szélesebb körű mezőgazdasági elhelyezést, elkerülve az esetleges talajszennyezést.

Újrahasznosíthatók azok a károsanyagokkal nem terhelt kommunális és ipari eredetű szennyvizek és -iszapok, mezőgazdasági és élelmiszeripari melléktermékek, melyek a talajba kerülve lebomlásuk és átalakulásuk során értékes tápanyagforrásokká vagy talajjavító anyagokká válnak. Hasznosíthatóságuk akadálya az esetleges nemkívánatos összetétel, nehézfém és toxikus elemtartalom. Éppen ezért minden országban szigorúan engedélyhez kötik és szabályozzák a szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználását. Az irányelvek megszabják a hulladékban (szennyvízben, -iszapban) megengedett maximális elemtartalmat, az évente kiadható mennyiséget és az összes terhelést. Vagyis azt, hogy az iszapok ismételt felhasználásával, az évek során maximálisan mekkora koncentráció alakulhat ki a talajban.

6. táblázat. A Budapesti Központi Szennyvíztisztító Telepen (BKSZT) képződött kommunális szennyvíziszap „összes” (cc.HNO₃+cc.H₂O₂ oldható) és „oldható” (NH₄-acetát+EDTA oldható) elemtartalma légszáras anyagban és alkalmazhatósága termőföldön az 50/2001. (IV.3.) Korm. rendelet alapján

Elem jele (1)	„Összes” (mg/kg) (2)	„Oldható” (mg/kg) (3)	„Oldható” (%) (4)	Iszapokban* (mg/kg) (5)	Talajban* (mg/kg) (6)	Kijuttatható* (kg/ha/év) (7)	Alkalmazható** (t/ha) (8)
Fe	51 548	12 063	23	-	-	-	-
Ca	43 359	20 619	48	-	-	-	-
N	42 600	-	7	-	-	170	15
P	34 790	8081	23	-	-	-	-
S	14 404	922	6	-	-	-	-
Al	8072	22	<1	-	-	-	-
Mg	6560	3491	53	-	-	-	-
K	2307	1508	65	-	-	-	-
Zn	1136	387	34	2500	200	30	97
Cu	788	14,95	2	1000	75	10	47
Na	748	545	73	-	-	-	-
Ba	295	0,51	<1	-	-	-	-
Sr	278	61,8	22	-	-	-	-
Mn	214	44,1	21	-	-	-	-
Cr	88	0,452	1	1000	75	10	420
Sn	68	0,507	1	-	-	-	-
Ni	66	30,9	47	200	40	2	112
Pb	62	4,34	7	750	100	10	599
B	26	5,86	23	-	-	-	-
Co	8,5	1,99	22	50	30	0,50	208
Mo	8,3	<kh	<1	20	7	0,20	95
As	7,8	1,93	24	75	15	0,50	238
Cd	1,6	0,488	31	10	1	0,15	94
Hg	1,3	<kh	<1	10	0,5	0,1	77
Se	<kh	<kh		100	1	1	

*=az 50/2001. (IV.3.) Korm. rendelet szerint iszapokban megengedett és a talajba kijuttatható,

**=BKSZT szennyvíziszap maximálisan alkalmazható mennyisége nedves iszapra számítva

Table 6. "Total" (cc.HNO₃+cc.H₂O₂ soluble) and "soluble" (NH₄-acetate+EDTA soluble) element content of the communal sewage sludge produced at the Budapest Central Sewage Plant (BKSZT) in air-dry material and their applicability on field based on the Govt. decree no. 50/2001. (IV.3.). (1) Element, (2) "Total" (mg kg⁻¹) (3) "Soluble" (mg kg⁻¹), (4) "Soluble" (%), (5) In the sludge* (mg kg⁻¹), (6) In the soil* (mg kg⁻¹), (7) Applicable* (kg ha⁻¹ year⁻¹), (8) Applicable** (t ha⁻¹) *=limit values in sludge and applicable to the soil in accordance with the Govt. decree no. 50/2001. (IV.3.), **=Total amount of applicable BKSZT sewage sludge calculated for wet sludge.

A Magyarországon érvényes szabályozást az újabb, 50/2001. (IV.3.) Korm. rendelet, a korábbi MÉM Ágazati irányelv MI-08-1735-1990., illetve az MSz-10-509. szabvány foglalja össze. A felhasználásra alkalmas iszapoknál az egy-szeri dózist gyakran a N-tartalom limitálja, nem pedig a viszonylag alacsony károselem-készlet. Az iszapok összes N-készlete több év alatt lassan hasznosul, ahogy a lebomlás végbemegy. Sajnos kevés adattal rendelkezünk a különböző iszapok N-szolgáltató képességéről, lebomlásuk sebességéről eltérő talajtani, éghajlati, művelési viszonyok között.

Megállapítható, hogy a szennyvizek milliárdos értékű növényi tápelemet tartalmaznak becsléseink szerint. Sajnos a BKSZT tervezésekor nem biztosítottak megfelelő területet, ahol az iszapelhelyezés történhetne, minimálisan javasolható lett volna 1000 ha. Hogyan szabadulhatunk meg a szennyvíziszapoktól, ha a termőföldön való elhelyezést lehetetlenné tesszük vagy megtiltjuk? A lerakás sem igazi alternatíva. A 2000. évi XLIII. hulladékgazdálkodási törvény célkitűzése, hogy a végleges lerakásra kerülő hulladék mennyisége, és ennek a biológiai úton lebomló szerves anyag mennyisége is csökkenjen. Továbbá a depók kialakítása is költséges, szűkében vagyunk városaink környékén a megfelelő depóhelyeknek, a lerakáshoz az iszapot kezelni/meszezni, vízteleníteni kell stb. Az égetés sem problémamentes. A legdrágább megoldás, energiaigényes. A légszennyezés miatt külön tisztítani kell a vég-gázokat és a salaknak külön depó szükséges. A szennyvíziszapok elégetésnek általában akkor van létjogosultsága, ha a mezőgazdaság nem fogadja, vagy olyan összetevőket tartalmaz, amelyek a hasznosítást nem teszik lehetővé (pl. toxikus).

Diez (1980, 1982, 1992) Németországban javasolta, hogy legyenek kijelölve a nagyvárosok mellett szennyvíziszap elhelyezési kármentesítési területek, ahol „ellenőrzött gazdálkodás” folyhatna. Itt speciális terhelhetőségi és talajszennyezettségi határértékeket lehetne megállapítani. A szerző München város tapasztalataira támaszkodik, ahol 1000 ha-on évente 35 000 t iszap sz. a.-ot adtak ki évtizedek óta a már erősen terhelt területen és közben jelentős termésnövekedést könyvelhettek el. A tisztítómű 1925-ben nyílt meg az Isar folyó hordalékán képződött terméketlen legelőn, mely a 900 mm éves csapadék ellenére sülvényes, sekély termőrétegű. A pararendzina talaj AB szintje mindössze 18 cm, a 18 cm alatt már a meszes-dolomitos murva alapkőzet található. Terméketlenség fő oka a sekély termőréteg, a víztartóképeség hiánya.

Ajánlások és megoldandó problémák

- A Környezetvédelmi Szolgáltatók és Gyártók Szövetsége (KSZGYSZ 2001) szerint ezer milliárd Ft-ot meghaladó szennyvízprogram során felesleges tisztító kapacitások épültek az elmúlt években, melyre a lakosság nem képes, vagy nem hajlandó rácsatlakozni a drága üzemmód miatt. A szakszerűtlen beruházások környezetkárosítók, kihasználtságuk csekély, vagy feleslegesen épülnek egyedi esetekben.
- Az 50/2001. (IV.3.) sz. Kormányrendelet a szennyvizek és szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználásának és kezelésének szabályairól értelmetlenül akadályozza az iszapok használatát termőföldön, növelve az illegális elhelyezés kockázatát. Mielőbbi felülvizsgálata indokolt, mert eltekint a sajátos hazai viszonyoktól és a szakmai érvektől.
- Az előírásokat, jogszabályokat nem értelmezi egységesen a szakhatósági hálózat. Hiányos az adatszolgáltatási és ellenőrzési tevékenység. Az érintett minisztériumok, hatóságok nem is igénylik a szakemberek véleményét. A tervezés fázisában tudományos igényvel kell a felmérést végezni. Injektálás esetén pl. indokolatlan a 300 m védőtávolság erdő esetén, de az EU tagországok ilyen védőtávolságokat nem írnak elő.
- A 170 kg/ha/év N-terhelés limitet felül kell vizsgálni. Ez a limit egyébként csak az ország termőterületének mintegy a felén, az úgynevezett nitrát-érzékeny talajokra vonatkozik. Az iszap vagy komposzt N-készlete a talajviszonyoktól, gazdálkodástól függően 3–10 év alatt hasznosulhat. A szabadföldi és tenyészedény kísérletek tanulságai szerint akkor is csak részben. A N egy része beépül a talaj tartós humuszanyagaiba.
- Megfontolandó Diez (1982) javaslata, mely szerint szigorúan ellenőrzött gazdálkodás mellett „kármentesítési” területet lehetne kijelölni, ahol üzemi méretű kísérlet folyhatna. Természetesen a hazai szabályozás általános előírásai és határértékei itt nem érvényesülhetnének. Mindenesetre a koncepció vitára bocsátása kívánatosnak látszik.

Összefoglalás, feladatok

Összefoglalva elérendő, hogy a toxikus elemekben szegény, fontos makro-tápelemekben (N, P, Ca, K, Mg) gazdag szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználása a jelenlegi becsült 10% körüli értékről az EU országokra jellemző

50–80%-os szintre emelkedjen. Ezzel nőhetne talajaink szervesanyag és táp-
elem készlete, termékenysége, javulhat vízgazdálkodásuk és környezetvédelmi
funkcióik. Kulcskérdés a megfelelő szabadföldi tartamkísérletek végzése el-
térő fizikai és kémiai tulajdonságú talajokon. A hosszú távú hatások megítélé-
séhez, a racionális hazai szabályozáshoz elengedhetetlenek. A nemzetközi
gyakorlatban elfogadott, hogy a beruházások 2–5%-át alapozó kutatásokra, fej-
lesztéssel kapcsolatos tevékenységre és a szaktanácsadásra szükséges fordí-
tani.

Az üzem eddig nem tett kísérletet az iszap mezőgazdasági bevezetésére.
Amint a bevezetőben utaltunk rá, nem folytak-e trágyaszerral átfogó labora-
tóriumi vizsgálatok, tenyészedeny, kisparcellás, illetve nagyüzemi kísérletek. A
végtermék iszap talajbani lebomlásának, a talajok és a növények terhelhető-
ségének hosszú távú, több talajra és növényfajra kiterjedő kísérletes vizsgálata
kb. egy évtizedes intenzív munkát igényelhet majd. A végtermék szennyvíziszap
mint szerves trágya agronómiai értékelése elengedhetetlen. Szükséges elvé-
gezni az átfogó laboratóriumi, tenyészedeny, szabadföldi és üzemi kísérleteket.
Első lépésként sorozat mintavételre volna szükség. Pl. 24 héten át heti gyako-
risággal átlagmintákat venni, hogy az iszap összetételének időbeni változásait
(szórás, átlag stb.) megítélhessük. Más lehet az összetétel száraz és csapadékos
időszakokban.

Hazánkban, sajnos, nem rendelkezünk jól kézben tartott, szabatos tartam-
kísérletekkel, melyek alapján a szennyvíziszapok és komposztok talajra és nö-
vényre gyakorolt hosszú távú hatása megítélhető lenne. Tenyészedeny-kísérle-
tet terveztünk ezért a téma vizsgálata céljából. A tenyészedeny-kísérletek elő-
nye, hogy kevésbé költségigényesek, és sok kezeléssel lehet dolgozni a termő-
helyek szennyezése nélkül. Kifejezettebbek a hatások és a növényi elemfelvé-
tel, mert a talaj/gyökér aránya szűk, a gyökerek nem képesek túlnőni a szeny-
yezett rétegen. Viszont nem helyettesíthetik a szabadföldi kísérleteket, hiszen
az altalaj befolyását, a klimatikus és gazdálkodási viszonyokat stb. nem vehetik
figyelembe. Általában elfogadott, hogy a talajbani folyamatok egy nagyság-
renddel rövidebb idő alatt végbemehetnek az „érleléshez” hasonló öntözött kö-
rülmények között tenyészedenyekben (szervesanyag-bomlás, tápanyag-transz-
formáció, mikrobiális aktivitás). Az összefüggések feltárására, a lejátszódó fo-
lyamatok megismerésére tehát alkalmasak lehetnek.

Hazai viszonyaink között talajaink közel fele meszes, fele többé-kevésbé sa-
vanyú kémhatású már a szántott rétegben. A talajok kémhatása mellett a tala-

jok kötöttsége, illetve agyagtartalma és humuszkészlete is meghatározó az egyes elemek viselkedése szempontjából. A talajtulajdonságok egész komplexuma változik. Ebből adódóan más lesz az elemek megkötődése, felvehetősége, toxicitása. A kísérletes vizsgálatokat tehát legalább 4 talajváltozaton szükséges elvégezni, melyek magukban foglalják a meszes és savanyú, valamint a homokos és kötöttebb talajokat. E célból savanyú és meszes homoktalajokkal, illetve savanyú és meszes kötött talajokkal célszerű beállítani tenyészedénykísérletet és szabadföldi tartamkísérleteket. Ilyen tenyészedényes kísérleteket állítottunk be korábban bőrgyári és városi szennyvíziszappal 1999–2001 között. Bár a maximális iszapterheléssel az éves szinten kiadható, illetve engedélyezett Zn-, Cu-, Cr- és Cd-mennyiségeket 10–14-szeresen léptük túl három éven át, a tavaszi árpa átlagos szemtermése közel 5-szörösére, a szalma termése 3,5-szeresére nőtt a kontrollhoz képest a 3. évben, depresszió nem jelentkezett (*Kádár és Morvai* 2007; 2008a, b, c, d, e; 2009a, b, c).

Szabadföldi terhelési tartamkísérleteket kell beállítani eltérő hazai talajokon, illetve termőhelyeken. E kísérletekben meg kell állapítani az alkalmazható optimális adagokat, a fellépő talajterhelés mértékét, a szervesanyag lebomlásának, illetve az ásványi összetevők felszabadulásának éves mértékét. Hogyan változhat pl. az egyes talajok „összes” és „oldható” elemtartalma egy hosszabb periódus alatt? Továbbá vizsgálni szükséges a szennyvíziszapnak mint szerves trágyaszernak hatását a főbb gazdasági növényeink fejlődésére, termésére, minőségére, ásványi elemtartalmának változására. Hasonló trágyaszerekkel végzett kísérleteink módszertani, agronómiai és környezetvédelmi szempontú eredményeit korábbi munkáink tekintik át (*Kádár et al.* 2002, 2009; *Ragályi és Kádár* 2008a, b; 2009).

Szükséges volna a szennyvíziszap elhelyezéséhez a megfelelő területet biztosítani. Ideális lenne az 1000 ha körüli mezőgazdasági földterület. Az iszap termékennyé tehetné a tápanyagokban, szervesanyagban szegény savanyú homoktalajainkat. Az Egyesült Államokban az ilyen, nehézfémekkel nem szennyezett „jó” kommunális iszapok felhasználása kiteljesedett. New York város szennyvíziszapját mint trágyaszert külön vonattal szállítják Kolorádó és Texas földrjeire (*Chang et al.* 1992, *Visser* 1993, *McGrath et al.* 1994, *Kabata-Pendias és Adriano* 1995, *Chaney et al.* 1997, *Schmidt* 1997). Célszerű és elengedhetetlen a BKSZT Telepet iparvágányokkal ellátni és az iszapot vasúton a célterületekre eljuttatni.

Egyébként az elmúlt évtizedekben gazdag kísérleti tapasztalat halmozódott fel Magyarországon, ami a különböző eredetű szennyvizek és szennyvíziszapok termőföldön való alkalmazását illeti. A szerzők általában hangsúlyozzák a szerves trágyaszerek fontosságát a talajtermékenység megőrzésében és a költséges műtrágyák kiváltásában (*Debreczeni és Izsáki 1985, Izsáki és Debreczeni 1987, 1989; Vermes és Szlávik 1982, Vermes 1989, 1992, 1998, 2003; Izsáki 2000*).

IRODALOM

- 50/2001. (IV.3.) korm. rendelet* a szennyvizek és szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználásának és kezelésének szabályairól. Magyar Közlöny. 39: 2532–2543.
- BKSZT: 2011. Fenntarthatósági Jelentés.* Budapesti Központi Szennyvíztisztító Telep. BKSZT. Budapest.
- Chaney, R. L.–Ryan, J. A.–Brown, S. L.: 1997.* Development of the US-EPA limits for chromium in land-applied biosolids and applicability of these limits to tannery by-product derived fertilizers and other Cr-rich soil amendments. [In: Canali, S.–Tittarelli, F.–Sequi, P.–Angeli, F. (eds.) Chromium environmental issues.] Milano. Italy. 229–295.
- Chang, A. C.–Granato, T. C.–Page, A. L.: 1992.* A methodology for establishing phytotoxicity criteria for Cr, Cu, Ni and Zn in agricultural land application of municipal sewage sludges. *J. Environ. Quality*. 21: 521–535.
- Debreczeni I.–Izsáki Z.: 1985.* Bőrgyári szennyvíziszap hatása a növények elemi összetételére. *Növénytermelés*. 31. 4: 551–559.
- Diez, T. H.–Rosopulo, A.: 1980.* Schwermetallaufnahme verschiedenen Getreidearten aus hochbelasteten Böden unter Feldbedingungen. Kézirat. MTA TAKI. Budapest. 1–8.
- Diez, T. H.: 1982.* Landwirtschaftliche Klärschlammverwertung in Ballungsräumen, dargestellt am Beispiel der Stadt München. *Z. f. Kulturtechnik und Flurbereinigung*. 23: 149–163.
- Diez, T. H.–Krauss, M.–Wurzinger, A.–Bihler, E.–Nast, D.: 1992.* Schwermetallaufnahme und Austrag von extrem belasteten Böden unter Pflanzenbaulicher Nutzung. *Lanw. Jahrbuch*. 60: 51–71.
- Izsáki Z.: 2000.* Mezőgazdasági hulladék gyűjtése, ártalmatlanítása hasznosítása. Tessedik Sámuel Főiskola. Szarvas.
- Izsáki Z.–Debreczeni I.: 1987.* Bőrgyári szennyvíziszappal végzett trágyázás hatásának vizsgálata homoktalajon. *Növénytermelés*. 36. 4: 481–489.
- Izsáki Z.–Debreczeni I.: 1989.* A bőrgyári szennyvíziszap-trágyázás hatása és utóhatása kalászos gabonákra homoktalajokon. *Növénytermelés*. 38. 2: 231–239.

- Kabata-Pendias, A.–Adriano, D. C.*: 1995. Trace Metals. Chapter 4. [In: Rechzigl, J. E. (ed.) Soil Amendments and Environmental Quality.] Lewis Publishers. Boca Raton-New York-London-Tokyo. 139–167.
- Kádár I.–Hámori V.–Morvai B.–Petróczki F.*: 2002. Talajterhelési és szennyezettség határértékek; szennyvíziszap és vágóhídi komposzt hatása a cukorrépa. [In: Várnainé J. A. (szerk.) Cukorrépa termesztési/termeltetési tanfolyam és tanácskozás.] Cukoripari Egyesülés. Budapest. 37–40.
- Kádár I.–Morvai B.*: 2007. Ipari kommunális szennyvíziszap-terhelés hatásának vizsgálata tenyészedény-kísérletekben. *Agrokémia és Talajtan*. 56: 333–352.
- Kádár I.–Morvai B.*: 2008a. Városi szennyvíziszap-terhelés hatásának vizsgálata tenyészedény-kísérletekben. II. *Agrokémia és Talajtan*. 57. 1: 97–112.
- Kádár I.–Morvai B.*: 2008b. Városi szennyvíziszap-terhelés hatásának vizsgálata tenyészedény-kísérletekben. III. *Agrokémia és Talajtan*. 57. 2: 305–318.
- Kádár I.–Morvai B.*: 2008c. Bőrgyári szennyvíziszap vizsgálata tenyészedény-kísérletben. A Ca-, a Na- és a Cr-elemek forgalma. *Növénytermelés*. 57. 1: 35–48.
- Kádár I.–Morvai B.*: 2008d. Bőrgyári szennyvíziszap-terhelés hatása a K, Sr, S, P, Fe, Mn és Al elemek forgalmára különböző talajokon. *Növénytermelés*. 57. 2: 123–134.
- Kádár I.–Morvai B.*: 2008e. Bőrgyári szennyvíziszap-terhelés hatása a Zn, Mo, Cd, Pb, As, Se elemek forgalmára különböző talajokon. *Növénytermelés*. 57. 3: 291–304.
- Kádár I.–Morvai B.*: 2009a. Városi szennyvíziszap-terhelés hatásának vizsgálata tenyészedény-kísérletben. IV. *Agrokémia és Talajtan*. 58: 91–104.
- Kádár I.–Morvai B.*: 2009b. Bőrgyári szennyvíziszap-terhelés hatása a tavaszi árpa B, Ba, Ni, Co, Cu elemeinek forgalmára tenyészedény-kísérletben. *Növénytermelés*. 58. 2: 41–57.
- Kádár I.–Morvai B.*: 2009c. Városi szennyvíziszap-terhelés hatásának vizsgálata tenyészedény-kísérletben. V. *Agrokémia és Talajtan*. 58. 2: 343–358.
- Kádár I.–Petróczki F.–Hámori V.–Morvai B.*: 2009. Kommunális szennyvíziszap, illetve vágóhídi hulladék komposzt hatása a talajra és a növényre szabadföldi kísérletben. *Agrokémia és Talajtan*. 58. 1: 121–136.
- KSZGYSZ*: 2001. Környezetvédelmi Szolgáltatók és Gyártók Szövetsége által 2001. 09. 19–20-án rendezett 'Szennyvíz, szennyvíziszap' c. konferencián elhangzottak alapján a szervező bizottság által megfogalmazott állásfoglalás. Kézirat. MTA ATK TAKI. Budapest.
- MÉM Ágazati Műszaki Irányelv – MI-08-1735/1990*: 1990. Szennyvizek és szennyvíziszapok termőföldön történő elhelyezése. Budapest.
- MSZ-10-509-1991 Magyar szabvány*: 1992. Kommunális szennyvíziszapból készült komposztok vizsgálata és minősítése. Hatálybalépés időpontja: 1992. 07. 01. Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi Minisztérium. Budapest. 8.
- Mcgrath, S. P.–Chang, A. C.–Page, A. L.*: 1994. Land application of sewage sludge: scientific perspectives of heavy metal loading limits in Europe and the United States. *Environm. Reviews*. 2: 1–11.

- Ragályi P.-Kádár I.*: 2008a. Komposztált vágóhídi melléktermékek hatása szántóföldi növények terméshozamára. Talajvédelem Különszám. 497–506.
- Ragályi P.-Kádár I.*: 2008b. Processed slaughterhouse waste application on calcareous sandy soil. Acta Agron. Óváriensis. 50. 1: 95–101.
- Ragályi P.-Kádár I.*: 2009. Feldolgozott vágóhídi melléktermékek többéves utóhatása a tritikálé terméshozamára. [In: Berzsényi Z.-Árendás T. (szerk.) Tartamkísérletek jelentősége a növénytermesztés fejlesztésében.] MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet. Martonvásár. 281–286.
- Schmidt, J. P.*: 1997. Understanding phytotoxicity thresholds for trace elements in land applied sewage sludge. J. Environ. Qual. 26: 4–10.
- Vermes L.-Szlávik I.*: 1982. Települési szennyvíziszapok mezőgazdasági elhelyezését és hasznosítását célzó kísérletek értékelése. Összefoglaló jelentés 1975–1980. VITUKI. Budapest.
- Vermes L.*: 1989. A szennyvíziszap mezőgazdasági hasznosításának kelet-európai tapasztalatai. Melioráció, öntözés és talajvédelem. 2: 48–66.
- Vermes L.*: 1992. Hulladékgazdálkodás. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Vermes L.*: 1998. Hulladékgazdálkodás, hulladékhasznosítás. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Vermes L.*: 2003. Szakirodalmi áttekintés a szennyvíziszapok elhelyezésével és hasznosításával foglalkozó publikációkról. BKÁE Kertészettudományi Kar. Budapest.
- Visser, W. J. F.*: 1993. Contaminated land policies in some industrialized countries. Technical Soil Protection Committee. The Hague. The Netherlands.

A szerzők levelezési címe – Adress of the authors:

Dr. Kádár Imre – Draskovits Eszter
MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet
Budapest
Herman O. u. 15.
H-1022



NAGY JÁNOS főszerkesztő

a Magyar Tudományos Akadémia doktora,
Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok
Centrumának elnöke, 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
