

Crop
Production

 HERMAN OTTÓ INTÉZET
NONPROFIT KFT.

NÖVÉNYTERMELÉS

66. kötet | 4. szám | 2017. december

Alapítás éve: 1952

Főszerkesztő: Nagy János



Behek Marcel – Sárdi Katalin: A nitrát-rendelet alkalmazásának tapasztalatai Komárom-Esztergom megyében

Fábián Attila – Ambrus Helga – Jáger Katalin – Barnabás Beáta: Az *n-butanol*, valamint a hideg előkezelés sejtszerkezeti hatásai kukorica portokkultúrában

Izsáki Zoltán: A talaj N-, P- és K-ellátottságának hatása az őszi árpa (*Hordeum vulgare* L.) terméshozamára és fehérjetartalmára csernozjom réti talajon

www.agrarlapok.hu

Növénytermelés

CROP PRODUCTION

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

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

Megjelenés egy kötet négy füzetben.

A Növénytermelést a SCOPUS és a Google Scholar indexeli.

Szerkesztőség:

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

Megrendeléseiket az alábbi elérhetőségeinken várjuk:

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

A kiadásért felelős Bárányné Erdei Rita,
a Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft. ügyvezetője

ISSN 0546-8191
Növényterm 66 (2017) 4
Printed in Hungary

Növénytermelés

CROP PRODUCTION

66. kötet, 4. szám, 2017. december

Főszerkesztő/Editor-in-Chief:

JÁNOS NAGY

Szerkesztőbizottság/Editorial Board:

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

FÖLDMŰVELÉSÜGYI MINISZTERIUM

A kiadásért felelős a Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft. ügyvezetője

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

Felelős szerkesztő: Dr. Nagy János

Fedélterv: Dávid Ildikó

Fotót készítette: Dr. Csajbók József

ISSN 0546-8191

TARTALOM

<i>Behek Marcell–Sárdi Katalin</i> : A nitrát rendelet alkalmazásának tapasztalatai Komárom-Esztergom megyében	5
<i>Fábián Attila–Ambrus Helga–Jäger Katalin–Barnabás Beáta</i> : Az <i>n</i> -butanol, valamint a hideg előkezelés sejtszerkezeti hatásai kukorica portokkultúrában	25
<i>Izsáki Zoltán</i> : A talaj N-, P- és K-ellátottságának hatása az őszi árpa (<i>Hordeum vulgare</i> L.) terméshozamára és fehérjetartalmára csernozjom réti talajon	45
<i>Kincses Sándorné–Balláné Kovács Andrea</i> : Biokészítmények hatása a fiatal kukoricanövény és a talaj tápanyag-tartalmára	65

SZEMLE

<i>Farkas Andrea</i> : A globális klímaváltozás és az agrárrium helyzetének szerepe a jelenkori migráció tényezői között	83
--	----

CONTENTS

<i>M. Behek–K. Sárdi</i> : Experiences concerning the application of the Nitrate Directive in Komárom-Esztergom County	5
<i>A. Fábián–H. Ambrus–K. Jäger–B. Barnabás</i> : The cellular structural impacts of <i>n</i> -butanol and cold pre-treatment in maize anther culture	25
<i>Z. Izsáki</i> : The effect of the N, P and K supply of the soil on the yield and protein content of winter barley (<i>Hordeum vulgare</i> L.) on chernozem meadow soil	45
<i>S.-né Kincses –A. Balláné Kovács</i> : The effect of biofertilisers on the plant and the soil nutrient content	65

REVIEW

<i>A. Farkas</i> : Global climate change and the state of agriculture among the triggering factors of contemporary migration	83
--	----

СОДЕРЖАНИЕ

<i>М. Бехек–К. Шарди</i> : Опыт применения постановления о нитрате в области Комаром-Эстергом	5
<i>А. Фабиан–Х. Атбруш–К. Ягер–Б. Барнабаи</i> : Влияния на клеточную структуру <i>n</i> -бутанола, а также холодной предварительной подготовки в пыльной культуре кукурузы	25
<i>З. Ижаки</i> : Влияние обеспеченности почвы N, P и K-ем на урожайность и содержание белка озимого ячменя (<i>Hordeum vulgare</i> L.) на чернозёмной луговой почве	45
<i>Ш.-не Кинчеш–А. Баллане Ковач</i> : Влияние биопрепаратов на содержание питательного вещества молодого растения кукурузы и почвы	65
ОБЗОР	
<i>А. Фаркаш</i> : Роль глобального изменения климата и изменения положения сельского хозяйства среди факторов миграции в настоящее время	83

A nitrát rendelet alkalmazásának tapasztalatai Komárom-Esztergom megyében

BEHEK MARCELL-SÁRDI KATALIN

Pannon Egyetem Georgikon Kar,

Növénytermesztési és Talajtani Tanszék, Keszthely

Összefoglalás

A tiszta víz az emberi egészség és jóllét, valamint a természetes ökológiai rendszerek nélkülözhetetlen eleme, így a vízminőség megóvása nem csak az európai környezetvédelmi politika egyik alappillére, de Földünk egészét érintő globális kérdés. A vízkészletek és a vízminőség problémaköre nem korlátozódik országhatárok közé, európai viszonylatban pedig az Unió szabályozása elengedhetetlen a környezetszennyezés okozta problémák kezeléséhez. A mezőgazdasági termelés környezeti hatásai között szerepel többek között a felszíni és a felszín alatti vizekben megjelenő tápanyag felhalmozódás, ezen belül a humán egészségügyben nagyon fontos szerepet betöltő nitrát felhalmozódása komoly kockázatot jelent a táplálékláncba bekerülve, közvetlenül a víz, valamint az élelmiszerek fogyasztása által. Az 1991. évi nitrát-irányelv az EU jogalkotásának egyik legrégebbi olyan eleme, amelynek célja a környezet-terhelés ellenőrzése és a vízminőség javítása. A nitrogén létfontosságú elem, amely nélkülözhetetlen a növények növekedéséhez és a termésképzéshez, magas koncentrációban azonban káros az emberi szervezetre és a természetre egyaránt.

Kérdőíves vizsgálatunk célja az volt, hogy Komárom-Esztergom megye kisbéri járásának gazdálkodóit vizsgálva kielemezzük, hogy a 2014. 09. 01-től érvénybe lépett nitrát rendelet változásai milyen hatással voltak a mezőgazdasági termelésre, kiemelve, hogy mennyire céltudatosan végzik a tápanyag-utánpótlást. Fő célként kerestük az összefüggést a különböző területnagyságon termelést folytató gazdák és az általuk kiszórt nitrogén műtrágya hatóanyaga között, valamint az eredményeket összehasonlítottuk az országos, illetve regionális átlaggal.

A kérdőíves vizsgálatot 2015. 09. 01. és 2015. 12. 31. között végeztük. A négyrészes kérdőívet (általános, tápanyag-utánpótlási, szerves- és műtrágyázási rész) 148 gazdálkodó töltötte ki. Összesen 14 kérdés többségét egyszerűbb diagramokkal elemeztük ki. A gazdálkodók területnagysága és az általuk kijuttatott nitrogén közötti összefüggést egy ANOVA vizsgálat (Analysis of Variance – Varianciaanalízis) alkalmazásával végeztük, valamint korrelációs számítást is alkalmaztunk annak a kérdésnek az eldöntésére, hogy találunk-e összefüggést a területnagyság és a kijuttatott nitrogén hatóanyag mennyisége között.

A vizsgálat nem a várt eredményt hozta. A talajvizsgálat, és az arra alapozott tápanyag-utánpótlási terv hiánya szembetűnő volt, de a gazdák által alkalmazott termélnövelő anyagok is főleg csak a műtrágyára korlátozódnak. Az ANOVA végeredményeként nem találtunk szignifikáns különbséget az egyes csoportok között, valamint a korrelációs számítás eredménye is azt mutatta, hogy csak gyenge összefüggés van a gazdálkodók területnagysága és a kijuttatott nitrogén hatóanyagának mennyisége között. Ráadásul ez a mennyiség jóval elmarad az országos és regionális átlag értékétől is, szerves trágyából pedig az átlagnak mintegy felét juttatták ki a megkérdezett gazdák.

Kulcsszavak: nitrát-irányelv, N műtrágya, tápanyag-ellátás, kérdőív

Experiences concerning the application of the Nitrate Directive in Komárom-Esztergom County

M. BEHEK-K. SÁRDI

University of Pannonia Georgikon Faculty,
Department of Crop Production, and Soil Science, Keszthely

Summary

Pure, clean water is vital to human health and well-being, as well as to natural ecosystems. For this reason, safeguarding water quality is one of the cornerstones of European environmental policy. As water sources are not restricted within national boundaries, an EU-wide approach is crucial to tackling problems of pollution. The 1991 Nitrate Directive is one of the earliest pieces of EU legislation aimed at controlling pollution and improving water quality. It is known that nitrogen is one of the essential nutrients,

vital for the normal development of crops and yield, however, it may have a harmful effect on both humans and environment. The goal of our survey was to evaluate the activity of farmers in Komárom-Esztergom County and characterize their fertiliser use practices as well as comparing the result to the national and regional average.

The survey was carried out between 09/01/2015 and 12/31/2015. The survey consisted of 4 parts (general information, nutrient management, organic manure application and fertilisation), in the aggregate of 14 questions. Most of the questions were illustrated with diagrams. An ANOVA test was applied between different groups of farmers analysing the difference of the nutrition management practices between each group. Correlation was studied between the size of farmland and the amount of the applied nitrogen fertiliser. The survey was completed by 148 farmers.

The investigation has not brought the expected results. The lack of agricultural qualification and soil testing was evident. It could be established that most farmers used only mineral fertilisers.

The final result of ANOVA showed that there were no significant differences between the examined groups. The result of the performed correlation analysis showed that the farm size and the amount of N applied were not closely dependent. Nitrogen rates were considerably lower than those of the national and regional averages, and farmers applied approximately half of the average amounts of organic manure.

Key words: nitrate directive, N fertiliser, survey

Опыт применения постановления о нитрате в области Комаром-Эстергом

М. БЕХЕК-К. ШАРДИ

Паннонский Университет, Факультет Георгикон,
Кафедра Растениеводства и Почвоведения, Кестхей

Резюме

Чистая вода – незаменимый элемент здоровья и благополучия человека и естественных экологических систем, так сохранение качества воды является одной из основных направлений не только европейской политики охраны окружающей среды,

но и загрязняющим всю планету глобальным вопросом. Круг проблем, связанных с запасом воды и её качеством, не заканчивается на границах государств, а относительно Европы регулирование ЕС обязательно для решения проблем загрязнения окружающей среды. Среди влияний на экологию сельско-хозяйственного производства среди прочих есть и накопление питательного вещества в поверхностных и подземных водах, среди этих в здравоохранении человечества очень важную роль играет накопление нитрата, что означает большой риск, попав в цепочку производства продуктов питания, непосредственно потреблением воды, или потреблением этих продуктов. Основная директива по нитрату, принятая в 1991-ом году, одна из самых старых элементов законодательства ЕС, целью которой является контроль нагрузки на окружающую среду и улучшение качества воды. Азот – жизненно важный элемент, который необходим для роста и плодоношения растений, однако в большой концентрации одинаково вреден для здоровья человека и для природы.

Целью нашего исследования с помощью анкеты было проанализировать, исследуя работу фермеров района Кишбери области Комаром-Эстергом, что изменения, связанные со вступившим в действие 01. 09. 2014. постановлением о нитрате какое имели воздействие на сельскохозяйственное производство, особенно внимательно изучая, как сознательно проводят дополнение питательных веществ. В качестве главной цели искали взаимосвязь между различного размера хозяйствами и внесенным там количеством азотного искусственного удобрения, а также сравнили результаты со средними по Венгрии и по региону.

Это анкетное исследование проводили в период с 01. 09. 2015. по 31. 12. 2015. Состоящую из четырёх частей анкету (общая часть, внесение питательного вещества, органическое и искусственное удобрение) заполнили 148 хозяйств. Большинство из всего 14 вопросов анализировали простыми диаграммами. Взаимосвязь между размером территории хозяйств и количеством внесённого ими азота проводили с помощью исследования ANOVA (Analysis of Variance), а также использовали вычисление корреляции для решения вопроса, что найдём-ли взаимосвязь между величиной территории и количеством внесённого азотного действующего вещества.

Исследование дало неожиданный результат. Отсутствие исследования почвы и основанного на этом плана внесения дополнительного питательного вещества было очевидным, но и применяемые хозяйствами увеличивающие урожай вещества в основном ограничивались искусственными удобрениями. Конечным результатом исследования ANOVA является то, что не нашли значительную разницу между отдельными группами, а также результат вычисления корреляции показал то, что есть только слабая связь между величиной территорий и количеством внесённого действующего

ющего вещества азота. К тому же это количество намного отстало от среднего показателя по стране и по региону, а из органических удобрений только половину среднего количества вносят опрошенные хозяйства.

Ключевые слова: директива о нитрате, азотное искусственное удобрение, обеспечение питательным веществом, анкета

Bevezetés

Nyugat-Európából indult el az a kezdeményezés, hogy globálisan, jogszabályi előírásokra és intézkedési tervre alapozva szabályozzák az élővizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezését, illetve csökkentését. Az Európai Unió jogelődje 1991-ben elfogadta a Tanács irányelvét a vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméről: ez a nitrát direktíva; 91/676/EGK irányelv, mely szerves részét képezte a Víz Keretirányelvnek is.

Az irányelv értelmében meg kellett állapítani a vizek nitrátkoncentrációját, valamint trofikus állapotát (*Európai Unió* 2010). Az ivóvízben a nitrát megengedett határértéke 25 mg/l, az egyéb vízhasználatnál 50 mg/l.

A vízbe jutó nagy mennyiségű foszfort és nitrogént az elsődleges termelő szervezetek tápanyagként használják fel, ezáltal elszaporodnak, ez az eutrofizáció (*Barótfi* 2011).

Az irányelv célját meghozandó és a következőkben felsorolt intézkedések segítségével határozták meg a következőket (*Európai Bizottság* 2013):

- minden víztest-típus vízminőség-ellenőrzése (tekintettel a nitrátkoncentrációra és a trofitás fokára);
- azon nitrátérzékeny területek kijelölése, amelyekről a szennyeződés a meghatározott vizekbe szivárog és hozzájárul a szennyezéshez;
- a helyes mezőgazdasági gyakorlat szabályainak meghatározása, amelyeket a tagállamoknak saját területükön önkéntes alapon kell végrehajtaniuk;
- olyan cselekvési programok létrehozása, amelyek tartalmazzák a nitrátszennyezés megelőzésére és csökkentésére irányuló intézkedéseket és amelyek végrehajtása kötelező a kijelölt nitrátérzékeny területeken vagy az egész területen;
- legalább négyévente a kijelölt nitrátérzékeny területek és a cselekvési programok felülvizsgálata és esetleges módosítása; továbbá

- négyévente az irányelv végrehajtása terén elért eredményekről szóló jelentés benyújtása a Bizottsághoz.

A vízminőség ellenőrzéséhez a tagállamoknak talajvíz ellenőrző állomásokat kell üzemeltetni, az EU-27 bejelentett talajvízi ellenőrző állomásainak száma a 2004–2007 közötti időszakhoz képest a 2008–2011 közötti időszakban mintegy 10%-kal, 33 493-ra emelkedett. A hálózat átlagos sűrűsége az EU-ban 1000 km² földterületenként nyolc állomás (*Európai Bizottság* 2013).

Felszíni vizek esetében az EU-27 bejelentett édesvízi ellenőrző állomásainak száma a 2004–2007 közötti időszakhoz képest a 2008–2011 közötti jelentési időszakban mintegy 9%-kal, 29 018-ra emelkedett. A hálózat átlagos sűrűsége az EU-ban 1000 km² földterületenként 6,9 állomás (*Európai Bizottság* 2013).

Magyarországon a természetes vízmérleg enyhén pozitív, mivel az éves átlagos területi csapadékösszeg 55 707 millió m³, míg az evapotranspiráció 48 174 millió m³, a különbség 7 533 millió m³. Hazánk medence-jellege a víz-hálózat képét is alapvetően meghatározza, az ország területén mintegy 9800 nyilvántartott vízfolyás található. Ezek összes vízhozamának több mint 90%-át 24 külföldről érkező nagy és közepes vízfolyás adja. Az így előálló fajlagos felszíni vízkészlet az egyik legmagasabb érték Európában (*FVM KvVM* 2008). Ezért is nevezik hazánkat 'tranzitország'-nak. Egyrészt ezért is különösen fontos a hazai cselekvési program betartása, másrészt hazánk rendkívül gazdag vízkészletekben, melyek minőségének megőrzése kulcsfontosságú humán egészségügyi, mezőgazdasági, valamint nemzetgazdasági szempontokból is.

A nitrát-kimosódás kockázata

Már az 1960-as években is felhívták rá a figyelmet, hogy a talajban a nitrát rendkívül mozgékony (*Tisdale és Nelson* 1966). Az erre vonatkozó ismeretek a kutatási eredmények alapján azóta jelentősen bővültek. Jól szellőzött laza talajokban az egyéb nitrogénformák (ammónium-N, szerves-N) is rövid idő alatt nitráttá alakulnak. A nitrát a mélyebb talajrétegekben is felhalmozódhat (*Kádár és Németh* 1993), illetve továbbmosódva szennyezheti a felszín alatti vizeket (*Németh* 1995).

A nitrát-kimosódás kockázata akkor fokozódik, ha a talajoldatban nagy a koncentrációja, a talaj víztartó képessége kedvezőtlen, ezáltal jelentős a víz lefelé irányuló mozgása, amely a nitrátot a gyökérszóna alá viszi. Azoknál a talajoknál, ahol a negatív töltésű ásványi kolloidok vannak többségben, a szintén

negatív töltésű nitrát nem képes adszorbeálódni, így a kimosódás mértéke növekszik (homoktalajok). A szerves anyagban gazdagabb talajoknál viszont a pozitív töltéssel is rendelkező (humusz)kolloidok hatására nagyobb a megkötődés, így a nitrát kimosódás veszélye kisebb mértékű (mezőségi talajok). A kimosódásra nagy hatással van a növényállomány, a talaj fedettsége, a vegetációs periódus időtartama, a gyökérszóna mélysége. Homoktalajon akár 90 kg/év is lehet a nitrát-kimosódás mértéke (*Stefanovits et al.* 1999). A talajban levő nitrogén kimosódásának sebességét a talajfizikai paramétereken túl meghatározza az is, hogy a talaj nitrogéntartalmából mennyi van jelen mozgékony nitrát formájában, a nitrátforma jelenlétét pedig meghatározza a talaj C/N aránya és redox állapota (*Tolner és Kovács* 2013).

A nagy N-adagok hatására nő a talajok ásványi nitrogén, különösen a nitrát-nitrogéntartalma, így adott körülmények között e többlet nitrát a talaj mélyebb rétegeibe, a gyökérszóna alá mosódva, a talajvizet elérve, azt szennyezheti. Tartamkísérletek eredményei azt mutatták, hogy az egyre nagyobb műtrágya adagolás esetén 3 m-nél nagyobb mélységben is jelentős nitrát-felhalmozódás található, amelynek oka az is, hogy a növekvő műtrágyaadagoknál a növények egyre inkább a műtrágyából származó nitrogént veszik fel, és a talaj szerves anyagából ásványosodó nitrát nagy része szabadon mozdulhat el a lefele mozgó csapadékvízzel (*Fülek* 2004).

Felszín alatti vizek

Az EU-27-ben 2008–2011 között a felszíni vizeket megfigyelő állomások 14,4%-a mért 50 mg-ot meghaladó literenkénti nitrátértéket, 5,9%-a pedig 40 és 50 mg közötti értéket. Ez kismértékű javulás az előző jelentési időszakhoz viszonyítva, ahol ez az érték az állomások 15%-a esetében meghaladta az 50 mg-ot, és 6%-a volt 40 és 50 mg között. A legalacsonyabb nitrátkoncentrációt Finnországban, Svédországban, Lettországon, Litvániában és Írországon mérték. Ezzel szemben a nitrátkoncentráció Máltán és Németországban volt a legmagasabb. Érdekes, hogy a Benelux államok esetében az 50 mg-ot meghaladó literenkénti nitrátértéket a megfigyelő állomások 19, 11, és 14%-án mértek (Belgium, Hollandia és Luxemburg sorrendjében). A különféle felszín alatti víztestek közül a legjobb minőségűek a körülhatárolt felszín alatti víztestek voltak, ahol az érték az állomások mintegy 85%-a esetében literenként 25 mg nitrát alatt volt. Az 50 mg túllépését jelző állomások aránya az 5–15 m mélységben található felszín alatti talajvíz esetében magasabb volt, mint a mélyen található ta-

lajvíztestek esetében, noha a két talajvízszint értékei közötti különbség kicsi volt. Hazánkban az állomások 86%-ban 25 mg/l alatt, 5%-ban 50 mg/l felett voltak az értékek (*Európai Bizottság* 2013).

Felszíni édesvizek

Az EU-27 bejelentett ellenőrző állomásainak éves átlagai alapján a literenkénti nitrátérték 62,5% esetében volt 10 mg alatt, míg 2,4% esetében literenként 40 és 50 mg között volt, 2,4% esetében pedig meghaladta a literenként 50 mg-ot. Itt is javulás tapasztalható az előző jelentési időszakhoz képest, amikor az állomások 3%-a mért 50 mg-ot meghaladó literenkénti nitrátértéket, 2,9%-a pedig 40 és 50 mg közötti értéket. A téli átlagos értékek 2,9% esetében haladták meg a 25 mg literenkénti értéket, és 2,4% esetében voltak 50% felett. A felszíni édesvizek éves átlagos nitrátkoncentrációja Finnországban és Svédországban volt a legalacsonyabb, ezeket követte Litvánia, Portugália és Hollandia, a legmagasabb pedig Máltán, az Egyesült Királyságban és Belgiumban volt, ahol az állomások jelentős része 40 mg feletti literenkénti nitrátértéket mért. Hazánkban az állomások 92%-ban 25 mg/l alatt maradt a mért érték (*Európai Bizottság* 2013).

A nitrát-felhalmozódás élelmiszerbiztonsági kockázata

Az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA) felmérése során az újabb vizsgálatok információit is figyelembe vevő tudományos kockázatértékelés történt. A tagállamok kötelesek ellenőrizni az esetleg magas nitráttartalmú zöldségek, különösen a leveles zöldségek nitrát szintjét, és rendszeresen tájékoztatják az EFSA-t az ellenőrzések eredményeiről.

A Bizottság 1258/2011/EU rendelete (2011. december 2.) módosította az 1881/2006/EK rendeletében megadott határértékeket.

Az ADI érték (Acceptable Daily Intake, azaz az élelmiszeradálékra vonatkozó elfogadható napi beviteli mennyiség), megállapításánál próbálnak azzal számolni, hogy az adott maximális napi mennyiség hosszú távon sem okoz egészségkárosodást. Ezt 3,65 mg/testtömeg kg értékben határozták meg (*Paulik* 2013, *Fülek* és *Sárdi* 2014).

A nitrát direktíva hazai áttekintése

A hazai nitrát rendelet alapját az EU-s direktíva 4. és 5. cikkelye, valamint a hazai jogszabályi alapot képező 1995. évi LIII. törvény 36. §-a valamint 110. §-

ának (7) bekezdés f) pontja – a termőföldről szóló 1994. évi LV. törvénye alapozta meg 2001-ben. Jelenleg a:

- 171/2013. (V. 29.) Korm. rendelet – A vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméről szóló 27/2006. (II. 7.) Korm. rendelet módosításáról, és
- 43/2013. (V. 29.) VM rendelet – A nitrátérzékeny területeknek a MePAR szerinti blokkok szintjén történő közzétételéről szóló 43/2007. (VI. 1.) FVM rendelet és a vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméhez szükséges cselekvési program részletes szabályairól, valamint az adatszolgáltatás és nyilvántartás endjéről szóló 59/2008. (IV. 29.) FVM rendelet módosításáról szóló rendelet szabályozzák a hazai direktívát (*Berényi Üveges et al. 2015*) (1–2. ábra).

A nitrát direktíva értelmében különböző előírások vonatkoznak mind a növénytermesztőkre, mind az állattenyésztőkre. A követelményeket a Kölcsönös Megfeleltetés rendszerén belüli Helyes Mezőgazdasági és Környezeti Állapot (HMKÁ) és a Jogszabályban Foglalt Gazdálkodási Követelmények (JFGK-1) foglalják össze (*Net2*).

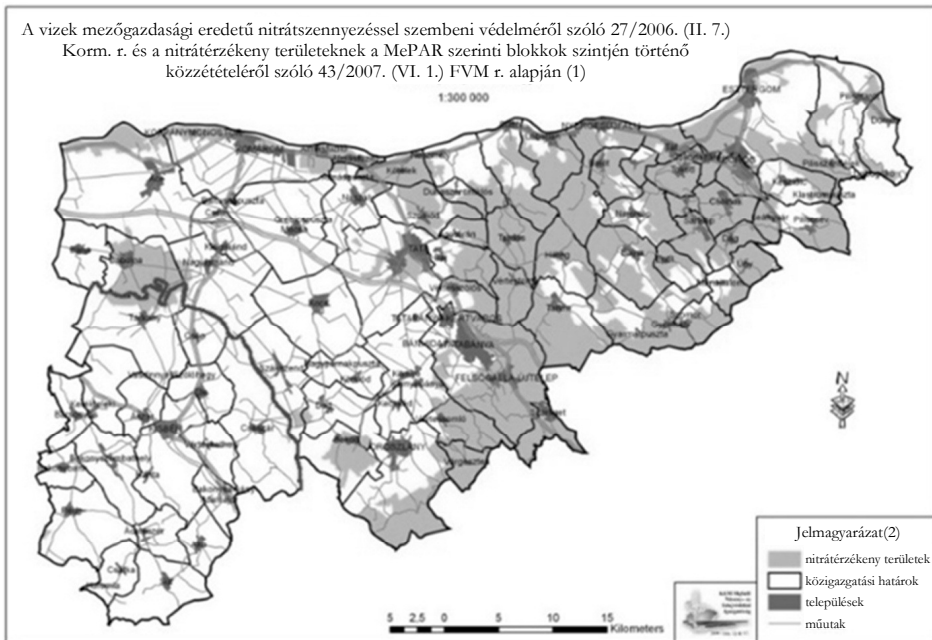
A kutatás célja az volt, hogy megismerjük a kisbéri járás gazdálkodóinak tápanyag utánpótlási módszereit, a gazdálkodásuk méreteit, a kijuttatott nitrogén műtrágyák fajtáit és mennyiségét is, amiket végül összehasonlítottunk a megyei és regionális átlag értékkel is.

Anyag és módszer

Kutatásunkat kérdőíves módszerrel folytattuk, amely a kvantitatív módszerek csoportjába tartozik. Ezekben a kutatásokban az elsődleges cél a nagy mennyiségű adat gyűjtése zárt formában. A zárt forma azt jelenti, hogy a kérdések kötöttek, és azokat változatlan formában alkalmazzuk minden kérdezett esetben. A kérdőív tartalmaz több nyitott-zárt kérdést is; zárt kérdéseknél előre rögzítve vannak a válaszkategóriák, amelyek közül a kérdezett kiválaszthatja a neki megfelelő alternatívát, nyitott kérdéseknél viszont a kérdezettre van bízva, hogy mit válaszol, nincsenek előre rögzített válaszok. Itt érdemes alkalmazni olyan magyarázatot, útmutatót, ami jelzi, hogy alapján véve milyen típusú válaszokra gondolunk (*Hoffman et al. 2000*). Ebben az esetben, ha használ a gazda nitrogén műtrágyát, akkor nem elég az igen/nem válasz, hanem

arra is felhívtuk a figyelmét, hogy konkrétan milyen típusú termésmenvelő anyagot használ (pl. ammónium-nitrát, kálium-nitrát, MAS, Nitrosol stb.).

1. ábra. 2007. évtől nitrátérzékeny területek Komárom-Esztergom megyében



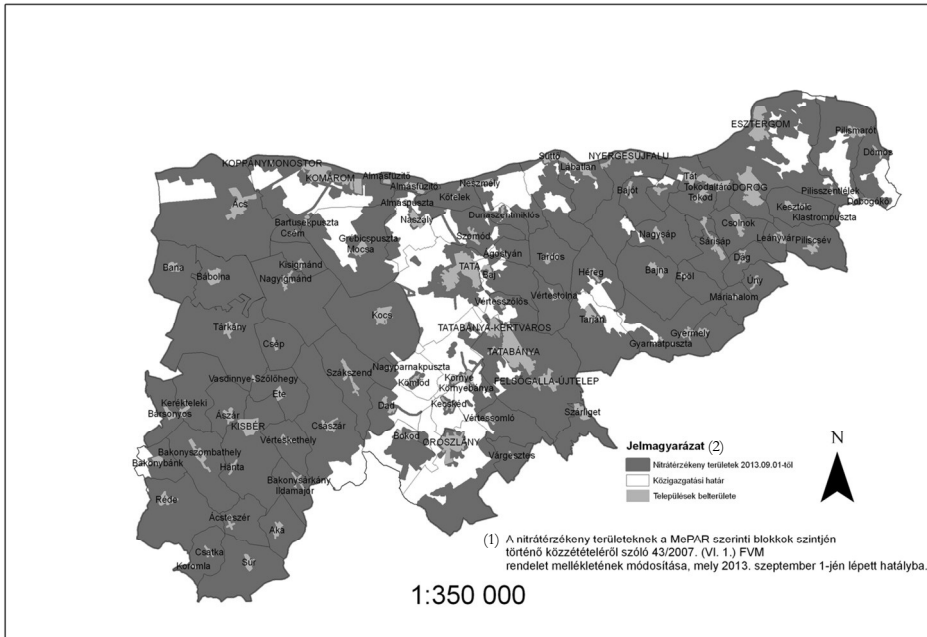
Forrás: KEM-KH NTI (2014)

Megjegyzés: a kishéri járás Komárom-Esztergom megye dél-nyugati részén helyezkedik el. Látható, hogy a világosszürkével jelölt nitrátérzékeny terület nagysága csak nagyon kis területet érintett.

Figure 1. Nitrate-sensitive areas in Komárom-Esztergom County since 2007. (1) Based on the Govt. Decree no. 27/2006 (II. 7.) on the protection of waters against nitrate contamination of agricultural origin and the Ministry of Land Use and Rural Development Decree no. 43/2007 (VI. 1.) on the disclosure of nitrate sensitive areas in accordance with MePAR blocks, (2) Legend: nitrate sensitive areas, administrative borders, settlements, roads. Note: The Kishéri district is located in the south-western part of Komárom-Esztergom County. It can be seen that the size of the nitrate sensitive areas marked with light grey colour affected only a very small proportion. Source: KEM-KH NTI (2014)

A kérdőív négy részből áll, összesen 14 kérdésből. Az első része (5 kérdés) általánosan a gazdálkodásra utal, a második rész (4 kérdés) már a tápanyag-utánpótlással kapcsolatos, a harmadik (2 kérdés) és a negyedik rész (3 kérdés) pedig konkrétan a műtrágyázásra, illetve a szerves trágyázásra vonatkozik. Értelemszerűen a kérdőív egy része nem minden gazdálkodóra vonatkozik.

2. ábra. 2013. szeptember 1-től nitrátérzékeny területek
Komárom-Esztergom megyében



Forrás: KEM-KH NTI (2014)

Megjegyzés: a nitrát rendelet változása miatt a kistérségi járás gyakorlatilag egésze nitrátérzékeny lett nyilvánítva, így érthető annak szükségessége, hogy az ott gazdálkodóknak szemléletváltásra volt szükség.

Figure 2. Nitrate sensitive areas in Komárom-Esztergom County since September 2013. (1) Amendment of the Ministry of Land Use and Rural Development Decree no. 43/2007 (VI. 1.) on the disclosure of nitrate sensitive areas in accordance with MePAR blocks, which came into force on 1st September 2013. Note: due to the change of the nitrate decree, the whole Kiser district was declared nitrate sensitive; therefore, the need for farmers to change their concept (or point of view). Source: KEM-KH NTI (2014)

Az 1. részben a fő célkitűzés a gazdálkodók általános helyzetének megismerése volt: mióta és mekkora területen gazdálkodnak, mi a fő tevékenységük, foglalkoznak-e állattartással, valamint rendelkeznek-e szakirányú végzettséggel.

A 2. rész arra irányult, hogy a tápanyag utánpótlást hogyan alkalmazzák; a fő kérdések a szerves- és műtrágya használatára vonatkoznak, valamint a talajvizsgálat meglétére.

A 3. rész célirányosan a műtrágya felhasználásra vonatkozik, azon belül is a nitrogén-felhasználásra kérdez. A két fő kérdése a kijuttatott átlagos mennyi-

ség hektáronként, valamint az alkalmazott műtrágya típusa (pl. MAS 27%, Nitrosol 28%, Ammónium-nitrát, komplex formában stb.)

A 4. rész csak azokra a gazdálkodókra vonatkozik, akik szerves trágyát is szoktak kijuttatni.

A kérdőív első és második része jellemzően zárt kérdéseket tartalmaz, ezzel szemben a konkrét trágyázásra vonatkozó kérdések nyitottak, mivel ott lényeges volt, hogy a gazdák milyen típusú műtrágyát és szerves trágyát használnak, abból mennyi hatóanyagot juttatnak ki évente.

Figyelembe vettük azt a tényt, hogy hazánkban az állatállomány alacsony, a trágyatermelés pedig nem elégséges a művelt terület teljes tápanyag-ellátásához. A kérdéseket ezért úgy fogalmaztuk meg, hogy az elmúlt öt év intervallumában használtak-e szerves trágyát talajaik tápanyag utánpótlásához.

Eredmények

A járás 148 gazdálkodója töltötte ki a kérdőívet 2015. szeptember 1. és 2015. december 31. között, melyek kiértékelésére 2016 év elején került sor. A kérdőívekből rögtön szembetűnő volt, hogy a megkérdezettek 58%-a nem rendelkezik semmiféle mezőgazdasági végzettséggel, és csak 7%-uknak van felsőfokú végzettsége. Az állattartás országos helyzetének nehézségét reprezentálja, hogy 53%-uk egyáltalán nem, 42%-uk pedig csak a saját szükségleteinek elegendő állatot tart. Ez a helyzet okozza azt is, hogy a gazdák 75%-a az elmúlt öt évben csak műtrágyát juttatott ki, szerves trágyát mindössze 20%-uk. Sajnos még a baktériumtrágyák és a zöldtrágya-növények alkalmazása is alacsony szintű, mivel előbbi 5%, utóbbit 6% használ rendszeresen.

A területalapú támogatás jogszabályi változásai miatt a gazdák 26%-a vetett zöldtrágyát 2015-ben. Mint ismeretes, a KAP értelmében a 15 ha szántóterület felett gazdálkodóknak a szántó 5%-án ökológiai célterületet kell képezni, amit megtehetnek többek között zöldtrágya-növények másodvetésével is. A gazdálkodók szerint a zöldtrágya-növények vetése során a legfőbb kedvezőtlen körülmény szerintük a pluszki költség, amelyek a vetőmagra, a vetésre, és a későbbi zöldtrágya-növény beforgatására vonatkoznak. Pozitívum, hogy többen is növelték a hatékonyságot, és ezzel egy időben csökkentették a munkaműveleteket is, mivel sokan egy menetben, a tarlóhántással vetették fel és dolgozták be a talajba a zöldtrágya-keveréket. Remélhetőleg a későbbiekben a talajra gyakorolt pozitív hatásokat is fogják érezni a gazdálkodók, különösen azokon a terü-

leteken, ahol műtrágyán kívül eddig mást nem alkalmaztak tápanyag-visszapótlásként.

A nitrát rendelet miatt a nitrogén műtrágya kijuttatáshoz öt évnél nem régebbi talajvizsgálat és arra alapozott, évenkénti tápanyag-visszapótlási terv szükséges. A megkérdezettek 29%-a nem rendelkezett talajvizsgálati eredményekkel, és csak 3% nyilatkozott úgy, hogy önkéntesen rendelkezik a szakszerű tápanyag-utánpótlás szempontjából nélkülözhetetlen talajvizsgálati eredményekkel.

A kijuttatott nitrogén műtrágyák típusai széles skálát mutattak, legnépszerűbb a MAS (mészammon-salétrom) volt (56%-uk rendszeresen alkalmazza), de a Nitrosol folyékony műtrágya is megtalálható a gazdák 11%-nál. Utóbbi annak is köszönhető, hogy a kisbéri járáshoz közel egy folyékony műtrágya üzem található, így a beszerzése és szállítása gazdaságosan megoldható. Külön kijuttatási engedélyhez kötött szerves eredetű trágyák (hígtrágya, szennyvíziszap, szennyvíziszap-komposzt stb.) közül mindössze két gazdálkodó juttatott ki hígtrágyát.

Szerves trágyát keveset juttatnak ki, ami az állattartás nehéz helyzetével és a csökkent háztáji állattartással magyarázható. Nagyon kevesen gondolkoznak a műtrágyán kívül más terménővelő anyag alkalmazásában. Ez azt jelenti, hogy lehetőség lenne viszonylag közlelről komposztot, fermentált trágyát vásárolni (elsősorban baromfitrágya eredetűt), amivel szintén meg lehetne oldani a tápanyag-utánpótlás egy részét.

Az állattenyésztés helyzetét tovább nehezíti a nitrát rendelet szabályozása, mivel az előírt három, illetve öt számosállat feletti, hathavi kapacitással rendelkező trágyatároló meglete nagy beruházási költséget jelent, amit egy kisebb területen gazdálkodó nem tud gazdaságosan felépíteni, még pályázati forrással is csak nagyon nehezen.

Az ANOVA értékelése során arra a kérdésre kerestük a választ, hogy ha a terület alapján csoportokba osztva a gazdálkodókat (*1. táblázat*), a kijuttatott átlagos N-műtrágya hatóanyag-mennyiségében van-e különbség a csoportok között 5%-os szignifikancia szinten? Kezdsnek a hipotézis vizsgálatot alkalmaztuk, miszerint:

- nullhipotézis: az egyes gazdacsoportok között nincs szignifikáns különbség;
- alternatív hipotézis: a csoportok között van szignifikáns különbség, ami nem a véletlennek köszönhető.

Ennek eldöntésére az 1. táblázat adatai alkalmasak:

- az ANOVA 'p' értéke 0,1476, ami nagyobb a vizsgálat szignifikancia szintjénél (0,05);
- a csoportok között lényeges különbség van, ha a csoportok közötti variancia szignifikánsan nagyobb, mint a csoporton belüli variancia. Erről F próbával döntünk. Ha a számított F érték nagyobb, mint az adott szignifikancia szinthez tartozó kritikus F érték, akkor a csoportok között van legalább egy, amelyiknek az átlaga eltér a többitől. Hogy melyik ez a csoport illetve van-e több eltérő csoport, azt közvetlenül nem látjuk a variancia-analízis eredménytáblájából (Baráth *et al.* 1996);
- $F(1,72) < F$ kritikus (2,43).

1. táblázat. Összefüggés vizsgálat a területnagyság és a kijuttatott N műtrágya hatóanyag között (variancia-analízis - ANOVA)

Egytényezős variancia-analízis (összesítés)						
(1)						
Csoportok	Darabszám	Összeg	Átlag	Variancia		
(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		
5 ha alatt (7)	33	2060	62,42424	875,1269		
5-10 ha	37	2357	63,7027	735,2147		
10-25 ha	36	2447	67,97222	586,3135		
25-50 ha	24	1677	69,875	974,9837		
50 ha felett (8)	18	1481	82,27778	915,3889		
Variancia-analízis						
(9)						
Tényezők	SS	df	MS	F	p-érték	F krit.
(10)					(11)	(12)
Csoportok között (13)	5451,082412	4	1362,771	1,724889	0,147693	2,434947
Csoporton belül (14)	112978,9987	143	790,0629			
Összesen (15)	118430,0811	147				

Table 1. Correlation analysis between farm size and the amount of applied N fertiliser active substance (ANOVA). (1) One-way ANOVA (cumulation), (2) Groups, (3) No., (4) Sum, (5) Mean, (6) Variance, (7) Below 5 ha, (8) Above 50 ha, (9) ANOVA, (10) Factors, (11) p value, (12) F crit., (13) Between groups, (14) Within the group, (15) Total

Megállapítható, hogy a fenti adatok alapján a vizsgálat során a csoportok között nincs szignifikáns különbség, az eltérést okozhatta a véletlen, ezzel elfogadhatjuk a null hipotézist állítását.

A kérdőív utolsó részében szintén a nitrogén-kijuttatást vizsgáltuk, de más megközelítésben. A korrelációs számítás arra ad választ, hogy van összefüggés a területnagyságok és a kijuttatott N hatóanyaga között, tehát függ-e a nitrogén kijuttatása attól, hogy a gazda mekkora földterületen gazdálkodik.

Korrelációs számítás esetén az első lépés a linearitás ellenőrzése volt (3. ábra).

3. ábra. A kijuttatott N mennyisége (kg/ha) és a földterület nagysága (ha) közötti kapcsolat

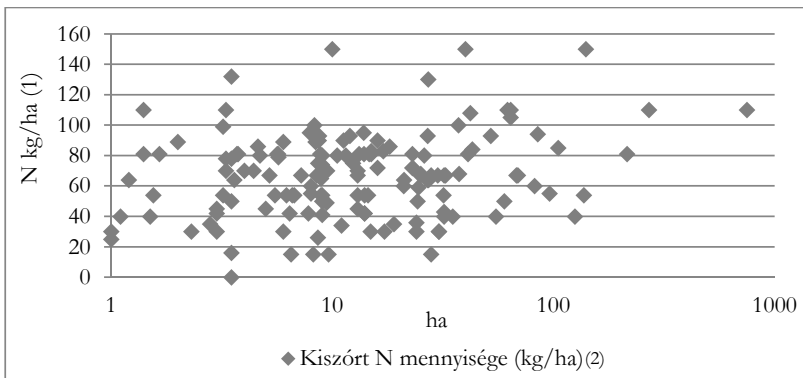


Figure 3. Correlation between the amount of applied N (kg ha^{-1}) and farm size (ha). (1) N kg ha^{-1} , (2) Amount of applied N (kg ha^{-1})

Bár az látható, hogy a 3. ábra alapján elvethetjük azt a feltevést, miszerint lineáris összefüggés van a területnagyság és a kiszórt N mennyisége között, az Excel program segítségével kiszámítható a korrelációs együttható értéke (2. táblázat).

A korrelációs együttható szerint ($r=0,22$) a földterület és a kiszórt N mennyisége között gyenge összefüggés van. Az adatképek száma, $n=148$. Ennek alapján dönthető el az összefüggés szorossága, egy táblázat segítségével (Fisher és Yates 1963). Ha $n=148$, akkor $n-2$ tehát 146 a szabadságfok, így a táblázatban az látható, hogy 5%-os valószínűségi szinten 0,1946 a kritikus érték. Mivel a számított r érték ennél nagyobb, így ez 5%-os szinten statisztikailag igazolható összefüggést mutat.

2. táblázat. A korrelációs számítás eredménye

	Földterület (ha) (1)	Kiszórt N mennyisége (kg/ha) (2)
Földterület (ha) (1)	1	
Kiszórt N mennyisége (kg/ha) (2)	0,222140427	1

Table 2. The result of correlation analysis. (1) Farm size (ha), (2) Amount of applied N (kg ha⁻¹)

Determinációs együttható: A determinációs együttható megmutatja, hogy a magyarázó változó hány százalékban befolyásolja az eredményváltozó szóródását. Jele: r^2 , a determinációs együttható, jellemzi a regressziós függvény illeszkedését, és a modell magyarázó erejét is. A vizsgálatban a determinációs együttható értéke: $0,222140427^2$, tehát $0,049346=4,93\%$, a gazdálkodók földterülete tehát csak 4,93%-ban befolyásolja a kijuttatott N hatóanyag mennyiségét (Baráth et al. 1996).

Az összefoglaló 3. táblázatban az általunk kapott adatokat összevetettük az országos és regionális adatokkal.

Az ANOVA alapját képező csoportok esetében látható, hogy mennyire elmarad a megkérdezettek kijuttatott N mennyisége az országos átlagétól. Ugyanakkor az ANOVA vizsgálat nem hozta a várt eredményt. Feltételezhetően, ha azonos elemszámú csoportok lettek volna, úgy lehetett volna szignifikáns eltérés a csoportok nitrogén kijuttatása között. Az 50 ha feletti gazdák esetében látható a jóval magasabb kijuttatott N hatóanyag átlaga. A vizsgálatban minél több gazdálkodóval szándékoztunk kitölteni a kérdőívet, emiatt nem alakultak ki azonos elemszámú csoportok. A másik fontosabb statisztikai elemzés, a korrelációs számítás is megmutatta, hogy a kijuttatott nitrogén hatóanyaga gyakorlatilag független a területnagyságtól, ugyanis volt, aki viszonylag kisebb területen gazdálkodva is tudatosabban alkalmazta a tápanyag utánpótlást, és volt számos eset, mikor a nagyobb területen gazdálkodók nem kellőképpen jártak el a tápanyag- utánpótlás tervezésekor.

Következtetések

Összességében kijelenthető, hogy nitrát rendelet ismeretéhez és az ahhoz való alkalmazkodáshoz a komplex szemlélet, az integrált növénytermesztés megléte az, ami leginkább hiányzik a megkérdezett gazdálkodók nagy részéből.

Magyarázható ez a végzettség hiányával, azzal is, hogy a nagy többség nem főállásban végzi a tevékenységet, így nem mernek (vagy nem akarnak) a biztos technológiájukon változtatni, félnek újítani.

3. táblázat. Összefoglaló adatok a trágya-kijuttatásról

N műtrágya kijuttatás (kg/ha)	
(1)	
Földterület nagyság	Kijuttatott N kg/ha
(2)	(3)
5 ha alatti (4)	62,42
5-10 ha	63,70
10-25 ha	67,97
25-50 ha	69,87
50 ha felett (5)	82,27
Vizsgált gazdálkodók átlaga (6)	69,30
Regionális átlag (7)	92,00
Országos átlag (8)	89,00
Szerves trágya kijuttatás (t/ha)	
(9)	
Vizsgált gazdálkodók átlaga (6)	12,20
Országos átlag (8)	20,10

Table 3. Summarised data about fertilisation. (1) N fertiliser application (kg ha⁻¹), (2) Farm size, (3) Applied N kg ha⁻¹, (4) Below 5 ha, (5) Above 50 ha, (6) Average of examined farmers, (7) Regional average, (8) Country average, (9) Application of organic fertiliser (t ha⁻¹)

A gazdák árérzékenyek, a hazai növénytermesztés jövedelmezőségének nehézségei, a pályázati források gyakori lassúságai miatt sem mernek olyan beruházásba kezdeni, ami többletforrást igényel az általuk megszokotthoz képest. Fontos tény, hogy gyakorlatilag csak szántóföldi növénytermesztéssel foglalkoznak a megkérdezettek, hiszen a kérdezettek közül mindössze hárman foglalkoznak zöldségtermesztéssel és öten ültetvényes gazdálkodással is.

Komárom-Esztergom megye kistérségi járásának északi része I-es, déli része a II. és IV-es termőhelyi kategóriába tartozik, ahol a legnagyobb területen termesztett növényeken kívül (kukorica, őszi búza, napraforgó, őszi káposzta-repce, őszi és tavaszi árpa, tritikálé) alig foglalkoznak más növények termesztésével. Néhány hektáron természetesen burgonyát és takarmányborsót, illetve

három gazdálkodó termel cukorrépát (50–60 hektáron), de ezzel ki is merül a zöldségtermesztés köre. Igaz, hogy az ehhez szükséges öntözőberendezés mind beruházási része, mind fizikai adottsági része (vízkivétel sok helyen nem is lehetséges) miatt sem terjedt el a zöldségtermesztés. Másfelől a fogadó oldalról is akadnak nehézségek, hiszen a környékben volt cukorgyár (Ácson), volt olyan konzervgyár (Győrben), ahova tudtak olyan növényeket termeszteni, ami egyrészt a vetésforgóba is kiválóan illeszkedett, másfelől a jövedelmezőségük is kedvező volt.

A jövő szempontjából mindenképpen fontos lenne a tényleges talajvizsgálatra alapozott tápanyag utánpótlás, a megfelelő formájú, dózisu műtrágya alkalmazása, és a lehetőségekhez mérten a tápanyag utánpótlás irányának megújítása (baktériumtrágya, zöldtrágya növelése, lehetőség szerint állati eredetű trágya alkalmazása). Érdekesség, hogy a Somogy Megyei Kormányhivatal Növény- és Talajvédelmi Igazgatósága 2015 márciusában publikált tájékoztatója is megerősíti azt, hogy a gazdálkodók körében sok tévhit van a rendelet alkalmazásával összefüggésben, elsősorban a talajvizsgálat meglétével és kijuttatható nitrogén mennyiségével kapcsolatosan (*Net1*). Gyakorlatilag a 170 kg N hatóanyag/ha maximálisan kijuttatható érték az általunk megkérdezett gazdálkodóknál is berögzült érték volt, nagy valószínűséggel az ország más pontjain sincs ez másképp. Többségük nem érti, hogy mitől lett nitrátérzékeny a területük, valamint ha a nitrát rendeletben megengedett maximális hatóanyagot nem juttatják ki, akkor miért szükséges betartaniuk a követelményeket. Véleményük szerint nitrátszennyezést csak akkor lehet elkövetni, ha a határérték felett juttatnak nitrogén műtrágyát. Kell még néhány év ahhoz, hogy a nitrátérzékeny területen gazdálkodók megértsék a rendelet lényegét, és ne csak a fizetnivalót lássák benne (talajvizsgálat és tápanyag-gazdálkodási terv költségét), hanem azt a valós, a földterületükre elkészített szakszerű tápanyag gazdálkodási tervet, aminek segítségével a tápanyag utánpótlása szakszerűbb lesz, ezáltal pedig növekedhet a jövedelmezőségük.

Irodalom

- Baráth Cs.–Ittész A.–Ugrósdý Gy.*: 1996. Biometria. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 208–212.
- Barótfi I.*: 2011. Környezetgazdálkodás. Szent István Egyetem. 86.
- Berényi Üveges K.–Csányi Gy.–Keszthelyi K.–Kujáni K. O.–Szabados I.–Sztahura E.–Várszegi G.*: 2015. Nitrát gazdálkodói kézikönyv. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara. Budapest. 3–4., 10–24.
- Európai Bizottság*: 2013. A Bizottság jelentése a Tanácsnak és az Európai Parlamentnek a 2008–2011 közötti időszakra vonatkozó tagállami jelentések alapján a vizek mezőgazdasági eredetű nitrát szennyezéssel szembeni védelméről szóló 91/676/EGK tanácsi irányelv végrehajtásáról. 3–10.
- Európai Unió*: 2010. Az EU nitrátokról szóló irányelve – 2010 január. 1–4.
- Fisher, R.–Yates, F.*: 1963. Statistical Tables for Biological Agricultural and Medical Research. 6th Ed. Oliver & Boyd. Edinburgh and London. 1963. X, 146 P. Preis 42 s net. 32.
- Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium, Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium*: 2008. Jelentés az Európai Bizottság részére a 91/676/EGK irányelv 10. cikke értelmében „a mezőgazdasági eredetű nitrát szennyezéssel szembeni vízvédelmi feladatok végrehajtásáról”. 4–8.
- Füleký Gy.–Sárdi K.*: 2014. Tápanyag-gazdálkodás mezőgazdasági mérnököknek. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 235–236.
- Füleký Gy.*: 2004. A Gödöllő-szárítópusztai tartamkísérlet eredményei. [In: Füleký Gy. (szerk.) Az EU-s Nitrát Direktíva.] A környezetkímélő Agrokémiáért Alapítvány. Gödöllő. 39–42.
- Hoffman M.–Kozák Á.–Veres Z.*: 2005. Bevezetés a piackutatásba. Akadémiai Kiadó. Budapest. 93–94.
- Kádár, I.–Németh, T.*: 1993. Study on nitrate leaching in long-term fertilization trial. Növénytermelés. 42. 3: 331–338.
- Komárom-Esztergom megyei Kormányhivatal Növény- és Talajvédelmi Igazgatósága*: 2014. Térképek Komárom-Esztergom megyei nitrát érzékeny területeiről.
- Németh, T.*: 1995. Nitrogen in Hungarian soils – nitrogen management relation to groundwater protection. Journal of Contaminant Hydrology. 20: 185–208.
- Net1*: <http://agroforum.hu/hirek/nitrát-ellenorzesek-hatosagi-tapasztalatai>
- Net2*: https://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=a0800059.fvm
- Paulik E.*: 2013. Megelőző orvostan és népegészségtan. JATEPress. Szeged. 226.
- Stefanovits P.–Filep Gy.–Füleký Gy.*: 1999. Talajtan. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 198–199.
- Tisdale, S.–Nelson, W.*: 1966. Soil Fertility and Fertilizers. 2nd Edition. Macmillan Company. New York.
- Tolner L.–Kovács A.*: 2013. Nitrát kimosódás vizsgálata talajoszlop kísérletben. Talajvédelmi Alapítvány kiadványa.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Behék Marcell-*Dr. Sárdi Katalin
Pannon Egyetem Georgikon Kar
Növénytermesztéstani és Talajtani Tanszék
Keszthely
Festetics u. 7.
H-8360
*sardi@georgikon.hu

Az *n*-butanol, valamint a hideg előkezelés sejtszerkezeti hatásai kukorica portokkultúrában

FÁBIÁN ATTILA-AMBRUS HELGA-JÄGER KATALIN-BARNABÁS BEÁTA
Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Kutatóközpont,
Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

Összefoglalás

A portokkultúrák androgén indukciós gyakoriságának növelése a növényi biotechnológia fontos célkitűzése. Segítségével rövidebb idő alatt állhatnak a nemesítők rendelkezésére a magas örökletes változékonyságot mutató kettős haploid vonalak. Kukorica portokkultúrában lefolytatott kísérleteink során célunk volt, hogy felfedjük a portokkultúrákban az indukció gyakoriságának növelésére gyakran alkalmazott hideg előkezelésnek, valamint az *n*-butanollal történő kémiai előkezelésnek a mikrospórák sejt-vázára, illetve szerkezetére gyakorolt hatásait, annak érdekében, hogy jobban megértjük az androgenezis citológiai és strukturális hátterét.

Mind a hideg előkezelés, mind pedig az *n*-butanol kezelés megnövelte az androgén választ adó mikrospórák arányát. A legjelentősebb, kontrollhoz képest szignifikánsan megemelkedett mikrospóra indukciót azonban a két kezelés egyidejű alkalmazása váltotta ki (20,95 embrió 100 portokra vetítve).

A kezelések sejtváza gyakorolt hatásának vizsgálata érdekében a mikrotubulusokat indirekt immunfluoreszcencia segítségével, míg az aktin fonalakat rodamin falloidin alkalmazásával jelöltük meg. A sejtek szerkezetében végbement változásokat szövettani módszerekkel követtük nyomon.

A hideg előkezelés megnövelte a mikrospórákban az aktin fonalak mennyiségét, míg a mikrotubulus hálózatra nem volt hatással. Ezzel ellentétben az *n*-butanol alkalmazása a mikrotubulusok visszafordítható depolimerizációját váltotta ki, miközben az aktin fonalak mennyisége nem változott meg. Eredményeink támogatják azt a feltevést,

miszerint a mikroszórák generatív fejlődése és az androgén fejlődési út közti átmenetet segíti a sejtvázas átrendeződése, feltehetően a szimmetrikus osztódások elősegítése révén.

Kulcsszavak: kukorica, portokkultúra, hideg előkezelés, *n-butanol*, sejtvázas

The cellular structural impacts of *n-butanol* and cold pre-treatment in maize anther culture

A. FÁBIÁN-H. AMBRUS-K. JÄGER-B. BARNABÁS

Hungarian Academy of Sciences Centre for Agricultural Research,
Institute of Agriculture, Martonvásár

Summary

Increasing the androgen induction frequency of anther cultures is an important objective of plant biotechnology. Anther cultures provide breeders with double haploid lines showing high hereditary variance more quickly. The aim of our experiments conducted in maize anther culture was to reveal the effect of cold pre-treatment often performed to increase induction frequency, as well as the chemical pre-treatment with *n-butanol* on the cellular structure of the microspores in order to gain better understanding of the cytologic and structural background of androgenesis.

Both cold pre-treatment and *n-butanol* treatment increased the proportion of microspores providing androgenic response. However, the most significant microspore induction which was greatly increased in comparison with the control was induced by simultaneously performing both treatments (20.95 embryos per 100 anthers).

In order to perform an analysis of the effect of treatments on the cellular structure, the microtubules were marked with immunofluorescence and actin filaments were marked with rhodamine phalloidin. Changes in cell structure were tracked with histological methods.

Cold pre-treatment increased the amount of actin filaments in microspores, while there was no impact observed on the microtubule network. On the contrary, the use of *n-butanol* resulted in the reversible depolymerisation of microtubules, while the amount of actin filaments remained the same. The obtained results support

the hypothesis that the transition between the generative development of microspores and the androgenic development path is assisted by the reorganisation of the cell structure, possibly by means of helping symmetrical divisions.

Key words: maize, anther culture, cold pre-treatment, *n*-butanol, cell structure

Влияния на клеточную структуру *n*-бутанола, а также холодной предварительной подготовки в пыльниковой культуре кукурузы

А. ФАБИАН-Х. АМБРУШ-К. ЯГЕР-Б. БАРНАБАШ

Венгерская Академия Наук Исследовательский Центр Аграрных Наук,
Институт Сельского Хозяйства, Мартонвашар

Резюме

Увеличение частоты андрогенной индукции пыльниковых культур – важная цель биотехнологии растений. С её помощью за более короткое время могут быть в распоряжении селекционеров показывающие высокие наследуемые изменчивости двойные хаплоидные линии. Целью наших исследований кукурузы в пыльниковой культуре является установить влияния, оказанные в пыльниковых культурах на увеличение частоты индукции часто использованных холодных предварительных обработок, а также влияние химических предобработок, происходящих с *n*-бутанолом на каркас клеток микроспор и её структуру в интересах того, чтобы лучше понять андрогенезную и цитологичную основу её структур.

Как и холодная предобработка, так и обработка *n*-бутанолом увеличили долю микроспор, дающих андрогенный ответ. Однако самую большую, по сравнению с контролем значительно выросшую индукцию микроспор, вызвали применённые одновременно эти две обработки (20,95 эмбрионов в расчёте на 100 пыльников).

В интересах исследования влияния, оказанного обработками на каркас клеток, с помощью косвенной иммуофлуоресценции обозначили микротрубочки, и также применением родаминовых фаллоидин обозначили актиновые нити. Произошедшие в структуре клеток изменения прослеживали гистологическими методами.

Холодная предварительная обработка увеличила в микроспорах количество актиновых нитей и не оказала влияния на сеть микротрубочек. В отличие от этого применение *n*-бутанола вызвало необратимую деполимеризацию микротрубочек, при этом количество актиновых нитей не изменилось. Наши результаты подтверждают то предположение, согласно которому переходу между генеративным путём развития микроспор и между андрогенным путём развития помогает переустройство коркаса клетки, предположительно с помощью симметрических разделений.

Ключевые слова: кукуруза, пыльниковая культура, холодная предварительная обработка, *n*-бутанол, каркас клетки

Bevezetés

A kettős haploid (dihaploid, DH) növények előállítására a hagyományos nemzés értékes eszköze. Segítségével csökkenthető az új, előnyös tulajdonságokkal rendelkező fajták létrehozásához szükséges idő. A magasabb rendű növények mikrosporái rendelkeznek a képességgel, hogy gametofitikus fejlődési programjukat bizonyos körülmények között sporofitikus fejlődési útra tereljék. Ezt a folyamatot, melynek neve androgenézis, izolált mikrospora-, illetve antéra kultúrákban célzottan váltják ki, annak érdekében, hogy rövid idő alatt jelentős mennyiségű, magas genetikai variabilitással rendelkező kettős haploid vonalakat nyerjenek (Reed et al. 2004). Több mint 200 fajból állítottak már elő kettős haploid növényeket androgenézis segítségével (Dunwell 2010). Az androgenézis *in vitro* előidézésére korai vagy késői egysejtes, illetve korai kétsejtes fejlődési állapotú izolált mikrosporákat, illetve az azokat tartalmazó éretlen portokokot kultúrában nevelik (Maluszynski et al. 2003). Az első pollen mitózis (PM I) fontos mérföldkő a pollen fejlődése szempontjából. Bár őszi káposztarepce (*Brassica napus* L) esetében a kései kétmagvas állapotú pollen esetében is leírták az androgenetikus indukciót (Binarova et al. 1997), a legtöbb vizsgált fajban a fejlődő mikrosporák elvesztik totipotenciájukat az első pollen mitózist követően (Maraschin et al. 2005). A mikrosporák fejlődési programjának az embriogén útra terelése céljából sokféle kezelés alkalmazható, például magas vagy alacsony hőmérséklet, éheztetés, valamint kémiai anyagok felhasználása (például kolhicin, mannitol) (Shariatpanahi et al. 2006, Islam és Tuteja 2012). Az ezen kezelések által kiváltott stressz szükséges az androgén folyamatok megindulásához (Soriano et al. 2013).

Az embriogén indukció első strukturális jele a citoplazma dedifferenciációja. A folyamat során a sejtszervecskék, lipidtestek, keményítőszemcsék és riboszómák száma lecsökken. A sejtváza a sejt alapvető összetevője, mely elengedhetetlen az androgenezis során végbemenő szerkezeti változások végrehajtásához. A növényi sejtváza egy dinamikusan változó fonalas rendszer, mely mikrotubulusokból (MT), aktin fonalakkból és a hozzájuk kapcsolódó fehérjékből áll (Collings 2008, Petrášek és Schwarzerová 2009). Ez az összetett rendszer sokféle feladatot lát el: részt vesz a sejtek alakjának formálásában, meghatározza és fenntartja a sejt plazma polaritását, sejtalkotókat szállít, koordinálja a sejtosztódást (Kost és Chua 2002). Kevés információ áll azonban rendelkezésre a növényi sejtváznak az abiotikus stresszekre adott válaszában betöltött szerepéről. Csupán a só-, valamint ozmotikus stresszt (Wang *et al.* 2011), továbbá a hőstresszt (Malerba *et al.* 2010) vizsgálták ebből a szempontból.

Az androgén válasz gyakoriságának növelése a mikroszpóra-, valamint portokkultúrákban főként az embrió indukció gyakoriságának növelése révén valósítható meg, mely többféle előkezelés segítségével érhető el: magas vagy alacsony hőmérséklet, éheztetés vagy kémiai anyagok alkalmazásával (Zorinians *et al.* 2005, Shariatpanahi *et al.* 2006). Kukorica mikroszpóra- és portokkultúrák esetében a címereket általában hideg előkezelésnek vetik alá, 7 °C-on tartva azokat 7–21 napig (Zorinians *et al.* 2005, Shariatpanahi *et al.* 2006).

Egy alkohol, az *n*-butanol (vagy 1-butanol) alkalmazása megnövelte az embriogén mikroszpórák arányát búza portokkultúrában (Soriano *et al.* 2008, Broughton 2011). Az *n*-butanol lecsökkenti egy jelátvitelben részt vevő foszfolipid, a foszfátidsav (FS) termelődését, mely a foszfolipáz D enzim (EC 3.1.4.4, PLD) aktivitásának eredménye (Liscovitch *et al.* 2000). A lecsökkent FS szint reverzibilis mikrotubulus depolimerizációt idézett elő *Arabidopsis* BY-2 sejt kultúrában (Dhonukshe *et al.* 2003, Hirase *et al.* 2006). Korábbi eredményeink szerint az *n*-butanol alkalmazása kukorica mikroszpóra- és portokkultúrában megnöveli az androgén választ adó mikroszpórák arányát (Földesiné *et al.* 2011, 2012). Annak érdekében, hogy összekapcsoljuk az *n*-butanol embriogenezist indukáló hatását a korábban kimutatott mikrotubulus depolimerizáló tulajdonságával, az *n*-butanollal kezelt kukorica mikroszpórák sejt vázát fluoreszcens jelölés segítségével konfokális lézer pásztázó mikroszkóppal vizsgáltuk meg. Ezen túl összehasonlítottuk a kukorica mikroszpórák esetében leggyakrabban alkalmazott hideg előkezelés és az *n*-butanol kezelés sejt vázra gyakorolt hatásait.

Anyag és módszer

Növényanyag és a növénynevelés körülményei

Az androgén portokkultúra alapanyagául egy kukorica hibrid (A 18) szolgált (Földesiné et al. 2012). A növényeket fitotroni klímakamrákban neveltük egy kukorica neveléséhez kidolgozott klímaprogram felhasználásával (Tischner et al. 1997). A késői egymagvas fejlődési állapotban lévő mikrospórákat tartalmazó éretlen portokokat 10 napos, 7 °C-os hőmérsékleten történő hidegkezelést követően módosított YP táptalajra helyeztük (Genovesi és Collins 1982), melyet kiegészítettünk 0,1 mg/l 2,3,5-trijód-benzooesavval, 500 mg/l kazein hidrolizátummal, valamint 120 g/l szacharózzal (pH 5,8). Az *n-butanol* hatásának vizsgálatára a szert 0,2% végkoncentrációban adtuk a kezelt portokok táptalajához, majd hat óra múlva *n-butanol*-mentes táptalajra helyeztük őket. A kontroll portokok esetében a kezelést nem alkalmaztuk. Kísérleteinket mind hideg előkezelt, mind pedig hideghatásnak ki nem tett portokok esetében elvégeztük, hogy a kétféle, embriogenezist indukáló előkezelés (hideg és *n-butanol*) hatása egymástól elkülöníthető legyen. Kezelésenként 1500 portokot 28 napon keresztül tartottunk az androgén kultúrában sötétben, 29 °C-os hőmérsékleten. A 28. napon az androgén indukció mértéke és az embrió/kallusz arány sztereomikroszkóp segítségével került megállapításra.

Kezelés, mintavétel

Az *n-butanol* és a hideg előkezeléseknek az aktin és mikrotubulus sejtvázas elemekre kifejtett hatásának vizsgálatához mikrospórákat izoláltunk mechanikus módszerrel. A portokokat 1 ml folyékony YP tápoldatba helyeztük, majd óvatosan szétdörzsöltük annak érdekében, hogy a mikrospórák a táptalajba kerüljenek. A szuszpenziót ezután 100 µm lyukméretű nylon szöveten szűrtük át a portokfal maradványok eltávolítására. Az *n-butanol*al kezelte portokokból 0,2% *n-butanol*al tartalmazó tápoldat felhasználásával történt az izolálás. A kezeletlen kontroll, a hidegkezelte, valamint az *n-butanol*al kezelte mikrospórákat ezután azonnal kémiai fixálásnak és sejtvázas jelölésnek vetettük alá. A sejtvázas *n-butanol*al való kezelte követő regenerációjának vizsgálatához az ágenssel kezelte mikrospórák egy részét két alkalommal mostuk YP tápoldattal az *n-butanol*al eltávolítására. 30 perccel az *n-butanol*al eltávolítása után ezeket a mikrospórákat a többivel megegyező módon fixáltuk és jelöltük. A strukturális változások szö-

vettani vizsgálatához minden kezelésből gyűjtöttünk portokokat a kultúra indítása utáni első, harmadik, hetedik és 11 napon.

Aktin és mikrotubulus jelölés

Az aktin fonalak jelölése *Lovy-Wheeler et al.* (2005) alapján történt, kisebb módosításokkal. A mikospórákat 30 percig kémiai fixálásnak vetettük alá 100 mM PIPES, 5 mM MgSO₄, 0,5 mM CaCl₂, 7,5% szacharóz, 0,05% Triton X-100 és 2% paraformaldehid tartalmú pufferben, 9,0 pH mellett. Ezt a fenti puffer paraformaldehidet nem tartalmazó pH 7-es változatával történő mosás követte, majd az F-aktin fonalakat 6,6 µM rodamin falloidin (Sigma) segítségével jelöltük 30 percen át.

A mikrotubulusok jelölése indirekt immunfluoreszcencia alkalmazásával történt. A mikospórákat PEM pufferben rögzítettük (100 mM PIPES, 10 mM EGTA, 10 mM MgSO₄, 7,5% szacharóz pH 7,4), melyet 4% paraformaldehiddel egészítettünk ki. A fixálási, emésztési és jelölési lépésekhez használt pufferekhez proteináz inhibitor koktélt adtunk (32 µg/ml benzamidin HCl, 2 µg/ml fenanthrolin monohidrát, 20 µg/ml aprotinin, 20 µg/ml leupeptin, 20 µg/ml pepstatin, végkoncentrációk). A fixálást és PEM pufferrel való háromszori mosást követően a mikospóra fal részleges emésztését 90 percen át 10 mg/ml β-glükuronidázt tartalmazó PEM pufferben szobahőmérsékleten végeztük (*Simmonds és Keller* 1999). A mikospórákat ezek után ülepítettük, majd 1% Triton X-100-ban szuszpendáltuk. A blokkolási, jelölési és mosási lépéseket 1% szarvasmarha szérum albumint tartalmazó PBS pufferben végeztük. Az elsődleges antitest egérben termeltetett monoklonális anti-α-tubulin antitest (Sigma T9026), míg a másodlagos egér ellen kecskében termeltetett FITC-jelölt IgG antitest (Sigma F0257) volt. Mindkét antitestet 1:200 hígításban 60 percen át alkalmaztuk szobahőmérsékleten. Az aktin és mikrotubulus fonalakról Leica TCS SP8 konfokális lézer pásztázó mikroszkóppal (Leica, Wetzlar, Németország) készítettünk felvételeket.

Szövettani vizsgálatok

A fejletlen mikospórákat tartalmazó portokokat 7,5% szacharózt és 4% glutáraldehidet tartalmazó PEM pufferben (pH 7,2) fixáltuk négy órán keresztül szobahőmérsékleten, vákuum használatával. PEM pufferben való háromszori mosást követően emelkedő koncentrációjú alkoholsorban víztelenítettük,

majd epoxi műgyantával itattuk át (*Spurr* 1969). A gyanta blokkokat 48 órán át 60 °C-on polimerizáltuk. A mintákból Ultracut E mikrotóm segítségével (Reichert-Jung GmbH, Heidelberg, Németország) félvékony (1 µm) metszetekeket készítettünk, melyeket tárgylemezeken gyűjtöttünk, majd toluidin kékkel festettünk meg (0,5% toluidin kék 0,1% nátrium karbonát pufferben, pH 11,1). Az újonnan keletkező sejtfalak vizsgálata auramin-O festékkel történt (0.001% auramin-O 50 mM Tris-HCl pufferben, pH 7,5). A metszetekek vizsgálata BX51 típusú fénymikroszkóppal (Olympus, Tokyo, Japan) történt, a méréseket az Image-Pro Plus 5.1 képanalizáló szoftverrel (Media Cybernetics Inc.–Bethesda, USA) végeztük.

A fluoreszcens jelek kvantitatív feldolgozása

A hideg előkezelés, valamint az *n-butanol* alkalmazását követő, a sejtváz mennyiségében bekövetkezett változások számszerűsítésére *Higaki et al.* (2010) módszerét alkalmaztuk, melyhez az ImageJ képfeldolgozó programot vettük igénybe (*Net1*). A sejtváz elemek mennyiségét a fenti cikkben szereplő parameter (“Occupancy”, a detektorba érkező jelek területarányos eloszlását jelöli) használatával határoztuk meg, melyhez kezelésenként 50 sejten végeztünk méréseket. Az adatok statisztikai értékelése az SPSS for Windows 10.0 programmal, variancia-analízis alkalmazásával történt.

Eredmények

A különböző előkezelések hatása a mikrospóra indukcióra

Az alkalmazott kezelések egymástól szignifikánsan eltérő mértékben idéztek elő mikrospóra indukciót (*1. ábra*). Az általunk alkalmazott magas androgén válaszadó képességű A-18 genotípus előkezelést nem kapott kontroll portokjaiban is előfordult embrió és kallusz indukció, bár alacsony gyakorisággal. Ebben az esetben körülbelül kétszeres mennyiségben keletkezett kallusz az embriókhoz képest. A 0,2% *n-butanol* alkalmazása hideg előkezelés nélkül körülbelül hatszorosára emelte a válaszadó mikrospórák számát a kontrollhoz képest. Ez a kezelés megközelítőleg egyenlő arányban indukált kallusz- és embrióképződést. Az önmagában alkalmazott hideg előkezelés ennél is magasabb embrió-kihozatalt idézett elő, míg a kombinációban alkalmazott hideg és *n-butanol* előkezelés eredményezte átlagosan a legtöbb, 20,95 embriót 100 antérára vetítve. Az embrió/kallusz arány a csak hidegkezelt, illetve a hideg és

n-butanollal kombináltan kezelt antéráknál hasonlóan magas volt, körülbelül kétszeres mennyiségű embriót eredményezve a kalluszokhoz képest.

1. ábra. A kukorica portokkultúrában alkalmazott különböző előkezelések hatása az embrió- és kalluszindukcióra

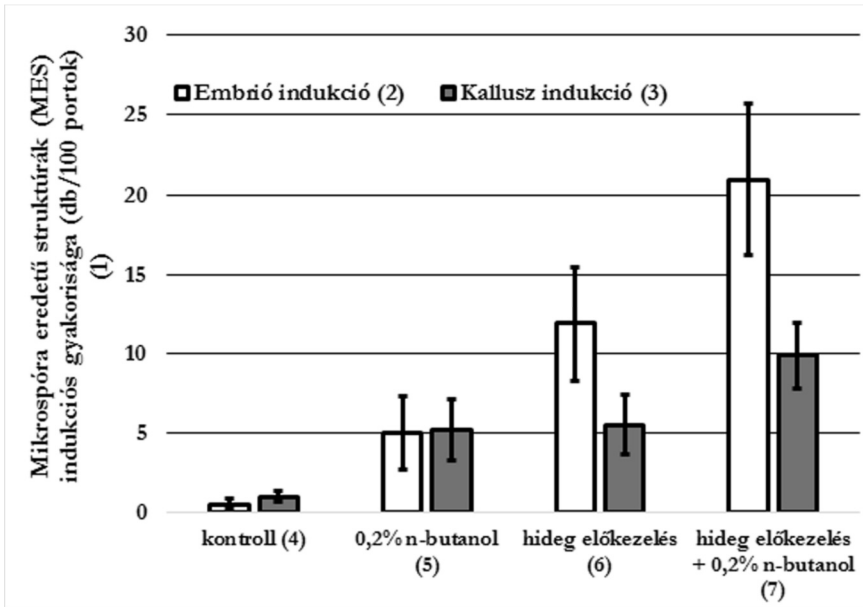


Figure 1. The effect of various pre-treatments performed in maize anther culture on embryonic and callus induction. (1) Induction frequency of structures of microspore origin, (2) Embryonic induction, (3) Callus induction, (4) Control, (5) 0.2% *n*-butanol, (6) Cold pre-treatment, (7) Cold pre-treatment + 0.2% *n*-butanol

A különböző előkezelések hatása a sejtvázra

Konfokális lézer pásztázó mikroszkóppal végeztük el az egyes kezelések által a sejtvázra kifejtett hatások vizsgálatát (2. ábra). Az önmagában alkalmazott hideg előkezelés jelentősen megemelte az F-aktin szálak mennyiségét (1. táblázat), melyet a rodamin falloidinnel megjelölt mikrospórákról készült felvételek fluoreszcens jeleinek kvantitatív elemzése is megerősített. Ezzel szemben a kortikális aktin hálózat egyenletes eloszlású szerkezete nem változott meg. A hideg előkezelés sem a mikrotubulusok mennyiségét, sem pedig a hálózat szerkezetét nem változtatta meg a kezeletlen kontrollhoz képest. A hideg előkezeléssel ellentétben a 0,2%-os koncentrációban hat órán át *n*-butanollal

kezelt mikrospórák aktin hálózatában semmiféle változást nem figyeltünk meg.

2. ábra. *A kukorica mikrospórák sejtvázáinak szeveződése*
A – rodamin falloidinnel jelölt F-aktin fonalak,
B – indirekt immunofluoreszcens módszerrel jelölt mikrotubulusok
(Bar: 10 µm)

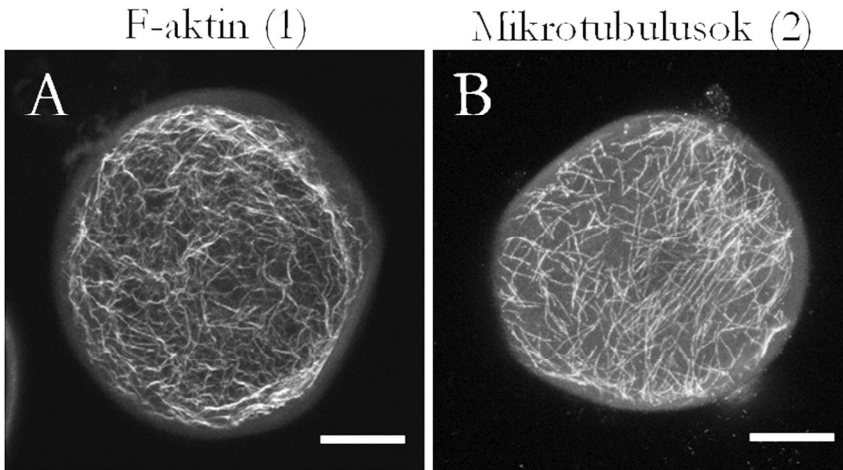


Figure 2. Organisation of the cell structure of maize microspores. A – F actin filaments marked with rhodamine phalloidin, B – microtubules marked with indirect immunofluorescence. Bar: 10 µm.

Ez a kezelés ugyanakkor a mikrotubulusok depolimerizációját idézte elő, ami a kortikális mikrotubulus hálózat teljes eltűnéséhez vezetett (1. táblázat), viszont sejtmagot és a pórust körülvevő sűrűbb MT hálózat nagyrészt érintetlen maradt. Ebből arra következtethetünk, hogy az *n-butanol* kezelés nem egyformán hat a sejtekben előforduló összes MT hálózatra. Az *n-butanol* eltávolítását követően a kortikális mikrotubulus hálózat 30 perc alatt helyreállt. Ez a kémiai kezelés az aktin sejtvázat nem változtatta meg. A specifikusan jelölt sejtváaz elemek fluoreszcens jeleinek számszerűsítése megerősítette, hogy a hideg előkezelés szelektíven növelte az F-aktin mennyiségét, míg az *n-butanol* kizárólag a kortikális mikrotubulusok reverzibilis depolimerizációját idézte elő (1. táblázat).

1. táblázat. A mikrospórák aktin és mikrotubulus sejtvázáinak mennyiségében a kezelések hatására bekövetkezett változások

Kezelés (1)	Aktin mennyiség (Occupancy) (2)	Mikrotubulus mennyiség (Occupancy) (3)
Kontroll (4)	3,54±1,91 ^a	7,26±0,92 ^a
0,2% <i>n</i> -butanol (5)	3,93±1,92 ^a	1,71±0,85 ^b
Hideg előkezelés (6)	7,97±0,75 ^b	7,78±0,86 ^a
Hideg előkezelés+0,2% <i>n</i> -butanol (7)	8,31±0,30 ^b	1,99±1,44 ^b
30 perces regeneráció (8)	7,79±0,44 ^b	6,23±0,92 ^c

Megjegyzés: az oszlopokon belül az eltérő betűk az átlagértékek szignifikáns eltérését jelölik a $P \leq 0,0005$ valószínűségi szinten.

Table 1. Changes in the amount of actins and microtubule cell structures of microspores as a result of treatments. (1) Treatments, (2) Actin quantity (Occupancy), (3) Microtubule quantity (Occupancy), (4) Control, (5) 0.2% *n*-butanol, (6) Cold pre-treatment, (7) Cold pre-treatment + 0.2% *n*-butanol, (8) 30-minute-long regeneration. Note: different letters within columns represent the significant difference of average values at the probability level of $P \leq 0,0005$.

A mikrospóra eredetű struktúrák korai fejlődése során lezajló szerkezeti változások

A különböző kezelésekből származó mikrospóra eredetű struktúrák (MES-ek) korai fejlődését (3–14 nap) szövettani módszerekkel vizsgáltuk annak érdekében, hogy az *n*-butanol kezelés embriogenezisre gyakorolt hatásait feltárhassuk (3. ábra). Mivel a hideg stressz előkezelés alapvető fontosságú a mikrospóra eredetű embriogenezis kiváltásában, kísérletünkben a hidegkezelt portokokat tekintettük kontrollnak. A hidegkezelt kontrollban, illetve a hideg, majd *n*-butanol kezelt portokokban képződött struktúrákat a kultúra indítását követő harmadik, hetedik és 14. napon vizsgáltuk. Eredményeink szerint az *n*-butanol kezelés lelassította a mikrospóra eredetű struktúrák fejlődését. Az *n*-butanollal kezelt indukálódott mikrospórák kevesebb osztódást hajtottak végre, mint a hidegkezelt kontroll mikrospórák.

Ebben az időszakban mind az *n*-butanollal kezelt, mind pedig a kontroll MES-ek két, eltérő szerveződésű egységből épültek fel, hasonlóan a *Testillano et al.* (2002) által leírtakhoz. A kisebb, valószínűsíthetően embriogén egység kis, erőteljesen festődő sejtekből állt, míg a másik, nem embriogén – *Testillano et al.* (2002) által endospermium szerűként említett – egység nagy, erősen

vakuolált sejteket tartalmazott. A kultúra indítását követő 14. npra a MES-ek túlnyomó része elérte a proembrió fejlődési állapotot, az alkalmazott kezeléstől függetlenül (3. ábra). A fluorescens auramine-O festék alkalmazásával lehetővé vált az újonnan keletkező sejtfaak vizsgálata. Bár az auramin-O korábbi közlemények szerint az intakt pollenszemek külső sporopollenin rétegét festi (Lalonde et al. 1997, Nishikawa et al. 2005), kísérleteinkben a Spurr epoxi műgyantába ágyazott mikrspórák metszetein specifikusan jelölte az intinét és az új, belső sejtfaakat. A festék használata felfedte, hogy az *n-butanollal* kezelt mikrspórák esetében gyakori a nem szabályos, illetve a hiányos sejtfaaképződés, mely a kontroll mikrspóráknál nem fordult elő.

3. ábra. Az *n-butanollal* kezelt kukorica portokkultúrában megjelenő mikrspóra eredetű struktúrák (MES) fejlődése (félvékony metszetek toluidin késsel festve)

A – hidegkezelt kontroll 14 nappal a kultúra indítását követően

B – *n-butanollal* kezelt MES-ek 14 nappal a kultúra indítását követően

e: embriogén sejtcsoport, ne: nem embriogén sejtcsoport

(Bar: 10 µm)

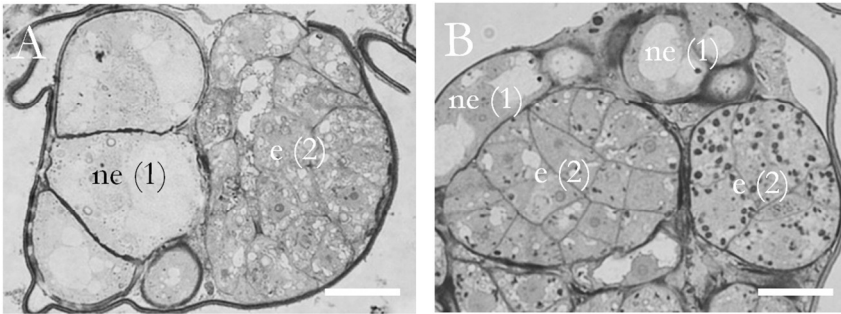


Figure 3. Development of structures of microspore origin appearing in the maize anther culture treated with *n-butanol* (half-thin sections stained with blue toluidine). A – pre-treated control 14 days following the launch of the culture, B – structures of microspore origin treated with *n-butanol* 14 days following the launch of the culture, e: embryogenic cell group, ne: non-embryogenic cell group. Bar: 10 µm.

Következtetések

Az n-butanol hatékonyan segíti a mikrspóra eredetű embriogenezist

Míg az *n-butanollal* végzett hosszú távú kezelés erősen lelassítja, illetve megállítja az *Arabidopsis* magoncok fejlődését (Gardiner et al. 2003, Motes et al.

2005), rövidebb időtartamú alkalmazása pedig megemelkedett androgén indukciót váltott ki búza (Soriano et al. 2008, Broughton 2011), kukorica (Földesiné et al. 2011) és árpa (Castillo et al. 2014) izolált mikrospóra-, valamint portokkultúrában. Amint azt árpában már bizonyították, az *n*-butanol hatása genotípus-, illetve előkezelés-függőséget mutathat (Castillo et al. 2014). Ezekben a kísérletekben az *n*-butanol megemelte a képződő embriók és zöld növények számát az alacsony válaszóképes fajtáknál, míg a közepes, illetve erős androgén választ adó genotípusoknál nem váltott ki hatást. Ezen túl a vegyület csupán a mannitollal előkezelt portokok esetében bizonyult hatásosnak. Az alacsony válaszóképes fajtából származó hideg előkezelt árpa mikrospórák nem mutattak megemelkedett embrióképződést az *n*-butanol kezelés hatására. Kísérleteinkben az *n*-butanol embriószám-emelkedést váltott ki önmagában és hideg előkezeléssel kombinálva, valamint megemelte az embrió/kallusz arányt is.

Bár az *n*-butanol jótékony hatását a mikrospóra eredetű embriogenezisre már több faj esetében leírták, eddig nem nyert megerősítést, hogy a megnövekedett embriószám kapcsolatban áll a vegyület által a sejtváz szerkezetében előidézt változásokkal. Vizsgálataink bebizonyították, hogy az *n*-butanol koncentráció, mely megnöveli az androgén indukció gyakoriságát kukorica portokkultúrában, egyszersmind a mikrospórák kortikális mikrotubulus rendszerének gyökeres átalakulását is előidézi. Megállapítottuk azt is, hogy az *n*-butanol mikrotubulus depolimerizáló hatása kukorica mikrospórák esetében visszafordítható, a korábban más sejt kultúrákban és vegetatív szervekben tapasztaltakhoz hasonlóan (Dhonukshe et al. 2003, Gardiner et al. 2003, Hirase et al. 2006).

Az n-butanol hatása a kortikális mikrotubulus hálózatra

Az *n*-butanol kezelés mikrotubulus hálózatra gyakorolt hatása nagyban hasonlít a kolhicin hatására, mely szintén a mikrotubulusok depolimerizációját váltja ki. A kolhicin azonban hatását – az *n*-butanollal ellentétben – magán a mikrotubuluson fejt ki azáltal, hogy a β -tubulin alegységekhez kötődve meggátolja azok polimerizációját. Az újonnan polimerizálódott mikrotubulusok hiányában a sejtek citoplazmájának polarizált összetétele nem tartható fenn (Stegrist és Doe 2007). A kolhicin eltávolítását követően egy új, egyenletesen eloszló mikrotubulus hálózat alakul ki, mely lehetővé teszi a szimmetrikus sejtosztódást. A kolhicin önmagában, hidegkezelés nélkül történő alkalmazása kukori-

ca portokkultúrában a hidegkezeléshez hasonló mértékben váltott ki androgén indukciót (Obert és Barnabás 2004), ám a hidegkezeléssel kombináltan alkalmazva nem emelte jelentősen tovább a képződő embriók számát, ami el-
lentétben áll az általunk *n-butanol* kezelés esetében tapasztaltakkal. Bár hason-
ló hatást gyakorolnak a mikrotubulus sejtváza, a kolhicin és az *n-butanol*
eltérően hathatnak a mikrospórák androgén indukciójára. Az *n-butanol* ese-
tében ugyanis a sejtosztódás szimmetriáján kívül más módokon is végbemehet
az androgenezis segítése, hiszen a foszfatisav mennyiségének csökkenése
számos jelátviteli utat befolyásol a mikrospórákban.

Kísérleteinkben az *n-butanol* alkalmazása hideg előkezelés nélkül is sike-
resen indukálta az embriók és kalluszok megjelenését a kultúrában, bár a hi-
deg előkezelésnél kisebb gyakorisággal (1. táblázat). Az embrió/kallusz arány
szintén eltért a két kezelés esetében. Míg az *n-butanol* körülbelül egyenlő
arányban indukált embrió és kallusz képződést, az önmagában alkalmazott
hideg előkezelés után a kalluszhoz viszonyítva kétszeres mennyiségű embrió
jelent meg (1. táblázat). Bár az *n-butanol* és a hideg előkezelés kombinált al-
kalmazása nem emelte tovább az embriók arányát a kalluszokhoz képest, az
indukálódó mikrospórák száma jelentősen megnőtt a csak hideg előkezelt por-
tokokhoz viszonyítva. Ez az eredmény arra utal, hogy a sejtváz átrendeződése
segíti a mikrospórákban a gametofitikus fejlődésről a sporofitikus útra történő
átállást, viszont a hidegstressz-kezelés által okozott génkifejeződési, illetve epi-
genetikus változások (Solís et al. 2012) fontosabbak az embriogenezis sikeres
megindítása szempontjából.

A hideg előkezelés megváltoztatja a kukorica mikrospórák aktin sejtváz rendszerét

A hipotézis, mely szerint a sejtváz fontos szerepet játszik az embriogén induk-
cióban, felveti a kérdést, vajon a hideg előkezelés, mely alapvetően szükséges
kukoricában a hatékony androgenezishez, milyen változásokat eszközöl a sejt-
váz összetevőiben? Konfokális lézer pásztázó mikroszkóppal végzett vizsgálá-
tink feltárták, hogy a hideg előkezelést követően csak az F-aktin hálózat muta-
tott változást, a mikrotubulus sejtváz nem. A tény, hogy a hideg előkezelés ki-
váltotta mind az aktin fonalak mennyiségének emelkedését, mind pedig haté-
konyan indukálta az embriogenezist, arra utal, hogy az aktin sejtváz részt vesz
a mikrospóra embriogenezis indukciójához szükséges sejt plazma újrarendez-
ődésben. Ezt az elgondolást támasztják alá Sheahan et al. (2004) eredményei,

akik dohány protoplasztokban kimutatták, hogy az aktin sejtváza a sejtiszervecskék elosztásában és újrarendezésében alapvető szerepet játszik.

Az n-butanol kezelés hatására a sejtfal képződés zavart szenved

Szövetteni vizsgálataink során az *n-butanol* kezelés legszembetűnőbb hatása a rendellenes sejtfaalak kialakulása volt. Bár a középlemez, az új sejtfaal kezdeménye csak a citokinézis fázisában jön létre, a fragmoplaszt, mely szükséges a középlemez létrehozásához, már a telofázisban jelen van. A fragmoplaszt hálózat két egymással párhuzamos mikrotubulus sorozatból áll, melyeknek pozitív polaritású végei a leendő sejtfaal, tehát a későbbi sejtfaal síkjában helyezkednek el. A fragmoplaszt szerepe, hogy a sejtfaalban újonnan szintetizálódott sejtfaal-anyagot tartalmazó vezikulákat a középlemez képződésének helyére szállítsa (Liu et al. 2011). Mivel a sejtfaal kialakulásának pontos helye a fragmoplasztot alkotó mikrotubulusok pozitív végei által kerül kijelölésre, a telofázis során a mikrotubulusok elrendeződését vagy polimerizációját befolyásoló események nagy valószínűséggel megváltoztatják a képződő sejtfaal helyét, illetve szerkezetét. A kolhicin alkalmazása rendellenes középlemez kialakulását idézte elő zab gyökerekben (Holmsen és Hess 1985), mely elágazó, hullámos sejtfaalak szintéziséhez vezetett. Kísérleteinkben az *n-butanol*al kezelt mintákban rendellenes és hiányos, befejezetlen sejtfaalak képződését figyeltük meg, melyek nagymértékben hasonlóak a Holmsen és Hess (1985) által kolhicin kezelést követően észleltekhöz. Ez is megerősíti a két kémiai anyag hasonló hatását a sejtosztódásra. Bár az *n-butanol* feltételezett sejtfaal polaritás csökkentő hatásának az első pollen mitózist megelőzően kell hatását kifejtenie, várható, hogy azok a mikroszporák, melyek az *n-butanol* kezelés megkezdésekor már beléptek a mitózisba, mutathatnak rendellenes sejtfaalképződést, hiszen ehhez csupán az szükséges, hogy a telofázis és a citokinézis idején a vegyület jelen legyen. Ezen túl, a kezelés végén az *n-butanol* kimosása az antéra falán keresztül egy lassú folyamat, mely egyenlőtlenül is végbe mehet, így nagymértékben eltérő, lokális *n-butanol* koncentrációkhoz vezetve.

Bár az irodalom szerint a sejtosztódás és a sejtfaal síkjának meghatározásában a mikrotubulus hálózatok játszanak elsődleges szerepet (Rasmussen 2013), bizonyított, hogy az aktin fonalak depolimerizációja a sejtosztódás során megváltoztatja az osztódási szimmetriát vegetatív sejtekben (Liu és Palevitz 1992, Eleftheriou és Palevitz 1992) és mikroszporákban is, embriogenezishez vezetve (Gervais et al. 2000). Összegezve a rendelkezésre álló adatokat, azt

mondhatjuk, hogy a mikrotubulus és aktin hálózatok együttműködése a telofázis és a citokinézis során előfeltétele a sejtfalak képződésének.

Vizsgálataink felfedték a hideg előkezelés és az *n-butanol* kukorica mikrosporák sejtvázára gyakorolt eltérő hatásait. További kutatások szükségesek azonban annak kiderítésére, hogy az *n-butanol* embriogenezis gyakoriságát emelő hatása kizárólag a sejtváz újraszervezése révén valósul meg, vagy szerepe van benne a foszfatisav függő jelátviteli utak megváltoztatásának is.

Köszönetnyilvánítás

A kutatásokat az OTKA 80260 számú pályázat támogatta. A Leica SP 8 konfokális lézer pásztázó mikroszkóp beszerzését a GENPROF IF-18/2012 Akadémiai Infrastrukturális Műszerpályázat tette lehetővé.

Irodalom

- Binarova, P.–Hause, G.–Cenklová, V.–Cordewener, J. H. G.–Campagne, M. M. L.*: 1997. A short severe heat shock is required to induce embryogenesis in late bicellular pollen of *Brassica napus* L. *Sex Plant Reprod.* 10: 200–208.
- Broughton, S.*: 2011. The application of n-butanol improves embryo green plant production in anther culture of Australian wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Crop Pasture Sci.* 62: 813–822.
- Castillo, A. M.–Nielsen, N. H.–Jensen, A.–Vallés, M. P.*: 2014. Effects of n-butanol on barley microspore embryogenesis. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 117: 411–419.
- Collings, D. A.*: 2008. Crossed-wires: interactions cross-talk between the microtubule microfilament networks in plants. [In Nick, P. (ed.) *Plant Microtubules, Plant Cell Monographs.*] Springer Berlin Heidelberg. 47–79.
- Dhonukshe, P.–Laxalt, A. M.–Goedhart, J.–Gadella, T. W.–Munnik, T.*: 2003. Phospholipase D activation correlates with microtubule reorganization in living plant cells. *Plant Cell.* 15: 2666–2679.
- Dunwell, J. M.*: 2010. Haploids in flowering plants: origins exploitation. *Plant Biotechnol. J.* 8: 377–424.
- Eleftheriou, E. P.–Palevitz, B. A.*: 1992. The effect of cytochalasin D on preprophase B organization in root tip cells of *Allium*. *J. Cell Sci.* 103: 989–998.
- Földesiné Füredi, P. K.–Ambrus, H.–Barnabás, B.*: 2012. Development of cultured microspores of maize in the presence of n-butanol and 2-aminoethanol. *Acta Agron. Hung.* 60: 183–189.

- Földesiné Füredi, P. K.–Ambrus, H.–Barnabás, B.: 2011. The effect of *n*-butanol and 2-amino-ethanol on the *in vitro* androgenesis of maize. *Acta Biol. Szeged.* 55: 77–78.
- Gardiner, J.–Collings, D. A.–Harper, J. D. I.–Marc, J.: 2003. The Effects of the Phospholipase D - antagonist 1-butanol on seedling development microtubule organisation in *Arabidopsis*. *Plant Cell Physiol.* 44: 687–696.
- Genovesi, A. D.–Collins, G. B.: 1982. *In vitro* production of haploid plants of corn via anther culture. *Crop Sci.* 22: 1137.
- Gervais, C.–Newcomb, W.–Simmonds, D. H.: 2000. Rearrangement of the actin filament microtubule cytoskeleton during induction of microspore embryogenesis in *Brassica napus* L. cv. Topas. *Protoplasma.* 213: 194–202.
- Higaki, T.–Kutsuna, N.–Sano, T.–Kondo, N.–Hasezawa, S.: 2010. Quantification cluster analysis of actin cytoskeletal structures in plant cells: role of actin bundling in stomatal movement during diurnal cycles in *Arabidopsis* guard cells. *Plant J.* 61: 156–165.
- Hirase, A.–Hamada, T.–Itoh, T. J.–Shimmen, T.–Sonobe, S.: 2006. *n*-Butanol induces depolymerization of microtubules *in vivo in vitro*. *Plant Cell Physiol.* 47: 1004–1009.
- Holmsen, J. D.–Hess, F. D.: 1985. Comparison of the disruption of mitosis and cell plate formation in oat roots by DCPA, colchicine and prophan. *J. Exp. Bot.* 36: 1504–1513.
- Islam, S. M. S.–Tuteja, N.: 2012. Enhancement of androgenesis by abiotic stress other pretreatments in major crop species. *Plant Sci.* 182: 134–144.
- Kost, B.–Chua, N. H.: 2002. The plant cytoskeleton: vacuoles cell walls make the difference. *Cell.* 108: 9–12.
- Lalonde, S.–Beebe, D. U.–Saini, H. S.: 1997. Early signs of disruption of wheat anther development associated with the induction of male sterility by meiotic-stage water deficit. *Sex Plant Reprod.* 10: 40–48.
- Liscovitch, M.–Czarny, M.–Fiucci, G.–Tang, X.: 2000. Phospholipase D: molecular cell biology of a novel gene family. *Biochem. J.* 345: 401–415.
- Liu, B.–Hotta, T.–Ho, C.-M. K.–Lee, Y.-R. J.: 2011. Microtubule organization in the phragmoplast. [In: Liu B. (ed.) *The plant cytoskeleton, Advances in plant biology.*] Springer. New York. 207–225.
- Liu, B.–Palevitz, B. A.: 1992. Organization of cortical microfilaments in dividing root cells. *Cell Motil Cytoskeleton.* 23: 252–264.
- Lovy-Wheeler, A.–Wilson, K. L.–Baskin, T. I.–Hepler, P. K.: 2005. Enhanced fixation reveals the apical cortical fringe of actin filaments as a consistent feature of the pollen tube. *Planta.* 221: 95–104.
- Malerba, M.–Crosti, P.–Cerana, R.: 2010. Effect of heat stress on actin cytoskeleton endoplasmic reticulum of tobacco BY-2 cultured cells its inhibition by Co^{2+} . *Protoplasma.* 239: 23–30.

- Maluszynski, M.-Kasha, K. J.-Forster, B. P.-Szarejko, I.*: 2003. Doubled haploid production in crop plants: a manual. Dordrecht. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Maraschin, S. F.-Priester, W. de, Spink, H. P.-Wang, M.*: 2005. Androgenic switch: an example of plant embryogenesis from the male gametophyte perspective. *J. Exp. Bot.* 56: 1711-1726.
- Motes, C. M.-Pechter, P.-Yoo, C. M.-Wang, Y.-S.-Chapman, K. D.-Blancaflor, E. B.*: 2005. Differential effects of two phospholipase D inhibitors, 1-butanol N-acyl-ethanolamine, on in vivo cytoskeletal organization of *Arabidopsis* seedling growth. *Protoplasma.* 226: 109-123.
- Net 1*: <http://rsbweb.nih.gov/ij/>
- Nishikawa, S.-Zinkl, G. M.-Swanson, R. J.-Maruyama, D.-Preuss, D.*: 2005. Callose (β -1,3 glucan) is essential for *Arabidopsis* pollen wall patterning, but not tube growth. *BMC Plant Biol.* 5: 22.
- Obert, B.-Barnabás, B.*: 2004. Colchicine induced embryogenesis in maize. *Plant Cell Tissue Organ. Cult.* 77: 283-285.
- Petrásek, J.-Schwarzerová, K.*: 2009. Actin microtubule cytoskeleton interactions. *Curr. Opin. Plant Biol.* 12: 728-734.
- Rasmussen, C. G.-Wright, A. J.-Müller, S.*: 2013. The role of the cytoskeleton associated proteins in determination of the plant cell division plane. *Plant J.* 75: 258-269.
- Reed, S. M.-Trigiano, R. N.-Gray, D. J.*: 2004. Haploid cultures. [In: Trigiano, R. N.-Gray, D. J. (eds.) *Plant development and biotechnology.*] CRC Press. Boca Raton. 225-234.
- Shariatpanahi, M. E.-Bal, U.-Heberle-Bors, E.-Touraev, A.*: 2006. Stresses applied for the re-programming of plant microspores towards in vitro embryogenesis. *Physiol Plant.* 127: 519-534.
- Sheahan, M. B.-Rose, R. J.-McCurdy, D. W.*: 2004. Organelle inheritance in plant cell division: the actin cytoskeleton is required for unbiased inheritance of chloroplasts, mitochondria endoplasmic reticulum in dividing protoplasts. *Plant J.* 37: 379-390.
- Siegrist, S. E.-Doe, C. Q.*: 2007. Microtubule-induced cortical cell polarity. *Genes Dev.* 21: 483-496.
- Simmonds, D. H.-Keller, W. A.*: 1999. Significance of preprophase bands of microtubules in the induction of microspore embryogenesis of *Brassica napus*. *Planta.* 208: 383-391.
- Solís, M. T.-Rodríguez-Serrano, M.-Meijón, M.-Cañal, M. J.-Cifuentes, A.-Risueño, M. C.-Testillano, P. S.*: 2012. DNA methylation dynamics MET1a-like gene expression changes during stress-induced pollen reprogramming to embryogenesis. *J. Exp. Bot.* 63: 6431-6444.
- Soriano, M.-Cistué, L.-Castillo, A. M.*: 2008. Enhanced induction of microspore embryogenesis after n-butanol treatment in wheat (*Triticum aestivum* L.) anther culture. *Plant Cell Rep.* 27: 805-811.

- Soriano, M.-Li, H.-Boutlier, K.*: 2013. Microspore embryogenesis: establishment of embryo identity pattern in culture. *Plant Reprod* 26: 181-196.
- Spurr, A. R.*: 1969. A low-viscosity epoxy resin embedding medium for electron microscopy. *J. Ultrastruct. Res.* 26: 31-43.
- Testillano, P. S.-Ramírez, C.-Domenech, J.-Coronado, M. J.-Vergne, P.-Matthys-Rochon, E.-Risueno, M. C.*: 2002. Young microspore-derived maize embryos show two domains with defined features also present in zygotic embryogenesis. *Int. J. Dev. Biol.* 46: 1035-1048.
- Tischner, T.-Kőszegi, B.-Veisz, O.*: 1997. Climatic programs used in the Martonvasar phytotron most frequently in recent years. *Acta Agron. Hung.* 45: 85-104.
- Wang, C.-Zhang, L. J.-Huang, R. D.*: 2011. Cytoskeleton plant salt stress tolerance. *Plant Signal Behav.* 6: 29-31.
- Zorinants, S.-Tashpulatov, A. S.-Heberle-Bors, E.-Touraev, A.*: 2005. The role of stress in the induction of haploid microspore embryogenesis. [In: Palmer et al. (eds.) *Haploids in crop improvement II. Biotechnology in agriculture and forestry.*] Springer. Berlin-Heidelberg. 35-52.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

*Dr. Fábíán Attila – Dr. Ambrus Helga – Dr. Jäger Katalin – Dr. Barnabás Beáta
MTA Agrártudományi Kutatóközpont
Mezőgazdasági Intézet
Martonvásár
Brunszvik u. 2.
H-2462
*fabian.attila@agrar.mta.hu

A talaj N-, P- és K-ellátottságának hatása az őszi árpa (*Hordeum vulgare* L.) terméshozamára és fehérjetartalmára csernozjom réti talajon

IZSÁKI ZOLTÁN

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

Összefoglalás

Az őszi árpa trágyázási szaktanácsadásának fejlesztéséhez kísérleti munkánk célja volt, hogy jól elkülönülő talaj tápelem-ellátottsági szinteken, műtrágyázási tartamkísérletben vizsgáljuk a N-, P- és K-ellátottság hatását az őszi árpa terméshozamára, fehérjetartalmára, aminosav összetételére, valamint ásványi elemtartalmára és határozzunk meg N-, P-, és K-ellátottsági határértékeket csernozjom réti talajra. A műtrágyázási tartamkísérletet 1989-ben állítottuk be mélyben karbonátos csernozjom réti talajon, 4–4 N-, P- és K-ellátottsági szinten, teljes kezelés-kombinációban, 64 kezeléssel, kétszeresen osztott parcellás elrendezéssel. Az őszi árpa kísérletekben a N-trágyázási kezeléseket parcellafelezéssel hétre növeltük. Jelen dolgozatban a 2006–2008 között végzett kísérletek terméshozam és fehérjetartalom eredményei szerepelnek, melyek alapján az alábbi főbb megállapítások tehetők:

1. A 2,8–3,2% humusztartalmú, jó N-szolgáltató képességű csernozjom réti talajon átlagos vízellátottságú évben az őszi árpa termésmaximumát a 160 kg/ha osztott N-trágyázás eredményezte. Hiányos vízellátottságú évben, amikor a N-hasznosulás korlátozottabb, a 80 kg/ha adagú osztott N-trágyázás bizonyult a legeredményesebbnek. Száraz évet követően, amikor az elővetemény után jelentős mennyiségű (80–100 kg/ha) ásványi-N maradt a talajban vissza és a vízellátottság az átlagosnál kedvezőbb volt, a 80 kg/ha dózisu osztott N-trágyázás közel 6 t/ha-os termésmaximum elérését biztosította. Az évjárat N-trágyázás nélkül 1,7 t/ha, míg a termésmaximumok szintjén 2 t/ha terméskülönbséget okozott.

2. Három év átlagában a talaj 118–282 mg/kg AL-P₂O₅-ellátottsági tartományában az őszi árpa termés hozamában jelentős különbség nem volt kimutatható és P-trágyázás nélkül a termésmaximum 95%-át lehetett elérni. Csernozjom réti talajon 160–220 mg/kg AL-P₂O₅-ellátottsági tartományban várható egyes években mérsékelt P-hatás.
3. A talaj 199–377 mg/kg AL-K₂O-ellátottsági intervallumában K-hatások nem voltak kimutathatók és K-trágyázás nélkül három év átlagában a termésmaximum 99%-át lehetett elérni. A csernozjom réti talajon a 200–235 mg/kg AL-K₂O jó ellátottságnak tekinthető az őszi árpa számára.
4. A K×N kölcsönhatás azt igazolta, hogy 80, 160, 240 kg/ha N-trágyázási szinteken a talaj 300 mg/kg AL-K₂O ellátottsága felett az esetek többségében szignifikáns szemtermés csökkenés tapasztalható. K-trágyázás nélkül a N-trágyázás termésmenvelő hatása kifejezettebb volt.
5. A talaj 118–282 mg/kg AL-P₂O₅ és 199–377 mg/kg AL-K₂O ellátottsági tartományában az őszi árpa szemtermésének nyersfehérje-tartalmában érdemi változást nem tapasztaltunk. Három év átlagában a nyersfehérje-tartalom 160 kg/ha N-adagig szignifikánsan növekedett.

Kulcsszavak: N-, P- és K-ellátottság, őszi árpa, termés hozam, nyersfehérje-tartalom

The effect of the N, P and K supply of the soil on the yield and protein content of winter barley (*Hordeum vulgare* L.) on chernozem meadow soil

Z. IZSÁKI

Szent István University, Faculty of Agricultural and Economic Sciences, Institute for Agricultural Sciences and Rural Development, Szarvas

Summary

The purpose of our experimental work focusing on the development of the fertilisation consultancy system of winter barley was to examine the effect of N, P and K supply on the yield, protein content, amino-acid composition and mineral element content of winter barley on well distinguished nutrient supply levels in a long-term fertilisation

experiment, as well as to determine N, P and K supply limit values related to chernozem meadow soil. The long-term fertilisation experiment was established in 1989 on deeply calcareous chernozem meadow soil on 4-4 N, P and K supply levels, using a whole treatment combination with 64 treatments and split-split-plot design. In the winter barley experiments, the number of N fertilisation treatments were increased to seven, using plot halving. This study presents the yield and protein content results of experiments performed between 2006–2008, based on which the following conclusions can be drawn:

1. 160 kg ha⁻¹ split N fertilisation resulted in the highest yield of winter barley in a year with average precipitation on chernozem meadow soil with 2.8–3.2% humus content and good N supply ability. In a year with deficient water supply, when N conversation ratio is more limited, 80 kg ha⁻¹ split N fertilisation was shown to be the most successful. Following a dry year, when a significant amount (80–100 kg ha⁻¹) mineral N remained in the soil following the previous crop and water supply was more favourable than average, the 80 kg ha⁻¹ split N fertilisation provided nearly 6 t ha⁻¹ yield. Crop year without N fertilisation resulted in 1.7 t ha⁻¹ yield difference, while the same value was 2 t ha⁻¹ on the level of maximum yields.
2. Averaged over the three examined years, no significant difference could be observed in the yield of winter barley in the 118–282 mg kg⁻¹ AL-P₂O₅ supply range and 95% of the maximum yield could be achieved without P fertilisation. Moderate P effect can be expected on chernozem meadow soil in the 160–220 mg kg⁻¹ AL-P₂O₅ supply range in certain years.
3. No K effects could be shown in the 199–377 mg kg⁻¹ AL-K₂O supply range of the soil and 99% of the maximum yield could be achieved without K fertilisation, averaged over the three examined years. On chernozem meadow soil, 200–235 mg kg⁻¹ AL-K₂O supply can be considered favourable for winter barley.
4. The K×N interaction shows that significant grain yield reduction can be observed on the 80, 160, 240 kg ha⁻¹ N fertilisation levels above the 300 mg kg⁻¹ AL-K₂O supply level of the soil in the majority of cases. The yield increasing effect of N fertilisation was more pronounced without K fertilisation.
5. No notable change was observed in the raw protein content of the grain yield of winter barley in the 118–282 mg kg⁻¹ AL-P₂O₅ supply range and the 199–377 mg kg⁻¹ AL-K₂O supply range of the soil. Averaged over the three examined years, the raw protein content significantly increased until 160 kg ha⁻¹ N.

Keywords: N, P and K supply, winter barley, yield, raw protein content

Влияние обеспеченности почвы N, P и K-ем на урожайность и содержание белка озимого ячменя (*Hordeum vulgare* L.) на чернозёмной луговой почве

З. ИЖАКИ

Университет им.Святого Иштвана, Аграрный и Экономический Факультет,
Институт Аграрных Наук и Развития Территорий, Сарваш

Резюме

Для дальнейшего развития профессионального консультирования удобрения озимого ячменя целью нашей опытной работы было исследовать на хорошо отделённых уровнях обеспеченности почвы питательными веществами, в продолжительном опыте искусственных удобрений, влияние обеспеченности N-ом, P-ом и K-ем на урожайность, содержание белка, на состав аминокислот, а также на содержание минеральных элементов озимого ячменя и также определить крайние величины обеспеченности N-ом, P-ом и K-ем на чернозёмной луговой почве. Продолжительный опыт искусственных удобрений установили в 1989 году на чернозёмной, в глубине карбонатной, луговой почве, на 4–4 уровнях обеспеченности N, P и K-ем, в полной комбинации обработок с 64 дозами, в расположении с двойным разделением парцелл. В опытах озимого ячменя обработки N-удобрением разделением парцелл увеличили до семи. В настоящей работе участвуют результаты опытов урожайности и содержания белка, проведённых в 2006–2008 годы, на основании которых можно сделать следующие заключения:

1. На чернозёмной луговой, содержащей гумус 2,8–3,2%, с хорошей обслуживающей N-ом способностью почве в год со средней обеспеченностью водой озимый ячмень дал максимум урожая при разделённой дозе 160 kg/ha N-удобрения. В год с недостаточной обеспеченностью водой, когда усвояемость N-а более ограничена, разделённая доза 80 kg/ha удобрения N оказалась самой результативной. За сухим годом, когда после растения-предшественника значительное количество (80–100 kg/ha) минерального N осталось в почве и водообеспеченность была благоприятнее средней, доза 80 kg/ha разделённого N-удобрения гарантировала максимум урожая - около 6 t/ha. Год выращивания без N-удобрения дал 1,7 t/ha, и на уровне максимумов урожая причинил разницу в урожаях 2 t/ha.

2. В среднем за три года при обеспечении почвой 118–282 mg/kg AL-P₂O₅ в урожае озимого ячменя не было обнаружено значительной разницы и без удобрения P можно было получить 95%-ов максимума урожая. На чернозёмной луговой почве в рамках обеспеченности 160–220 mg/kg AL-P₂O₅ ожидаемо в некоторые годы умеренное P-влияние.
3. В интервале обеспеченности почвы 199–377 mg/kg AL-K₂O влияния K не были обнаружены и без удобрения K в среднем за три года можно было достичь 99%-ов максимума урожая. На чернозёмной луговой почве 200–235 mg/kg AL-K₂O можно рассматривать как хорошую обеспеченность для озимого ячменя.
4. Взаимовлияние K×N подтвердило то, что на уровнях удобрений 80, 160, 240 kg/ha N-удобрения почва, при её обеспеченности выше, чем 300 mg/kg AL-K₂O в большинстве случаев, можно обнаружить значительное уменьшение урожая зерна. Без удобрения K удобрение N-ом имело более выраженное увеличивающее урожай влияние.
5. На почве при обеспеченности 118–282 mg/kg AL-P₂O₅ и 199–377 mg/kg AL-K₂O в содержании сырого белка урожая зерна озимого ячменя не обнаружили существенные изменения. В среднем за три года содержание сырого белка до дозы 160 kg/ha N значительно выросла.

Ключевые слова: обеспеченность N-ом, P-ом и K-ем, озимый ячмень, урожайность, содержание сырого белка

Bevezetés

Az árpa a kalászos gabonák között a búzát követően a második legjelentősebb kultúránk, mely az utóbbi évtizedben (2006–2015) a szántóterület 6,8%-át foglalta el hazánkban. Ebben az időszakban az árpa vetésterületéből (293 ezer ha) az őszi árpa 188 ezer hektárral részesedett és a szántóterület 4,4%-át fedte le. Országos termésátlaga (4,15 t/ha) alig maradt el az őszi búzáétól (4,27 t/ha). Bár gyengébb télállósága és szárszilárdsága miatt termesztése kockázatosabb, mint az őszi búzáé, de számos gazdasági előnye – szerényebb termőhely és elővetemény igénye, rövidebb tenyészideje, kedvező fehérjetartalma, aminosavösszetétele és takarmányértéke, valamint kisebb termelési költsége – természetének létjogosultsága mellett szól (KSH, *Kismányoky* 2005).

Az agrotechnikai tényezők közül a terméshozamot és a minőséget leginkább a tápanyag-ellátottság határozza meg, s különösen a N-trágya adagja, annak megosztása és kijuttatásának ideje. A hazai forrásmunkákban is elsősorban erre vonatkozóan találhatunk több adatot. Kevés az a kutatási eredmény, mely a talaj P- és K-ellátottsága, a P- és K-trágyázás és a terméshozam összefüggéseit vizsgálja.

Kádár (2000) karbonátos csernozjom talajon tanulmányozta a P- és K-ellátottság hatását az őszi árpa terméshozamára. Eredményei szerint a talaj eredeti 120–140 mg/kg AL-K₂O tartalma kielégítette az őszi árpa K-igényét, a K-trágyázás nem befolyásolta az árpa fejlődését és terméshozamát. A kielégítő P-ellátottságot, ahonnan P-hatások már nem voltak kimutathatók, a talaj 150–200 mg/kg AL-P₂O₅ tartományában adja meg. Gyenge P-ellátottság (70 mg/kg AL-P₂O₅ tartalom) mellett a N-trágyázás terméshozam növelő hatása nem érvényesült, de jobb P-ellátottsági szinten pozitív P×N kölcsönhatás volt kimutatható. *Pekáry* és *Holló* (1979) Kompolton, P-ral gyengén-közepesen ellátott savanyú, agyagos vályog, csernozjom barna erdőtalajon évente 0,5–1,0 t/ha körüli P-hatásokat kaptak 500 kg/ha egyszerű P₂O₅ feltöltő adaggal, a talaj P-ellátottságát 70–100 mg/kg AL-P₂O₅ szintre emelve. A szinttartó P-adag közvetlen eredményessége a P-ral feltöltött talajon is kimutatható volt. *Kostadinova* (2014) 102 mg/kg AL-P₂O₅ ellátottságú öntéstalajon a mérsékelt P-trágyázás terméshozam növelő hatását mutatta ki őszi árpánál. Azonban a túlzott P-ellátottság már termésdepressziót okozott a termésmaximumhoz képest. *Lásztity* (1979) K-mal igen gyengén (40–60 mg/kg AL-K₂O) ellátott Duna-Tisza-közi meszes homoktalajon 750 kg/ha feltöltő K₂O-adagot alkalmazva 1,6 t/ha terméstartást ért el. *Murányi* (2000) átlagos talajviszonyokra 5 t/ha-os termés eléréséhez 50–60 kg/ha P₂O₅ és 0–100 kg/ha K₂O hatóanyag kijuttatását javasolja. *Kiskéri* (1976) K-mal közepesen ellátott, gyenge természetes N-és P-szolgáltató képességű agyagbemosódásos barna erdőtalajon négyéves kísérletben 52–37–42 kg/ha N–P₂O₅–K₂O adagú műtrágyázással 0,6–1,1 t/ha terméstartást kapott. *Tomcsányi* és *Kajdi* (2004) a K-adagok széles határok közötti ajánlását azzal magyarázzák, hogy bár az őszi árpa K-igényes növény, de igényét a K-ban gazdagabb talajaink általában biztosítani tudják. A hazai kísérleti eredmények azt igazolják, hogy jelentősebb P- és K-hatások a gyengébb P- és K-ellátottságú talajokon várhatóak. A fontosabb hazai források (*Láng* 1966, *Kismányoky* 1997, *Antal* 2000, *Tomcsányi* és *Kajdi* 2004) a P- és K-műtrágyákat egységesen alaptrágyaként javasolják kijuttatni és talajba bedolgozni.

Kismányoky (2005) szerint az őszi árpa N-ellátása igényli a legnagyobb körültekintést. Hiányos N-ellátás esetén nagy termés és jó minőség nem várható, míg a N-túltrágyázás csökkenti a télálló képességet, a szárszilárdságot és nagyobb termés-csökkenést okozhat, mint a búzánál. A kedvezőbb terméshozam és minőség, eléréséhez, a jobb N-hasznosulás és a környezet kisebb N-terhelése érdekében az őszi árpa N-trágyázását hazánkban ma már megosztva végezzük. Korábbi vizsgálatok (*Szalai et al.* 1986) vályog és kötött talajokon a N teljes mennyiségét őszi javasolták kijuttatni, míg lazább talajon illetve csapadékosabb körzetekben a 2/3 őszi és 1/3 tavaszi N-megosztást tartották eredményesebbnek. *Murányi* (2000) középkötött talajon 70 kg/ha N-adagig nem tapasztalt különbséget a teljes egészében alaptrágyaként kiadott, illetve megosztott nitrogén hatékonysága között. *Kádár* (2000) 3% humusztartalmú, karbonátos vályog csernozjom talajon az őszi árpa kielégítő N-ellátását 100 kg/ha adagú N-trágyázással – 50% alaptrágya, 50% fejtrágya – megosztással érte el. *Harmati* (1990) P-ral és K-mal közepesen ellátott, 0,8–1,0% humusztartalmú gyengés meszes homoktalajon, három év átlagában 180 kg/ha N-adagig mutatott ki megbízható terméshozam gyarapodást. *Moreno et al.* (2003) gyenge N-szolgáltatású vályogos-homok talajon, öntözött körülmények között 120 kg/ha N-adagig tapasztaltak terméshozam növekedést. Az ennél nagyobb adagú osztott N-trágyázás vagy csak N-fejtrágyázás már az őszi árpa szemtermésének csökkenését váltotta ki. *Kismányoky* (1997) az őszi árpa őszi N-adagját az előveteménytől, a talaj kötöttségétől, a vetés idejétől, az istállótrágyázás utóhatásától és a környezeti tényezők alakulásától függően hektáronként 0–60 kg-ban adja meg. Míg a tavaszi N-adag 20–80 kg/ha között változhat a vegetáció fejlettsége, a talaj kötöttsége és kultúrállapota, valamint a térség vízellátottsága függvényében. Egzaktabb N-fejtrágya adagot határozhatunk meg, ha a talaj 0–60 cm-es rétege ásványi nitrogén (N_{\min})-tartalmát vesszük figyelembe (*Németh* 1996, *Pálmai et al.* 2001). A növényanalízis alkalmazásával, az őszi árpa tápláltsági állapotának ismeretében a N-fejtrágyázás tervezett időpontjában, további hasznos támpontot kaphatunk a precízebb N-fejtrágyázáshoz (*Kádár* 1992, 2012; *Alley et al.* 2009).

Az őszi árpa nyersfehérje-tartalma 7,9% és 16,5% között változik (*Lásztity* 1981, *Morey és Evans* 1983, *Schmidt* 2004, *Kismányoky* 2005, *Csapó és Győri* 2013), mely jelentősen függ az ökológiai adottságoktól, a genotípustól és a tápanyag-ellátottságtól. A tápelemek közül a N-ellátottság befolyása a legjelentősebb az őszi árpa fehérjetartalom növelésében (*Garcia Del Moral et al.* 1985,

Bénétrix et al. 1994, *Shewry* 2009). *Kostadinova* (2014) vizsgálatai szerint közepes P-ellátottságú talajon az önmagában alkalmazott P-trágyázás fehérjetartalom növelő hatása nem jelentős, de N-trágyázással kiegészítve a jobb P-ellátottság szignifikánsan nagyobb fehérjetartalmat eredményezett. A túlzott P-ellátottság azonban csökkenti az őszi árpa fehérjetartalmát. A K-trágyázás fehérjetartalom növelő hatása csak N-trágyázással együtt volt kimutatható.

A fontosabb szántóföldi kultúráink tápanyag-ellátási kérdéseinek vizsgálatára 1989-ben műtrágyázási tartamkísérletet állítottunk be csernozjom réti talajon azzal a céllal, hogy további ismereteket szerezzünk a tápanyag-ellátottság, termés hozam és termésminőség összefüggéseiről, a növények tápelem-felvételeiről és ásványi összetételéről, valamint talaj tápelem-ellátottsági és növénydiagnosztikai határértékeket állapítsunk meg a trágyázási szaktanácsadás számára. Jelen dolgozatban a tartamkísérlet 17–19. évében termesztett őszi árpa termés hozam és nyersfehérje-tartalom eredményei kerülnek bemutatásra.

Anyag és módszer

A műtrágyázási tartamkísérletet a Kar Növénytermesztési Tanszékének Kísérleti Telepén, Szarvason állítottuk be 1989-ben. A kísérleti terület talaja mélyben karbonátos csernozjom réti talaj, a humuszos réteg vastagsága 85–100 cm, a művelt réteg pH_{KCl} -ja 5,0–5,2; humusztartalma 2,8–3,2%; CaCO_3 -ot nem tartalmaz, kötöttsége (K_A) 50, agyagtartalma 32%.

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

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

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

K_0 = K-trágyázás nélkül

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

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

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

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

P_0 = P-trágyázás nélkül;

P_1 = 100 kg/ha/év P_2O_5 ;

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

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

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

N_0 = N-trágyázás nélkül,

N_1 = 80 kg N/ha/év (40 kg alaptrágya+40 kg fejtrágya),

N_2 = 160 kg N/ha/év (80 kg alaptrágya+80 kg fejtrágya),

N_3 = 240 kg N/ha/év (120 kg alaptrágya+120 kg fejtrágya),

N_{1A} = 40 kg N/ha/év alaptrágya,

N_{2A} = 80 kg N/ha/év alaptrágya,

N_{3A} = 120 kg N/ha/év alaptrágya.

Az időszakosan végzett nagyadagú P és K feltöltő trágyázás célja az volt, hogy jól elkülönülő ellátottsági szinteket alakítsunk ki a talajban a tápláltsági szituációk tanulmányozására és a talaj tápelem-ellátottsági határértékek megállapítására. A nitrogént alap- és fejtrágyaként megosztva ammóniumnitrát (34%), míg a foszfort szuperfoszfát (18%) és a káliumot kálisó (40 vagy 60%) formájában alaptrágyaként juttattuk ki. A kísérletben évente négy növény szerepelt kiterített vetésforgóban, 4×192 db parcellán, ahol a főparcellák területe 320 m^2 , az elsőrendű alparcellák területe 80 m^2 és a másodrendű alparcellák mérete $4 \times 5 = 20 \text{ m}^2$ volt. Annak érdekében, hogy a N-alaptrágyázás hatását elkülönülten is tudjuk értékelni, az alparcellákat megfeleztük, és ez tette lehetővé a fenti N-kezelések alkalmazását. Az őszi árpa előveteménye 2006 és 2008 között rostkender (*Cannabis sativa* L.) volt. A kísérletben GK Stramm nevű kétsoros őszi árpa fajtát használtunk. A dolgozatban a tartamkísérlet 17–19. évi (2005/2006, 2006/2007, 2007/2008) eredményei kerülnek közlésre. A vizsgált években a vetést október 8. és október 12. között végeztük 12 cm -es sortávolságra, 5 millió csíra/ha vetőmagnormával. Fejtrágyázás egyszer történt, a bok-

rosodás végén, a növény-mintavételt követően. A betakarítást teljes érésben végeztük parcellakombájjal, június végén.

A kísérlet tenyészidőszakának időjárása a kísérlet helyén mért adatok alapján a következőkkel jellemezhető (1. táblázat).

1. táblázat. A kísérleti hely időjárásának adatai a vizsgálati időszak alatt (Szarvas, 2005–2008)

Év (1)	Csapadék (mm)			Átlag hőmérséklet (°C)		
	(2)		Évi (6)	(3)		Évi (6)
	Téli félév (X-III.) (4)	Tenyészidő (X-VI.15.) (5)		Téli félév (X-III.) (4)	Tenyészidő (X-VI.15.) (5)	
Átlag (1901–1975) (7)	225	362	538	3,4	7,5	10,6
2005	-	-	721	-	-	10,2
2005/2006	204	379	537	2,2	6,9	10,7
2006/2007	159	293	548	6,5	10,2	12,2
2007/2008	200	370	464	4,2	8,4	11,7

Table 1. Weather data of the experiment site during the period of examination (Szarvas, 2005–2008). (1) Years, (2) Precipitation (mm), (3) Mean temperature (°C), (4) Winter period (October–March), (5) Growing season (October–15th July), (6) Yearly, (7) Average (1901–1975)

A 2005/2006. évi tenyészidőszakban a csapadék mennyisége (379 mm) a sokévi átlag szintjén alakult, míg az átlaghőmérséklet (6,9 °C) kissé elmaradt a törzsértéktől. A legkedvezőtlenebb időjárású kísérleti időszak a 2006/2007-es tenyészidő volt, amikor a sokévi átlagnál 69 mm-rel kevesebb csapadék hullott, és az átlaghőmérséklet 2,7 °C-kal volt magasabb. A 2007/2008. évi tenyészidőszak csapadék mennyisége (370 mm) a sokévi átlagtól alig tért el, de a csapadék eloszlása kedvezőbb volt, mint a 2005/2006. évi vegetációs periódusban. A tenyészidőszak átlaghőmérséklete a sokévi átlagot 0,9 °C-kal múlta felül.

A talaj N-ellátottságának jellemzésére vizsgáltuk az őszi árpa vetése előtt a 0–60 cm-es talajréteg ásványi nitrogén-tartalmát. Az ásványi nitrogént (NO₃ - NO₂ - NH₄ - N) 1 mol/dm³ KCl-os kivonatból fotometriás módszerrel (MSZ 20135:1999) határoztuk meg, melynek értékeit a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat. A talaj ásványi N-tartalma (N_{min}) N-trágyázási kezelésként a 0–60 cm-es talajrétegben N-műtrágyázás előtt (Szarvas, 2005–2007 szeptember)

Kezelés jele (1)	N-forma (2)	N-tartalom a 0–60 cm-es talajrétegben (kg/ha) (3)		
		2005	2006	2007
N ₀	NO ₃ -N	12,0	29,8	27,9
	NH ₄ -N	25,6	21,5	33,4
	N _{min}	37,6	51,3	61,3
N ₁	NO ₃ -N	12,2	33,6	32,7
	NH ₄ -N	28,4	22,6	52,6
	N _{min}	40,6	56,2	85,3
N ₂	NO ₃ -N	15,6	30,8	43,4
	NH ₄ -N	39,3	22,6	52,3
	N _{min}	54,9	53,4	96,7
N ₃	NO ₃ -N	23,3	36,9	47,8
	NH ₄ -N	38,6	21,6	53,6
	N _{min}	61,9	58,5	101,4

Table 2. Mineral N content (N_{min}) of the soil in each N fertilisation treatment in the 0–60 cm soil layer before N fertilisation (Szarvas, September 2005–2007). (1) Sign of treatment, (2) Form of N, (3) N content in the 0–60 cm soil layer (kg ha⁻¹)

A talaj tápelem-vizsgálatokat évente, ősszel az elővetemény betakarítása után a 0–60 cm-es talajrétegből vett mintákból végeztük el. A talaj P₂O₅- és K₂O-tartalmát AL-módszerrel (MSZ 20135:1999) határoztuk meg, és az eredmények értékelésekor a talaj P- és K-ellátottságának megítélésére a szántott (30 cm-es) réteg értékeit használjuk. Az egyes kísérleti évek P- és K-ellátottságát az előző év őszenek vizsgálati eredményével jellemezzük (3. táblázat).

Az őszi árpa nyersfehérje-tartalmának (%) számításához ($N\% \times 6,25$) az összes N-t Makro-Kjeldahl módszerrel (MSZ 6830-4:1981) határoztuk meg az N₀, N₁, N₂ és N₃ kezelésekből. A kísérleti adatokat háromtényezős variancia-analízissel értékeltük Sváb (1981) szerint.

3. táblázat. A talajA talaj P- és K-ellátottsága trágyázási kezelésként
(Szarvas, 2006–2008)

Kezelés jele (1)	Kísérleti évek (2)		
	2006	2007	2008
AL-P ₂ O ₅ mg/kg a művelt talajrétegben (3)			
P ₀	150	141	118
P ₁	217	222	181
P ₂	186	193	158
P ₃	282	273	269
AL-K ₂ O mg/kg a művelt talajrétegben (4)			
K ₀	199	211	235
K ₁	320	322	345
K ₂	324	301	322
K ₃	377	340	375

Table 3. P and K supply level of the soil in each fertilisation treatment (Szarvas, 2006–2008). (1) Sign of treatment, (2) Experiment years, (3) Al-P₂O₅ mg kg⁻¹ in the cultivated soil layer, (4) Al-K₂O mg kg⁻¹ in the cultivated soil layer

Eredmények

N-ellátottság főhatás

A N-ellátottság hatása az őszi árpa szemtermésére a P- és K-kezelések átlagában a 4. táblázat adatai alapján értékelhető. Mivel kísérleti évenként a termés hozamban jelentős eltérések vannak, így célszerű a N-hatásokat évenként értékelni.

A 2005/2006-os kísérleti évben a N-trágyázás nélküli (N₀) parcellákon, ahol 17 éve N-trágyázást nem végeztünk és a talaj 0–60 cm-es rétegének N_{min}-tartalma a vetést megelőzően kerekén 38 kg/ha volt (2. táblázat), az őszi árpa szemtermése 2,26 t/ha-t ért el az átlagos vízellátottságú évben. A 40 kg N/ha alaptrágyázás (N_{1A}) a termés hozamot 1 t/ha-ral növelte a kontrollhoz (N₀) képest. A 80 kg/ha N-trágyázás – mind alaptrágyaként (N_{2A}), mind megosztva (N₁) – további megbízható 0,4–0,5 t terméstöbbletet eredményezett. Agyagos vályog talajon ebben az évben, amikor a téli félév csapadék összege elmaradt a sokévi átlagtól, a 80 kg/ha-os N-adag csak alaptrágyaként vagy megosztott kiuttatása a termés hozamban (3,65 illetve 3,76 t/ha) érdemi különbséget nem

okozott. Legnagyobb szemtermést (4,26 t/ha) a 160 kg/ha N-adag (N_2) megosztott kijuttatása eredményezte, mely kezelésben a talaj 0–60 cm-es rétegének vetés előtti induló N_{\min} -készlete 55 kg/ha volt. Ennél magasabb N-ellátottsági szinten (240 kg N/ha, N_3) a terméshozamban további szignifikáns változást nem tapasztaltunk. A relatív termés – mely azt mutatja, hogy N-trágyázás nélkül a termésmaximum hány százalékát lehet elérni – 53% volt.

4. táblázat. A N-ellátottság hatása az őszi árpa szemterméshozamára (t/ha) (Szarvas, 2006–2008)

Kezelés jele (1)	N-adag (kg/ha)		Szemtermés (t/ha)			Átlag (4)
	(2)		(3)			
	Alaptrágya (5)	Fejtrágya (6)	2006	2007	2008	
N_0	0	0	2,26	1,93	3,64	2,61
N_1	40	40	3,76	3,62	5,63	4,33
N_2	80	80	4,26	3,41	5,25	4,30
N_3	120	120	4,21	2,70	4,44	3,78
N_{1A}	40	0	3,26	2,78	4,94	3,65
N_{2A}	80	0	3,65	2,90	4,52	3,69
N_{3A}	120	0	3,61	2,58	4,24	3,47
SzD _{5%} (7)	-	-	0,16	0,17	0,26	-
Átlag (4)	-	-	3,56	2,84	4,66	-
Relatív termés % (8)	-	-	53	53	65	60

Table 4. The effect of N supply level on the grain yield of winter barley (t ha⁻¹) (Szarvas, 2006–2008). (1) Sign of the treatment, (2) N dose (kg ha⁻¹), (3) Grain yield (t ha⁻¹), (4) Average, (5) Top dressing, (6) Side dressing, (7) LSD_{5%}, (8) Relative yield %

A 2006/2007-es kísérleti évben a N-trágyázási kezelések talajának vetés előtti N_{\min} -tartalmában jelentős különbségek nem adódtak, azok értéke a 0–60 cm-es szintben 51–59 kg/ha között változott (2. táblázat). Ebben az átlagosnál csapadékszegényebb, száraz évjáratban N-trágyázás nélkül (N_0) a szemtermés 1,93 t/ha-t ért el és a relatív termés 53% volt. Legnagyobb terméshozamot (3,62 t/ha) a 80 kg/ha osztott N-trágyázás (N_1) eredményezte. Az emeltebb 160 kg/ha (N_2) és 240 kg/ha (N_3) N-ellátottsági szint a termésmaximumhoz képest szignifikáns terméshozam csökkenést váltott ki. A 40 kg/ha-os N-alaptrágyázás (N_{1A}) 0,9 t/ha-os terméstöbblettel járt együtt a kontrollhoz (N_0) viszonyítva. Azonos

N-hatóanyag (N_1 , N_{2A}) szinten a 80 kg/ha-os N-adag megosztása 0,7 t/ha több-lethozammal hatékonyabb volt, mint a csak N-alaptrágyázás. A túlzott, 120 kg/ha N-alaptrágyázás (N_{3A}) termésdepressziót okozott a kisebb N-adagú (N_{1A} , N_{2A}) alaptrágyázáshoz képest.

A 2007/2008. kísérleti év átlagos vízellátottságú, de kedvező csapadékeloszlású volt. A talaj 0–60 cm-es rétegének vetés előtti N-ellátottságát vizsgálva megállapítható, hogy a 2006/2007-es szárazabb évjáratban a rostkender után jelentős mennyiségű ásványi N-maradvánnyal számolhatunk a N-trágyázás szintjétől függően. Ez számszerűen az N_0 - N_1 - N_2 - N_3 -kezelésekben 61–85–97–101 kg N_{\min} hektáronként (2. táblázat). Ezen a 2,8–3,2% humusztartalmú, közepes-jó N-szolgáltató képességű talajon, melynek N-forgalmi vizsgálataink szerint az átlagos N-szolgáltatása N-trágyázás nélkül 126 kg/ha évente (Izsáki 2015), az őszi árpa szemtermése N_0 szinten 3,64 t/ha és relatív termése 65% volt. A megelőző években ezt a termésszintet a 80 kg/ha osztott N-trágyázás (N_1) biztosította. Az őszi árpa termésmaximumát (5,63 t/ha) a 40+40 kg N/ha alap- és fejtrágyázással (N_1) értük el, amikor a talaj 0–60 cm-es rétegének vetés előtti N_{\min} -készlete 85 kg/ha volt. Míg 2005/2006-os évjáratban a 160 kg N/ha-os osztott N-trágyázás (N_2) eredményezett 2 t/ha-os szemterméstöbbletet, addig a kedvezőbb csapadék eloszlású évben a 80 kg N/ha adag (N_1). A 160 kg/ha (N_2) és a 240 kg/ha (N_3) N-trágyázás, amihez a talaj 97 és 101 kg/ha-os vetés előtti N_{\min} -tartalma is társult, már az őszi árpa túlzott N-ellátását jelentette, ami szignifikáns terméscsökkenést okozott a termésmaximumhoz képest. A 40 kg/ha (N_{1A}) N-alaptrágyázással kereken 5 t/ha-os hozamot lehetett elérni, amit a 40 kg/ha N-fejtrágyázás még 0,6 t/ha-ral növelt. A 40 kg/ha N-alaptrágyázáshoz (N_{1A}) viszonyítva a nagyobb adagú (80, 120 kg/ha) N-alaptrágyázás (N_{2A} , N_{3A}) – együtt a talaj ásványi N-tartalmával – túlzott N-ellátást okozott, ami terméscsökkenést váltott ki.

Összefoglalóan megállapítható, hogy az évjárat N-trágyázás nélkül 1,7 t/ha, míg a termésmaximumok szintjén 2 t/ha terméskülönbséget okozott. Átlagos vízellátottságú évben a termésmaximumot a 160 kg/ha osztott N-trágyázás eredményezte. Hiányos vízellátottságú évben, amikor a N-hasznosulás korlátozottabb, a 80 kg/ha-os osztott N-trágyázás bizonyult a legeredményesebbnek. Száraz évet követően, amikor az elővetemény után jelentős mennyiségű (80–100 kg/ha) ásványi-N maradt a talajban vissza és a vízellátottság az átlagosnál kedvezőbb volt, a 80 kg/ha-os osztott N-trágyázás közel 6 t/ha-os termésmaximum elérését biztosította. Kísérleteink arra is utalnak, hogy a talaj

vetés előtti N_{\min} -tartalmában jelentős különbségek lehetnek, melyek indokolják, hogy a precízebb N-fejtrágyázást a talaj ásványi N-tartalom vizsgálatára célszerű alapozni.

P-ellátottság főhatás

A P-ellátottság hatása az őszi árpa szemterméshozamára a N- és K-kezelések átlagában az 5. táblázat alapján tekinthető át.

5. táblázat. A P-ellátottság hatása az őszi árpa szemterméshozamára (t/ha) (Szarvas, 2006–2008)

Évek (1)	Szemtermés (t/ha) (2)				SzD _{5%} (3)	Relatív termés % (4)
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃		
2006	3,32	3,29	3,42	3,43	NS	97
2007	2,66	2,88	2,69	2,68	NS	92
2008	4,32	4,56	4,68	4,57	0,24	92
Átlag (5)	3,43	3,57	3,59	3,56	-	95

Table 5. The effect of P supply on the grain yield of winter barley (t ha⁻¹) (Szarvas, 2006–2008). (1) Years, (2) Grain yield (t ha⁻¹), (3) LSD_{5%}, (4) Relative yield %, (5) Average

A tartamkísérlet 17–19. éveiben a P-trágyázásban nem részesült (P₀) parcellák művelt talajrétegének AL-P₂O₅-tartalma 118–150 mg/kg közé esett. A 2005/2006. és a 2006/2007. kísérleti években, amikor a P-trágyázott kezelésekben a talaj AL-P₂O₅-ellátottsága 186–282 mg/kg értékhatár között változott (3. táblázat), az őszi árpa terméshozamában szignifikáns eltérést nem tapasztaltunk a P₀ kezeléshez képest. E két évben P-trágyázás nélkül a termésmaximum 97 és 92%-át lehetett elérni. A 2007/2008. évi kedvezőbb vízellátottságú és nagyobb terméshozamú tenyészidőszakban a jobb P-ellátottság (AL-P₂O₅ 158–269 mg/kg; P₁, P₂, P₃) statisztikailag igazolható 0,24–0,36 t/ha terméstöbbletet eredményezett a P-trágyázás nélküli (AL-P₂O₅ 118 mg/kg; P₀) kezeléshez viszonyítva. A P-trágyázott kezelések terméshozamában érdemi különbség nem mutatkozott. A relatív termés 92% volt. Három év átlagában a talaj 118–282 mg/kg AL-P₂O₅-ellátottsági tartományában az őszi árpa terméshozamában jelentős különbség nem volt kimutatható és P-trágyázás nélkül a termésmaximum 95%-át lehetett elérni. Csernozjom réti talajon 160–220 mg/kg AL-P₂O₅-ellátottsági

tartományban várható egyes években mérsékeltőbb, a legtöbbször nem szignifikáns P-hatás a P-kontrollhoz (120–150 mg/kg AL-P₂O₅) képest. A savanyú kémhatású (pH_{KCl}<5,5), agyag fizikai féleségű, mélyben karbonátos csernozjom réti talajunkon a 120–150 mg/kg AL-P₂O₅ tartomány tehát gyakorlatilag már kielégítő/jó P-ellátottságot jelezhet, ahol a további P-trágyázásnak az évek átlagában már nincs gazdaságos termésnövelő hatása. Kedvezőbb termőhelyi adottságú karbonátos csernozjom talajon *Kádár* (2000) a 150–200 mg/kg AL-P₂O₅ tartományt tekinti a kielégítő/jó ellátottsági szintnek, ahol a P-trágyázásnak már nem várható további termésnövelő hatása.

K-ellátottság főhatás

A K-ellátottság hatását az őszi árpa szemterméshozamára a N- és P-kezelések átlagában a 6. táblázat adatai mutatják.

6. táblázat. A K-ellátottság hatása az őszi árpa szemterméshozamára (t/ha) (Szarvas, 2006–2008)

Évek (1)	Szemtermés (t/ha) (2)				SzD _{5%} (3)	Relatív termés % (4)
	K ₀	K ₁	K ₂	K ₃		
2006	3,27	3,55	3,29	3,34	NS	92
2007	2,89	2,54	2,59	2,90	NS	100
2008	4,50	4,65	4,54	4,44	NS	97
Átlag (5)	3,55	3,58	3,47	3,56	-	99

Table 6. The effect of K supply on the grain yield of winter barley (t ha⁻¹) (Szarvas, 2006–2008). (1) Years, (2) Grain yield (t ha⁻¹), (3) LSD_{5%}, (4) Relative yield %, (5) Average

A tartamkísérlet 17–19. éveiben a K-trágyázás nélküli (K₀) parcellák művelt talajrétegének AL-K₂O-tartalma 199–235 mg/kg, míg a K-trágyázásban részesült (K₁, K₂, K₃) parcelláké 301–377 mg/kg volt (3. táblázat). E K-ellátottsági tartományban K-hatások nem voltak kimutathatók és K-trágyázás nélkül három év átlagában a termésmaximum 99%-át lehetett elérni. A csernozjom réti talajon a 200–235 mg/kg AL-K₂O jó ellátottságnak tekinthető az őszi árpa számára. *Kádár* (2000) karbonátos csernozjom talajon még a 120–140 mg/kg AL-K₂O ellátottsági szinten sem tapasztalt K-hatást a mérsékelt K-igényű őszi árpá-

ban. Vályog talajon Csathó (2005) a kevésbé K-igényes kalászosok K-ellátottságát a 150–210 mg/kg AL-K₂O tartományban tekinti jó/kielégítő szintűnek. Agyag talajon ugyanakkor a 170–230 mg/kg AL-K₂O tartományt adja meg kielégítő/jó K-ellátottsági szintnek.

K×N kölcsönhatás

A kísérleti időszak alatt vizsgáltuk a tényezők közötti kölcsönhatásokat (N×P×K) de, kölcsönhatást csak a 2006/2007. kísérleti évben tapasztaltunk a K×N között, melynek eredményeit a 7. táblázat szemlélteti.

7. táblázat. *K×N kölcsönhatás az őszi árpa szemterméshozamában (t/ha)*
(Szarvas, 2007)

Kezelés jele (1)	N-adag (kg/ha)		Szemtermés (t/ha)				SzD _{5%} (4)
	(2)		(3)				
	Alaptrágya (5)	Fejtrágya (6)	K ₀	K ₁	K ₂	K ₃	
N ₀	0	0	1,73	1,94	2,00	2,05	
N ₁	40	40	4,02	3,50	3,34	3,63	
N ₂	80	80	3,77	3,15	3,00	3,72	
N ₃	120	120	3,13	2,06	2,63	2,99	0,49
N _{1A}	40	0	2,80	2,77	2,67	2,87	
N _{2A}	80	0	3,84	2,80	2,71	3,07	
N _{3A}	120	0	2,93	2,16	2,38	2,86	
SzD _{5%} (7)	-	-	0,32				-

Table 7. The interaction of K×N in the grain yield of winter barley (t ha⁻¹) (Szarvas, 2007). (1) Sign of treatment, (2) N dose (kg ha⁻¹), (3) Grain yield (t ha⁻¹), (4) LSD_{5%}, (5) Top dressing, (6) Side dressing

Az átlagosnál csapadékszegényebb tenyészidőszakban N-trágyázás nélkül (N₀) a talaj 211–340 mg/kg AL-K₂O ellátottsági szintjén a K-ellátottság az őszi árpa szemterméshozamát megbízhatóan nem befolyásolta. Azonban 80, 160, 240 kg/ha N-trágyázási szinteken a talaj 300 mg/kg AL-K₂O ellátottsága felett az esetek többségében szignifikáns szemtermés csökkenés volt kimutatható. K-trágyázás nélkül a N-trágyázás termésmenvelő hatása kifejezettebb volt.

Nyersfehérje-tartalom

Kísérleti körülményeink között a talaj 118–282 mg/kg AL-P₂O₅ és 199–377 mg/kg AL-K₂O ellátottsági tartományában az őszi árpa szemtermésének nyersfehérje-tartalmában – a P- és K-hatásokat tekintve – érdemi változást nem tapasztalunk. N-trágyázás nélkül a szem nyersfehérje-tartalma 9,3–10,3% volt. Három év átlagában a nyersfehérje-tartalom 160 kg/ha N-adagig (N₂) szignifikánsan növekedett. Ennél magasabb N-ellátási szinten (N₃) a nyersfehérje mennyisége csak csekély mértékben emelkedett (8. táblázat).

8. táblázat. A N-ellátottság hatása az őszi árpa nyersfehérje-tartalmára (%)
(Szarvas, 2006–2008)

Év (1)	Nyersfehérje % (2)				SzD _{5%} (3)	Átlag (4)
	No	N ₁	N ₂	N ₃		
2006	10,3	11,5	13,0	13,9	0,8	12,1
2007	9,3	12,1	13,8	14,0	0,9	12,3
2008	9,5	12,0	14,1	14,5	0,9	12,5
Átlag (4)	9,7	11,9	13,6	14,1	0,8	-

Table 8. The effect of N supply on the raw protein content of winter barley (%) (Szarvas, 2006–2008). (1) Year, (2) Raw protein %, (3) LSD_{5%}, (4) Average

Köszönetnyilvánítás

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

Irodalom

- Alley, M. M.–Pridgen, T. H.–Brann, D. E.–Hammons, J. L.–Munlford, R. L.: 2009. Nitrogen fertilization of winter barley: Principles and recommendations. Virginia Cooperativ Extension. Virginia State University.
- Antal J.: 2000. Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Bénétrix, F.–Sarrafi, A.–Autran, J. C.: 1994. Effects of genotype and nitrogen nutrition on protein aggregates in barley. American Association of Cereal Chemists. 71. 1: 75–82.

- Buzás I.–Fekete A. (szerk.):* 1979. Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer. I–II. rész. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiiai Központ. Budapest.
- Csapó, J.–Győri, Z.:* 2013. The relation between quality and quantity with respect to quality parameters of Hungarian field crops. *Acta Univ. Sapientiae. Alimentaria.* 6: 35–44.
- Csathó P.:* 2005. Őszi búza K hatásokat befolyásoló tényezők vizsgálata az 1960 és 2000 között publikált hazai szabadföldi kísérletek adatbázisán. *Növénytermelés.* 54. 1: 197–213.
- Garcia Del Moral, L. F.–Ramos, J. M.–Recalde, L.:* 1985. Relationships between vegetative growth, grain yield and grain protein content in six winter barley cultivars. *Canadian Journal of Plant Science.* 65: 523–532.
- Harmati I.:* 1990. Őszi árpa fajta- és nitrogéntrágyázási kísérletek homokon. *Növénytermelés.* 39. 5: 451–459.
- Izsáki Z.:* 2015. A szarvasi műtrágyázási tartamkísérletek eredményei I. 1990–2010. Kukorica, cukorrépa, zab, olajlen és silócirok tápanyagellátása. Agroiinform Kiadó és Nyomda Kft. Budapest.
- Kádár I.:* 1992. A növénytáplálás alapelvei és módszerei. Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiiai Kutató Intézete. Budapest.
- Kádár I.:* 2000. Az őszi árpa (*Hordeum vulgare* L.) műtrágyázása karbonátos vályog csernozjom talajon. *Növénytermelés.* 49. 6: 661–675.
- Kádár I.:* 2012. A mezőföldi műtrágyázási tartamkísérlet első évtizedének tanulságai. Magyar Tudományos Akadémia ATK Talajtani és Agrokémiiai Intézet. Budapest.
- Kiskéri R.:* 1976. Őszi búza, őszi árpa és burgonya jelzőnövényekkel végzett nagyadagú műtrágyázási kísérlet eredményei agyagbemosódásos barna erdőtalajon. *Növénytermelés.* 25. 2: 251–259.
- Kismányoky T.:* 1997. Árpa. [In: Palágyi A. (szerk.) Az árpa, a rozs és a zab termesztése.] Gabonatermesztési Kutatóintézet. Szeged. 9–64.
- Kismányoky T.:* 2005. Őszi és tavaszi árpa. [In: Antal J. (szerk.) Növénytermesztés I. A növénytermesztés alapjai. Gabonafélék.] Mezőgazda Kiadó. Budapest. 244–276.
- Kostadinova, S.:* 2014. Grain yield and protein of winter barley in dependence of phosphorus and potassium nutrition. *Scientific Papers. Series A. Agronomy.* 57: 232–235.
- KSH:* <https://www.ksh.hu> (STADAT)
- Láng G.:* 1966. Az árpa. [In: Láng G. (szerk.) A növénytermesztés kézikönyve.] Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 133–154.
- Lásztity B.:* 1979. Kálium-műtrágyázás hatása az őszi árpa tápanyag-gazdálkodására. Mezőgazdaság Kemizálása. NEVIKI-KAE. Keszthely. 210–216.
- Lásztity R.:* 1981. Gabonaféhérjék. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Moreno, A.–Moreno, M. M.–Ribas, F.–Cabello, J.:* 2003. Influence of nitrogen fertilizer on grain yield of barley (*Hordeum vulgare* L.) under irrigated conditions. *Spanish Journal of Agricultural Research.* 1. 1: 91–100.

- Morey, D. D.–Ewans, J. J.:* 1983. Amino acid composition of six grains and winter wheat forage. *Cereal Chemists*. 60. 6: 461–464.
- Murányi I.:* 2000. Az őszi árpa termesztés agrotechnikája. *Agrofórum*. 11. 12: 39–40.
- MSZ 20135:* 1999. A talaj oldható tápelemtartalmának meghatározása.
- MSZ 6830-4:* 1981. Nyersfehérje, nyersfehérje tartalom (Makro-Kjeldahl módszer) meghatározása.
- Németh T.:* 1996. Talajaink szervesanyag-tartalma és nitrogénforgalma. Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete. Budapest.
- Pálmai O.–Horváth J.–Németh T.:* 2001. Őszi kalászosok nitrogén-fejtrágyázásának tapasztalatai. *Agrofórum*. 12. 4: 2–3.
- Pekáry K.–Holló S.:* 1979. A feltöltő PK-trágyázás hatása a talajra és a termésre csernozjom barna erdőtalajon. *Növénytermelés*. 28. 1: 163–174.
- Schmidt J.:* 2004. Az árpa kémiai összetétele. [In: Tomcsányi A.–Turcsányi G. (szerk.) *Az árpa.*] Magyarország kultúrflórája. VIII. 14. Akadémiai Kiadó. Budapest. 143–154.
- Shewry, P. R.:* 2009. Improving the protein content and quality of temperate cereals: wheat, barley and rye. [In: Cakmac, I.–Welch, R. M. (eds.) *Impact of agriculture on human health and nutrition.*] *EOLSS*. UK. 2: 118–137.
- Sváb J.:* 1981. Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Szalay Gy.–Bagi A.–Murányi I.:* 1986. Az őszi árpa termesztés fontosabb kérdései. *Időszerű Termelési Tanácsadó*. 27. Gödöllői Agrártudományi Egyetem. Kompolc.
- Tomcsányi A.–Kajdi F.:* 2004. Az árpatermesztés ökológiai és agrotechnikai alapismeretei. [In: Tomcsányi A.–Turcsányi G. (szerk.) *Az árpa.*] Magyarország Kultúrflórája. VIII. 14. Akadémiai Kiadó. Budapest. 194–220.

A szerző levelezési címe – Adress of the authors:

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

Biokészítmények hatása a fiatal kukoricánövény és a talaj tápanyag-tartalmára

KINCSES SÁNDORNÉ-BALLÁNÉ KOVÁCS ANDREA

Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Agrokémiai és Talajtani Intézet, Debrecen

Összefoglalás

Összehasonlító kísérletünkben kukorica (*Zea mays* L.) teszt növényrel réti talajtípusú, fizikai talajféleség szempontjából agyagos talajon a biogazdálkodásban is engedélyezett három, a talajba juttatható baktérium- és alga készítmény (Biorex I-II; Natur Terra; Amargerol) hatását vizsgáltuk a fiatal kukoricánövény tápanyag-ellátottsága mellett a talaj tápanyag-szolgáltató képességére. A tenyészedény-kísérletben a kukorica növényeket a vetéstől számított hat hét múlva felszámoltuk. A növényminták tömege mellett azok N-, P-, K-, Ca- és Mg-tartalmát is meghatároztuk, így a talajból a terméssel kivont tápanyag-mennyiségeket ki tudtuk számolni. Meghatároztuk a kezelések talajában a növények számára könnyen felvehető, 0,01 M-os CaCl_2 oldható összes-N mennyisége mellett az AL-oldható tápelemek-tartalmát is (AL- P_2O_5 , AL- K_2O , AL-Ca, AL-Mg).

A kísérlet eredményei szerint a vizsgálatba bevont baktérium- és algakészítmények a fiatal kukoricánövény biomassza-tömegét a kontrolléhoz képest csökkentették, nitrogén-koncentrációjukat statisztikailag igazolhatóan növelték, de megfelelő N-ellátottságot nem biztosítottak számukra.

A kísérlet talajának nagy foszfortartalma miatt a fiatal kukoricánövények megfelelő P-ellátottsága biztosítva volt, de a biokészítmények nem növelték meg a kontrollhoz képest a növények P-tartalmát.

A növények ezen fenofázisában K-ellátottságuk megfelelő volt. A készítmények a kontrollhoz viszonyítva növelték azok K-koncentrációját.

A kísérlet növényeinek kalcium-koncentrációja az irodalmi adatokhoz képest kisebbnek mutatkozott, Ca-ellátottságuk nem volt megfelelő, ezen a készítmények sem tudtak javítani.

A növényekben mért magnézium-koncentrációk szerint a Mg-ellátottságuk sem volt optimális, bár a készítmények pozitív hatást fejtettek ki erre a mért paraméterre, a kontrollhoz képest növelték a növények Mg-tartalmát.

Eredményeink szerint a készítmények általában kismértékben növelték a vizsgálatba bevont tápelemek koncentrációját a kontroll növényekéhez képest, de optimális, harmonikus tápanyagellátást nem tudtak biztosítani a fiatal kukorica növény számára.

A kísérlet végén vett talajminták eredményei alapján és a terméssel kivont tápanyagmennyiségek figyelembevételével megállapíthatjuk, hogy a készítmények a nitrogén növények általi felvehetőségét tendenciájában növelték, de a többi vizsgált tápelemre ilyen rövid időtartam alatt kedvező hatást nem fejtettek ki. A mikrobák elszaporodásához, az élettevékenységükkel a talajban folyó tápanyag-feltáródási folyamatok befolyásolásához időre van szükségük, így e készítmények kijuttatását a vetéssel egy időben nem javasoljuk.

Kulcsszavak: biokészítmények, tápelem-tartalom, kukorica

The effect of biofertilisers on the plant and the soil nutrient content

S.-NÉ KINCSES –A. BALLÁNÉ KOVÁCS

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

Institute of Agricultural Chemistry and Soil Science, Debrecen

Summary

In our comparative greenhouse experiment, the effect of three biofertilisers with bacterial and algal composition (Biorex I-II; Nature Terra; Amargerol) were studied on the plant nutrient supply and on the soil N-, P-, K-, Ca- and Mg-supplying capacity. The test plant was maize (*Zea mays* L.), and we applied meadow clay soil for the experiment. The

examined plants were harvested in 6 weeks after the sowing date. In addition to the weight of the examined plants, their N-, P-, K-, Ca- and Mg content were also determined and the N-, P-, K-, Ca- and Mg uptake of the plants was calculated. We determined the readily available nutrient forms from the treated soils. These were the following: total N from 0.01 M CaCl₂ soil extract and P-K-Ca- and Mg from AL-extract.

The results of the experiment showed that the bacterial and algal biomass compositions of young maize plant weight was reduced in comparison to those of the control, while nitrogen concentration was significantly increased, but the soil did not supply the appropriate amount of nitrogen.

Due to the high P content of the soil examined in the experiment, the P supply of the young maize was provided, but the three biofertilisers have not increased the P content of plants compared with the control.

In this phenophase, the available K supply of the soil has been sufficient. The treatment increased the plant K concentration compared with the control.

Based on the examination of the Ca concentration in the plants, less contrast was observed in comparison with literature data. The Ca supply of the young maize plants was not sufficiently provided.

According to the Mg concentrations measured in the examined plants, the magnesium supply was not optimal. The treatments have had a positive effect on this parameter. The three biofertilisers increased the Mg content of these plants compared with the control.

Our results show that the performed treatments mostly increased the concentration of nutrients used in the experiment to a lesser extent in relation to the control plants, but they could not provide optimal and harmonic nutrient supply for the young maize plants.

On the basis of the soil samples taken at the end of the experiment and considering the nutrient amounts withdrawn by the crop, we can state that the products enhanced the nitrogen absorbing ability of the plants; however they have not had a positive effect on the rest of the examined nutrients. The nutrient accessibility processes need time for reproduction and the vital activities of microbes. For this reason, we do not recommend to apply these products at the time of sowing.

Key words: biofertiliser, nutrient content, corn

Влияние биопрепаратов на содержание питательного вещества молодого растения кукурузы и почвы

Ш.-НЕ КИНЧЕШ–А. БАЛЛАНЕ КОВАЧ

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

Резюме

В нашем сравнительном опыте с тестированным растением кукурузой (*Zea mays* L.) на глинистой с точки зрения физической разновидности, луговой почве, исследовали влияние разрешённые и в биохозяйстве трёх, вносимых в почву бактериальных и водорослевых препаратов (Biogex I-II; Natur Terra; Amargerol) на обеспеченность питательными веществами молодых растений кукурузы и на способность почвы обслуживать питательными веществами. В опыте с вегетационными сосудами растения кукурузы через шесть недель после посева ликвидировали. Вместе с массой образцов растений также установили содержание ими N, P, K, Ca и Mg, так могли подсчитать и количество питательного вещества, выбранного из почвы вместе с урожаем. Определили содержание питательных растворимых элементов AL(AL-P₂O₅, AL-K₂O, AL-Ca, AL-Mg) доз, внесённых в почву и легко усвояемых растениями 0,01 М-ый CaCl₂ и также общее растворимое количество N.

По результатам опыта использованные в исследовании бактериальные и водорослевые препараты уменьшили био-массу молодых растений кукурузы по сравнению с контролем, увеличили их концентрацию азота статистически подтверждаемо, но соответствующее обеспечение N-ом для них не гарантировали.

Из-за большого содержания фосфора почвой опыта обеспечение P-ом молодых растений кукурузы было гарантировано соответствующее, но биопрепараты не увеличили содержание P растений по сравнению с контролем.

В этой фазе обеспеченность растений K-ем была соответствующей. Препараты по сравнению с контролем увеличили их концентрацию K.

Концентрация кальция опытных растений по сравнению с опубликованными данными оказалось меньше, их обеспеченность Ca-ем не была соответствующей, в этом препараты также не смогли улучшить.

Szöveg: Согласно измеренной в растениях концентрации магния обеспеченность Mg-ем также не была оптимальной, хотя препараты оказали позитивное влияние на этот измеренный параметр, по сравнению с контролем увеличили содержание Mg растениями.

По нашим результатам данные препараты в общем в малой мере увеличили концентрацию изучаемых в опыте питательных элементов по сравнению с контрольными растениями, но не могли обеспечить оптимальное, гармоничное обеспечение питательными веществами молодых растений кукурузы.

На основе результатов образцов почвы, взятых в конце опыта и принимая во внимание количества питательного вещества, выбранного с урожаем, можем установить, что эти препараты увеличили в тенденции усвояемость азота растениями, но на другие исследованные питательные элементы за такое короткое время не оказали позитивного влияния. Для размножения микробов, для влияния их жизнедеятельности на происходящие в почве процессы проявления питательного вещества нужно время, так внесение этих препаратов одновременно с посевом не предлагаем.

Ключевые слова: биопрепараты, содержание питательных элементов, кукуруза

Bevezetés

A mezőgazdasági termelők feladata napjainkban az, hogy megfelelő mennyiségű és jó minőségű élelmiszert, takarmányt és ipari nyersanyagot állítsanak elő. Fontos követelmény számukra a fenntartható gazdálkodás feltételeinek megteremtése, az agrárium okozta környezeti terhelés csökkentése, a talaj termékenységének fenntartása, a természeti erőforrások védelme (Loch 2006). A különböző környezetkímélő gazdálkodási formák, termesztési módok egyike a biotermesztés, ahol igen szigorú szabályokat kell betartani (Lévite et al. 2000, Solti 2000). A biotermesztésben a növények fejlődésük során nem találkozhatnak szintetikus kemikáliákkal, a tápanyag-utánpótlást és a növényvédelmet is vegyi készítmények nélkül kell megoldania a természetnek, így kell megőriznie a talaj termékenységét (Shen 1997, Zsuposné 2007), fenntartani a talajszerkezet és a talajban élő szervezetek egyensúlyát (Mäder et al. 2002, Gabriel et al. 2006). A biotermesztők a tápanyagok utánpótlására szerves trágyát, zöldtrágyát, baktérium és alga készítményeket, valamint ezek kombinációját használ-

ják fel, biológiai növényvédelmet alkalmaznak (Wyss 2004, Reisinger és Páli 2008). A konvencionális és a biogazdálkodásban is a mérleg-elvet követve, igen gyenge-gyenge talaj NPK-ellátottságon a növényvel kivont NPK 1,5–2; közepes ellátottságon 1,0–1,5; igen jó ellátottságon 0,5–1-szeresét indokolt kijuttatni, míg túlzott ellátottságon a talaj önmagában is képes a növényt a szükséges NPK-mennyiséggel és ütemezéssel ellátni (Buzás és Fekete 1979, Kádár 1992, Csathó et al. 2007). A baktériumkészítmények olyan, anyagforgalmi szempontból kedvező baktériumtörzseket tartalmaznak, melyek bevitelével a talaj mikrobapopulációja gazdagabbá, teljesebbé válhat, így alkalmazásukkal a talajélet fokozódhat, a talajtermékenység, a felvehető tápanyagkészlet növekedhet. Ezek a készítmények különböző mennyiségben és összetételben, főleg nitrogénkötő- és feltáró, a foszfor felvehetőségét segítő, valamint cellulózbontó mikroorganizmusokat tartalmaznak (Wu et al. 2005, Makádi et al. 2007).

Tenyészedény-kísérletben három, a biotermesztésben is alkalmazható, kereskedelmi forgalomban kapható baktériumkészítmény hatását vizsgáltuk a fiatal kukoricánövény produkciója és tápanyag-ellátottsága mellett, a talaj könnyen felvehető tápanyagtartalmának változására. Kísérleti eredményeinket összehasonlítva más kutatások eredményeivel arra kerestük a választ, hogy a vizsgálatba bevont készítmények felhasználásával a fiatal kukoricánövény megfelelő tápanyag-ellátottságát el lehet-e érni.

Anyag és módszer

A kukorica (*Zea mays* L.) tesztnövényvel végzett kísérletet a Debreceni Egyetem MÉK Agrokémiái és Talajtani Intézetének tenyészedény házában, réti talajtípusú, fizikai talajféleség szempontjából agyagos talajon állítottuk be.

A talaj legfontosabb fizikai-kémiai jellemzőit a 1. táblázatban mutatjuk be.

A MÉM NAK rendszer ellátottsági határértékei alapján a kísérleti talaj közepes N-, igen jó P-, és gyenge K-ellátottságot mutatott (Buzás és Fekete 1979, Loch és Nosticzius 1992).

A kísérletet 16 edényben, 10 kg talajon, 4–4 db kukoricával, mint jelzőnövényel állítottuk be. 4–4 edénybe a javasolt adagú Biorex I-II, Natur Terra, illetve Amargerol készítményt juttattuk, négy edény képezte a kezeletlen kontrollt.

1. táblázat. A kísérlet talajának fontosabb jellemzői
(Hajdúböszörmény)

Humusz % (1)	2,3
pH (CaCl ₂)	7,32
pH (KCl)	6,78*
CaCO ₃ %	0,16*
CaCl ₂ -os összes N (mg/kg) (2)	29,49
AL-P ₂ O ₅ (mg/kg)	274
AL-K ₂ O (mg/kg)	152
AL-Ca (mg/kg)	10319
AL-Mg (mg/kg)	378

*Debreceeni és Német (2009)

Table 1. The untreated soil characteristics (Hajdúböszörmény). (1) Humus %, (2) 0.01 M CaCl₂ total N (mg kg⁻¹), *Debreceeni and Német (2009)

- Biorex I-II: A Biorex-I készítményben *Bacillus subtilis*, *B. thuringiensis*, *B. megaterium* mikroorganizmusok, az általuk termelt esszenciális anyagok, valamint mikro- és mezoelemek, míg a Biorex-II baktériumtrágyában *Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum lipoferum*, *Pseudomonas putida* mikroorganizmusok, az általuk termelt esszenciális anyagok, mikro- és mezoelemek vannak. Javasolt és alkalmazott dózisok: Biorex I: 5 l/ha + Biorex II: 10 l/ha.
- Natur Terra: A nitrogén-fixáló és a foszfort vízoldhatóvá tevő talajbaktériumok mellett olyan gombatörzseket is tartalmaz, melyek a növényi maradványok gyors bontására képesek. Javasolt és alkalmazott mennyiség: 10 l/ha.
- Amalgerol: állati és növényi olajokból, gyógynövény kivonatokból, nyomelemekből és kis mennyiségben algakivonatból áll. A készítmény egy könnyen emészthető szénforrás a hasznos talajlakó mikroorganizmusok számára. Javasolt és alkalmazott mennyiség: 4–5 l/ha.

A jelzőnövény vetése május első hetében történt.

A tenyészedények naponkénti súlyra öntözésével biztosítottuk a maximális vízvisszatartó képesség 60%-ának megfelelő vízellátottsági szintet.

A kísérlet felszámolását a vetéstől számított hat hét múlva végeztük el. Ekkor vettük a növény- és a talajmintákat.

A növényminták tömege mellett azok egyes tápanyagtartalmát, így N-, K-, P-, Ca- és Mg-tartalmát is meghatároztuk. Az adatok ismeretében módunk nyílt

arra, hogy a talajból a terméssel kivont tápanyagok mennyiségét is ki tudtuk számolni. Meghatároztuk a kezelések talajában a növények számára könnyen felvehető, 0,01 M-os CaCl_2 oldható összes-N mennyisége mellett az AL-oldható kálium-, foszfor-, kalcium- és magnézium mennyiségét is.

A száraz kukoricaminták összes nitrogéntartalmát az égetéssel elven működő elemvizsgáló segítségével („dry combustion method”) határoztuk meg (Nagy 2000). A növényi P- és K-tartalom meghatározásához a mintákat cc. H_2SO_4 és H_2O_2 hozzáadásával 220 °C-on roncsoltuk. A roncsolat P-tartalmát fotometriásan, molibdénkék módszerrel határoztuk meg (Thamm *et al.* 1968), K-tartalmát lángemissziós spektrofotométerrel (Unicam SP90B) mértük. A növények Ca- és Mg-tartalmának meghatározásához a mintákat cc. HNO_3 -val roncsoltuk, elemtartalmát atomabszorpciós spektrofotométerrel (Varian AA10 Plus) mértük.

A talajok 0,01 M-os CaCl_2 oldható összes-N mennyiségét (Houba *et al.* 1994, Jászberényi *et al.* 1994) contiflo készülékkel (Skalar) határoztuk meg.

Az AL- szűrletek (Egner *et al.* 1960) foszfortartalmát fotometriásan (Buzás 1988), káliummennyiségét lángemissziós spektrofotométerrel (Unicam SP90B), míg kalcium- és magnézium-tartalmát hasonlóan a növényi roncsolatokhoz atomabszorpciós spektrofotométerrel (Varian AA10 Plus) mértük.

Eredményeink statisztikai kiértékeléséhez a Microsoft Excel egytényezős variancia-analízis programját használtuk fel.

Eredmények

A növényi minták vizsgálati eredményei

A különböző készítményekkel kezelt és a kontroll fiatal kukoricánövények (föld feletti részének) biomassza tömegének (szárazanyag-mennyiség) és makroelem-tartalmának eredményeit (g/100 g szárazanyag) foglaltuk össze a 2. táblázatban.

A kísérlet eredményei szerint a baktérium készítmények módosították a fiatal kukorica növény biomassza tömegét, vagyis befolyásolták a növény szárazanyag-felhalmozódását. A vizsgálatba bevont mindhárom baktérium- és alga-készítmény a tesztnövény ezen fenofázisáig (6–10 leveles állapot) a kontrollhoz képest csökkentette annak biomassza tömegét, a Biorex I-II és az Amargerol készítmények esetében statisztikailag igazolhatóan.

2. táblázat. A biokészítmények hatása a fiatal kukoricánövény szárazanyag-felhalmozódására és makroelem-tartalmára

	Kontroll (1)	Biorex I-II	Natur-Terra	Amargerol	SzD _{5%} (2)
Száraz tömeg (g/edény) (3)	45,15	43,71	44,46	42,92	0,94
N%	0,73	0,78	0,77	0,76	0,02
P%	0,38	0,40	0,37	0,37	0,01
K%	3,03	3,12	3,07	3,06	0,04
Ca%	0,27	0,27	0,26	0,26	0,007
Mg%	0,10	0,12	0,12	0,11	0,009

Table 2. The effect of organic products on young maize plants' dry matter accumulation and macronutrient content. (1) Control, (2) LSD_{5%}, (3) Dry weight (g pot⁻¹)

A korábbi kukoricával végzett kísérletek szerint (Latkovicsné 1961) a növény fejlődésének korai szakaszában a tápanyagfelvétel gyorsabb, mint a szerves anyag felhalmozás, így a tápelemek koncentrációja a fiatal növényekben a legnagyobb. Saját eredményeim is ezt bizonyították (Kincses *et al.* 2002.)

Kádár (1987) szerint kukorica növényénél a tápanyagfelvétel a 6–10 leveles korig jelentősen megelőzi a szárazanyag-felhalmozást, a növény felhalmozza a tápanyagokat a következő fenofázisra, ahol gyors megnyúlás és növekedés következik be. Lásztity *et al.* (1985) megállapításaiból is az következik, hogy a kívánt mennyiségű és minőségű termés eléréséhez a tenyészidőszak valamennyi szakaszában, így a korai szakaszokban is, fontos a növény igényeinek megfelelő tápanyag-ellátás.

A kísérlet eredményei szerint a fiatal kukorica növényeink nitrogén koncentrációját a kontrollhoz viszonyítva statisztikailag igazolhatóan növelték a kijuttatott baktérium- és algakészítmények, de a növények megfelelő nitrogén ellátottságát nem biztosították.

A korábbi irodalmi adatok (Bergmann és Neubert 1976, Kádár *et al.* 2000, Lásztity *et al.* 1985, Kincses *et al.* 2002, Jones *et al.* 1991) között is kisebb-nagyobb eltéréseket tapasztaltunk, ami azzal is magyarázható, hogy a beállított kísérletek eltérő hibridekkel, különböző talajtípusokon és éghajlati viszonyok között, más tápanyag-ellátás mellett folytak, de a kukorica növények 100 g szárazanyaga 10 leveles állapotukban, általánosságban 2–5 g nitrogént tartalmazott (2–5% N). A 2. táblázatban feltüntetett N% ennél jóval kisebbek. A vizuális diagnosztika is erőteljes N-hiányt mutatott a fiatal kori kukorica növényekben.

Kísérletünkben a Biorex I-II készítmény a kontrollhoz viszonyítva szignifikánsan növelte, míg a másik két készítmény csökkentette a növények foszfor-koncentrációját. Az irodalmi adatok szerint az optimális tápanyagtartalom a fiatal kukorica növénynél a 0,2–0,6% intervallumban van. E szerint megállapítható, hogy a növények ezen fenofázisukig, a kísérlet körülményei között, foszforból megfelelő mennyiséget tudtak a talajból felvenni.

A 2. táblázat adatai szerint a vizsgálatba bevont készítmények a kontrollhoz képest növelték a növény kálium koncentrációját, a Biorex I-II és a Natur Terra esetében a hatás statisztikailag igazolható. Az irodalmi adatok az optimális K-koncentrációt a kukorica ezen fenofázisában szárazanyagra vonatkoztatva 2,5–4%-ban határozták meg (*Bergmann és Neubert 1976, Jones et al. 1991, Kádár et al. 2000*), és saját korábbi kísérleti eredményeim is (3,2–4,2 K%) ezt igazolták. [*Lásztity et al. (1985)* kicsit magasabb értéket, 5,19%-ot publikáltak]. A kísérlet eredményei szerint a tesztnövényünk szárazanyagra vonatkoztatott K%-a még a kontroll növények esetében is elérte az alsó határt, amit a kijuttatott készítmények még növelni voltak képesek, ezen a káliumban gyengén ellátott talajon.

A hajdúböszörményi kísérletek kapcsán hasonló eredményekről számolt be *Csathó (2001)* is. A talaj AL-oldható K_2O tartalma 150 mg/kg volt, ami gyenge ellátottságra utalt, mégis az ezen a talajon fejlődő kukorica növény kálium-ellátottsága jónak mondható volt.

A fiatal kukoricánövény kalcium koncentrációját a baktérium- és algakészítmények (a Biorex I-II kivételével) a kontrollhoz viszonyítva szignifikánsan csökkentették. A kísérlet növényei 0,26–0,27 szárazanyag%-ban tartalmazták a kalciumot, ami kisebb érték, mint saját korábbi kutatásaimban mért (0,33–0,38%), valamint a *Lásztity et al. (1985)* által közölt értékek (0,91–1,12). Ezek az adatok eltérő talajokon, más hibridekkel beállított szabadföldi kísérletekből származtak így az eredmények összetevése nehézkes, de a viszonylagosan kis értékek azt vetítik elénk, hogy a növények kalciumból nincsenek megfelelően ellátva. A kalcium fontos szerepet tölt be a növények életében. Többek között enzimaktivátorként a szervezet anyagcsere folyamatait befolyásolja, puffeloló feladata van és fontos a sejtfalak stabilitásában is. Ha az intenzív megnyúlásos szakasz előtt a növény ellátottsága kalciumból nem megfelelő, akkor a szár felpuhulása és törése következhet be (*Loch és Nosticzius 1992*).

A biokészítményekkel trágyázott növények magnézium koncentrációját a kontroll növényekével összevetve megállapíthatjuk, hogy a kijuttatott készít-

mények megnövelték a növények magnéziumtartalmát, kedvező hatásukat statisztikailag is igazolni lehetett. Ennek ellenére az irodalmi adatokhoz és saját korábbi eredményeimhez képest is a szárazanyag %-ban kifejezett magnéziumtartalmuk kisebb értéket mutat, ami a nem optimális magnézium-ellátottságra utalhat (Bergmann és Neubert 1976, Lásztity *et al.* 1985, Kádár *et al.* 2000, Kincses *et al.* 2002).

A 3. táblázatban a talajból a növények által kivont tápelem mennyiségeket tüntettük fel.

3. táblázat. A növényi produktummal kivont tápanyagok mennyisége

Mennyiség (g/edény) (1)	Kontroll (2)	Biorex I-II	Natur-Terra	Amargerol	SzD _{5%} (3)
N	0,332	0,342	0,343	0,328	0,007
P	0,171	0,173	0,163	0,158	0,007
K	1,369	1,364	1,365	1,312	0,026
Ca	0,124	0,117	0,115	0,112	0,005
Mg	0,047	0,054	0,055	0,049	0,004

Table 3. The amount of nutrients extracted from the biomass plant. (1) Quantity (g pot⁻¹), (2) Control, (3) LSD_{5%}

A 3. táblázat eredményeiből látható, hogy nitrogénből a növények két készítmény hatására a kontrollhoz viszonyítva többet tudtak felvenni a talajból. (A pozitív hatás statisztikailag igazolható volt.) Ezek a készítmények (Biorex I-II és a Natur Terra) a talaj növény által felvehető nitrogénformáit növelték, ami azt bizonyíthatja, hogy befolyásolták a talajban lejátszódó mineralizációs folyamatokat. Az Amargerollal kezelt talajok növényei kevesebb nitrogént vettek fel, mint a kontroll növények. A negatív hatás statisztikailag nem igazolható. A trágyaszerek eltérő hatása a vizsgált paraméterre, azok különböző összetételéből adódhat.

A biomasszával kivont foszfor mennyisége a Natur Terra és az Amargerol készítmények hatására szignifikánsan csökkent, míg a Biorex I-II kismértékben növelte azt a kontrollhoz viszonyítva.

A kijuttatott készítmények a talajból a terméssel kivont K és Ca mennyiségére a kontroll növények által kivont mennyiséghez viszonyítva, negatív hatást fejtettek ki, a kálium esetében az Amargerolnál, míg kalciumnál, mindhárom készítménynél statisztikailag is igazolható a negatív hatás.

A kivont magnézium mennyiségét mindhárom készítmény növelte. A Biorex és a Natur Terra készítmények hatása statisztikailag is igazolható volt.

Talajeredmények

A talaj 0,01 M-os CaCl_2 -oldható összes nitrogén mennyisége (4. táblázat), a termesztés során nagymértékben lecsökkent, a kiindulási mennyiség (29,49 mg/kg) körülbelül 20%-át mértük csupán a kísérlet befejezésekor. A talaj ezen nitrogénformájának nagyfokú csökkenése azt is bizonyítja, hogy ez a tápanyagforma a növények számára könnyen felvehető, valamint azt is, hogy a beállított kísérletben a növényi felvétel gyorsabbnak bizonyult, mint a talajban e tápanyagformák kialakulása.

4. táblázat. A biokészítmények hatása a talaj könnyen felvehető makroelem-tartalmára

Tápelemek (mg/kg) (1)	Kontroll (2)	Biorex I-II	Natur-Terra	Amargerol	SzD _{5%} (3)
CaCl ₂ -os összes- N (4)	5,33	5,84	6,24	5,06	0,52
AL-P ₂ O ₅	313	294	308	292	10
AL-K ₂ O	125	123	125	128	2
AL-Ca	8335	8093	8142	7578	317
AL-Mg	292	272	289	285	12

Table 4. The amount of nutrients extracted from the biomass plant. (1) Quantity (g pot⁻¹), (2) Control, (3) LSD_{5%}

A készítmények befolyásolták a talaj ezen paraméterét, a kísérlet befejezésekor mért értékek a Biorex és a Natur Terra hatására nagyobbak, míg az Amargerolnál kisebbek voltak, mint a kontroll talaj értékei. A hatás a Natur Tera esetében statisztikailag igazolható. Ha eredményeinket összevetjük a 3. táblázatban feltüntetett biomasszával kivont N-mennyiségekkel, akkor látható, hogy a talajból kivont N-mennyiségek is e két készítménynél voltak nagyobb értékek. Az eredményekből arra következtethetünk, hogy a Biorex I-II és Natur Terra készítmények pozitív hatást fejthettek ki a talajéletre, a talajban lejátszódó nitrogén fixáló, aminifikáló- ammónifikáló- és nitrifikáló-folyamatokra. A pozitív hatás a Natur Terra esetében statisztikailag is igazolható.

A talaj foszfortartalmát vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a kiindulási (kezeletlen talaj) értékéhez képest a kontroll és a készítményeket kapott edények ta-

lajában is a növénytermesztés utáni AL-szűrletből mért foszfor mennyiségek nagyobbak. A növények már fejlődésük ezen korai szakaszában is juttathatnak olyan anyagokat a talajba, melyek a foszforvegyületek oldhatóságát megnövelik (Loch és Nosticzius 1992).

A készítményeket kapott talajok AL-kivonatai foszforból kisebb mennyiséget tartalmaztak, mint a kontroll talajoké, miközben a növények által kivont foszformennyiség is kevesebb volt. (A negatív hatás a kontrollhoz képest a Biorex I-II és az Amargerol esetében szignifikáns). A Natur Terra készítmény leírása szerint a foszfort vízoldhatóvá tevő talajbaktériumok is megtalálhatók benne, ami miatt azt az eredményt vártuk, hogy a talajban a foszfor felvehetősége javul. Adataink szerint, ezen kísérlet körülményei között, a viszonylag rövid időtartam alatt, intenzív foszfor feltáródást nem tudtunk kimutatni.

Az adatokból látható, hogy a talajban a kísérlet befejezése után is nagy mennyiségű, a növények által könnyen felvehető foszfor maradt. A növények foszforfelvételét más elemek, így például a nitrogén felvehetősége, mennyisége is befolyásolja (Latkovicsné és Máté 1968). Kísérletünkben a növények nitrogénellátottsága nem volt megfelelő, bennük a biokémiai folyamatok nem optimálisan játszódhattak le, így a foszforfelvétel is gátoltta válhatott.

A kísérlet végén mért AL-K₂O értékek kisebbek, mint a kísérlet előtti kezeltetlen talajban mértek. (A kísérlet talaja eredendően is káliumra nézve alacsony ellátottsági szinten volt.) A növények fejlődésük során káliumot vontak ki a talajból, ennek üteme nagyobb volt, mint a talajban lejátszódó folyamatok révén az AL-oldható formák keletkezése, de káliummal a talaj optimálisan el tudta látni a fiatal kukoricánövényt fejlődésének ezen szakaszában. Ezen megfigyelések azzal magyarázhatóak, hogy a talaj agyagásvány-összetétele miatt (csaknem 50%-os a szmektit részaránya) az agyag fizikai féleségéhez képest alacsony az AL-K₂O tartalma, amit K-trágyázással is csak kismértékben lehet megemelni (Csathó 2001).

Az eredmények szerint a kísérlet végén az AL kivonószerben mért kálium-oxidban kifejezett kálium mennyiségeket a készítmények kismértékben módosították, egyértelmű tendenciát nem tudtunk kimutatni. Általánosságban elmondható, hogy bár a növényi produktummal kevesebb káliumot vontak ki a készítményeket kapott kezelések növényei, mégis a kontroll kezelés talajaihoz képest csak az Amargerol talajai tartalmaznak többet ebből a tápelemből.

A növénytermesztés hatására csökkent a kontroll és a készítményekkel kezelt talajok AL-oldható kalciumtartalma. A kísérlet végén a talaj ezen para-

méteréből kisebb mennyiségeket mértünk. A készítmények még a kontrollhoz viszonyítva is csökkentették a talajok AL-oldható Ca-tartalmát, miközben a növényi produktummal kivont mennyiségek is kisebbek voltak, mint a kontroll növényeké. A hatás az Amargerolnál statisztikailag igazolható. Feltehetően a készítmények hatására elszaporodó mikroorganizmusok saját szervezetükbe építették be a kalciumot.

A kísérlet előtti kezeletlen talajban mért AL-Mg értékek nagyobbak, mint a kísérlet végén mérték. A növények által a talajból könnyen felvehető magnéziumforma felvételének intenzitása nagyobb volt, mint azok kialakulása a talajban végbemenő átalakulási folyamatok révén. A készítmények hatására a kontrollhoz képest nőtt a növények által kivont magnézium mennyisége és csökkent a talaj AL-oldható magnéziumtartalma.

Ezek az eredmények is azt támasztják alá, hogy a talaj könnyen felvehető tápanyag-frakcióinak a mennyisége többek között a növényi felvétel és a talajban folyó átalakulások sebességétől is függ.

Következtetések

Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy a kísérlet körülményei között, a vizsgálatba bevont készítmények (Biorex I-II, Natur Terra, Amargerol) a fiatal kukoricánövény biomassza tömegét csökkentették a kontroll növényekéhez képest. Ezen adatok szerint önálló kijuttatásukkal nem oldható meg a fiatal kukoricánövény tápanyag-utánpótlása. Hasonló következtetésre jutott más készítmények esetében *Győrffy* (1979) is. Mű- vagy szerves trágyával együtt való felhasználásuk javasolható. Más baktérium- és algakészítményeknél ezt javasolta *Jakab* (2007) is.

A növény ezen fenofázisában (6–10 leveles állapot) fontos, hogy tápelemekkel jól ellátott legyen, azokból tudjon felhalmozni a következő fenofázisra, ahol intenzív megnyúlás és növekedés következik be. A készítmények ugyan a kontrollhoz viszonyítva megnövelték a növények nitrogénkoncentrációját, de a növények a számukra megfelelő mennyiséget nem tudták felvenni a talajból.

A kísérlet talajának nagy foszfortartalma miatt a fiatal növény megfelelő foszforellátottsága biztosítva volt, amit a kontroll növények szárazanyagában mért P-koncentráció is mutatott, de a készítmények nem növelték meg a kontrollhoz képest a növények P-tartalmát.

A kísérlet körülményei között a növény K-ellátottsága a tenyészidőszak ezen korai szakaszában megfelelő volt. A készítmények a kontrollhoz viszonyítva növelték a kukorica K-koncentrációját.

Az irodalmi adatokhoz képest a kísérlet növényeinek Ca-koncentrációját kisebbnek mértük, Ca-ellátottságuk nem volt megfelelő, amin a készítmények sem tudtak javítani.

A növényekben mért Mg-koncentrációk szerint a magnézium-ellátottságuk sem optimális, bár a készítmények pozitív hatást fejtettek ki, a kontrollhoz képest növelték a kukoricánövény szárazanyagában mért értékeket.

A növényi mintákban mért tápelem koncentrációk alapján megállapíthatjuk, hogy a készítmények általában kismértékben növelték a vizsgálatba bevont tápelemek koncentrációját a kontroll növényekéhez képest, de optimális, harmonikus tápanyagellátást nem tudtak biztosítani a fiatal kukoricánövény (6–10 leveles állapot) számára.

A kísérlet végén vett talajminták eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy a készítmények a nitrogén növények általi felvehetőségét tendenciájában növelték, de a többi vizsgált tápelemre ilyen rövid időtartam alatt kedvező hatást nem fejtettek ki. A mikrobáknak ahhoz, hogy a tápanyag-feltáródásban pozitív hatást tudjanak kifejteni, el kell szaporodniuk, amihez ők is tápanyagot igényelnek, azokat a tápanyagformákat, melyek a növények számára is szükségesek. Ebből az is következik, hogy a baktérium- és algakészítményeket a vetéssel egy időben nem érdemes kijuttatni, attól korábbi időpontban érdemes.

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az EFOP 3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- Bergmann, W.–Neubert, P.*: 1976. Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. VEB G. Fischer Verlag, Jena.
- Buzás I.*: 1988. A talajok fizikai-kémiai és kémiai vizsgálati módszerei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Buzás I.–Fekete A.*: 1979. Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer. MÉM NAK, Budapest.

- Csathó P.–Árendás T.–Fodor N.–Németh T.*: 2007. A legelterjedtebb hazai trágyázási szaktanácsadási rendszerek tesztelése szabadföldi kísérletekben. Szemle. Agro-kémia és Talajtan. 56: 173–190.
- Csathó P.*: 2001. A termőhely és a K-trágyázás hatása a talajok és a kukorica növény kálium-ellátottságára. Agro-kémia és Talajtan. 50: 267–289.
- Debreczeni B.-né–Németh T.*: 2009. Az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek (OMTK) kutatási eredményei (1967–2001). Akadémiai Kiadó. Budapest. 480.
- Egner, H.–Riehm, H.–Domingo, W. R.*: 1960. Untersuchungen über die chemische Bodeanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. Kungl. Lantbrukshögsk. Ann. Uppsala. 26: 199–215.
- Gabriel, D.–Roschewitz, I.–Tscharnitke, T.–Thies, C.*: 2006. Beta diversity at different spatial scales: Plant communities in organic and conventional agriculture. Ecological Applications. 16. S: 2011–2021.
- Győrffy B.*: 1979. Fajta- növényszám- és műtrágyahatás a kukoricatermesztésben. MTA Agrártudományi Közlemények. 38: 309–331.
- Houba, V.J.G.–Novozamsky, I.–Temminghoff, E.*: 1994. Soil and plant analysis. Part 5A. Soil analysis procedures extraction with 0.01 M CaCl₂ – Wageningen Agricultural University. Wageningen. 12–22.
- Jakab P.*: 2007. A tápanyagellátás hatása a kukorica hibridek fontosabb értékmérő tulajdonságaira. Erdei Ferenc IV. Tudományos Konferencia. 2007. augusztus 27–28. Kecskeméti Főiskola Kertészeti Főiskolai Kar. Kecskemét. 1: 211–214.
- Jászberényi, I.–Loch, J.–Sarkadi, J.*: 1994. Experiences with 0.01 M CaCl₂ as an extraction reagent for use as a soil testing procedure in Hungary. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 25: 1771–1777.
- Jones, J. B. Jr.–Wolf, B.–Mills, H. A.*: 1991. Plant Analysis Handbook. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. Micro-Macro Inc. Athens. USA
- Kádár I.*: 1987. A kukorica ásványi tápanyagellátása. Növénytermelés. 36. 1: 57–65.
- Kádár I.–Gulyás F.–Gáspár L.–Zilahy P.*: 2000. A kukorica (*Zea mays* L.) ásványi táplálása meszes csernozjom talajon I. Növénytermelés. 49. 4: 371–388.
- Kádár I.*: 1992. A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA TAKI – AKAPRINT. Budapest. 398.
- Kincses S.-né–Filep T.–Loch J.*: 2002. Az NPK-trágyázás hatása a kukorica tápelem-felvételének dinamikájára, öntözött és nem öntözött viszonyok között. Agrártudományi Közlemények. 1: 23–28.
- Latkovics Gy.-né*: 1961. Adatok a kukorica műtrágyázásához III. A műtrágyázás hatása az Mv5. hibridkukorica tápanyagforgalmára. Agro-kémia és Talajtan. 10: 451–464.
- Latkovics Gy.-né–Máté F.*: 1968. A fiatal kukoricánövény tápanyagfelvételének tanulmányozása 32P jelzés segítségével. Agro-kémia és Talajtan. 17. 4: 363–367.
- Lásztity B.–Biczók Gy.–Elek É.–Ruda M.*: 1985. A műtrágyázás hatása a kukorica fejlődésére és tápanyagforgalmára I. Szárazanyag-felhalmozás, tápelemtartalom és tápelemarányok. Agro-kémia és Talajtan. 34. 1–2: 137–155.

- Lévite, D.–Adrian, M.–Tamm, L.*: 2000. Preliminary Results on Contents of Resveratrol in Wine of Organic and Conventional Vineyards. Proceedings 6th International Congress on Organic Viticulture. Basel. Switzerland. 25 to 26 August 2000. S: 256–257.
- Loch J.*: 2006. A talajvizsgálatok szerepe, jelentősége a tápanyag-gazdálkodásban és környezetvédelemben. Agrártudományi Közlemények. 19: 3–8.
- Loch J.–Nosticzius Á.*: 1992. Agrokémia és növényvédelmi kémia. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 200–210.
- Makádi M.–Tomócsik A.–Orosz V.–Lengyel J.–Bíró B.–Márton Á.*: 2007. Biogázüzemi fermentlé és Phylazonit MC baktériumtrágya hatása a silókukorica zöldtömegére és a talaj biológiai aktivitására. Agrokémia és Talajtan. 56. 2: 367–378.
- Mäder, P.–Fliessbach, A.–Dubois, D.–Gunst, L.–Fried, P. M.–Niggli, U.*: 2002. Soil fertility and biodiversity in organic farming. Science. 296: 5573.
- Nagy P. T.*: 2000. Égetéssel elven működő elemvizsgáló alkalmazhatósága talaj- és növényvizsgálatokban. Agrokémia és Talajtan. 49. 3–4: 521–534.
- Reisinger P.–Páli O.*: 2008. Újabb lehetőségek a vegyszermentes gyomszabályozási módszerek területén. Agrofórum. 19. 3: 42–45.
- Shen, D.*: 1997. Microbial diversity and application of microbial products for agricultural purposes in China. Agric. Ecosyst. Environ. 62: 237–245.
- Solti G.*: 2000. Talajjavítás és tápanyagutánpótlás az ökológiai gazdálkodásban. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Thamm F.-né–Krámer M.–Sarkadi J.*: 1968. Növények és trágya-anyagok foszfortartalmának meghatározása ammonium-molibdovanadátos módszerrel. Agrokémia és Talajtan. 17: 145–156.
- Wyss, E.*: 2004. Gebärfreudige Blattläuse halten Bioforscher auf Trab. Tätigkeitsbericht Forschungsinstitut für biologischen Landbau. CH-Frick. S: 12.
- Wu, S. C.–Cao, Z. H.–Li, Z. G.–Cheung, K. C.–Wong, M. H.*: 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial 2005. Geoderma. 125. 1–2: 155–166.
- Zsuposné Á. O.*: 2007. Changes of biological activity in different soil types. Cereal Res. Commun. 35. 2: 861–864.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

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

SZEMLE**Review****A globális klímaváltozás és az agrárium helyzetének szerepe a jelenkori migráció tényezői között**

FARKAS ANDREA

Gránátalma Alapítvány, Budapest

Összefoglalás

A migráció joga, okai és irányai. A migráció jogát az Emberi Jogok Egyetemes Nyilatkozata rögzíti. A bevándorlás viszont nem emberi jog. Az ellenőrizetlen migráció nemzetbiztonsági, közegészségügyi stb. kockázatokat jelent az ezt elszenvedő országok számára. A második világháború előtt Európa jellemzően népesség kibocsátó volt Amerika, Ausztrália felé. 1945 után lett Európa befogadó kontinens. 1945 után a migráció gazdasági és politikai okai keveredtek. A volt szocialista országokból politikai okok miatt menekültek Nyugat-Európába, míg Dél-Európából és a volt gyarmatokról elsősorban gazdasági okok miatt érkeztek. 1990 után a migrációt kiváltó tényezők között egyre erősebbé vált a globális felmelegedés okozta gazdasági, társadalmi és élelmezési problémák szerepe. Jelen dolgozat a témakör szakirodalmi áttekintését összegzi.

Kulcsszavak: migráció, klímaváltozás, agrárium, nemzetbiztonság

Global climate change and the state of agriculture among the triggering factors of contemporary migration

A. FARKAS

Gránátalma Foundation, Budapest

Summary

Rights, causes and trends of migration. The migration rights record of the Universal Declaration of Human Rights. Immigration is not a human right. Uncontrolled migration represent risks in the field of national security, public health, etc. for countries exposed. Before the Second World War the European immigrants moved to America and Australia. After 1945, Europe was host continent. After 1945, political and economic causes of migration mixed. Former socialist countries launched refugees to Western Europe, while to Southern Europe the former colonies supplied migrants primarily for economic reasons. After 1990 global climate change, economic social and food security problems turned to be novel triggering factors of contemporary migration. The paper presents a review of the literature related to the subject.

Key words: migration, climate change, agriculture, national security

Роль глобального изменения климата и изменения положения сельского хозяйства среди факторов миграции в настоящее время

А. ФАРКАШ

Фонд «Гранат», Будапешт

Резюме

Право, причины и направления миграции. Право на миграцию закрепляет Всеобщая Декларация Прав Человека. Однако иммиграция не право человека. Неконтролируемая миграция означает риски для национальной безопасности, здравоохранения

и другие для подвергаемых миграции стран. Перед второй мировой войной Европа была характерно выпускающей народ в Америку, Австралию. После 1945 года Европа стала принимающим континентом. После 1945 года экономические и политические причины миграции смешались. Из бывших социалистических стран по политическим причинам уехали в Западную Европу, а из Южной Европы и из бывших колоний прибывали прежде всего по экономическим причинам. После 1990 года среди факторов, вызывающих миграцию, всё более сильными становятся экономические, общественные и продуктовые проблемы, вызванные глобальным потеплением. Данная работа суммирует обзор специальной литературы по этой теме.

Ключевые слова: миграция, изменение климата, аграрный сектор, национальная безопасность

A migráció alapjai

Minden ember természetes igénye a mindennapi mozgás, az utazás, a költözés, a szabad lakóhelyválasztás, a jobb életminőség elérésének szándéka (*Andorka* 1997). A mozgás természetesen kinek-kinek az igényei szerint megoldható a munkába járással, az élelem, de sok helyen a víz beszerzésével, a házi munkával vagy épp a szabad idő sportos eltöltésével. De a hétköznapi mozgásigény az emberek túlnyomó többségénél nem lépi át a szűkebb lakóhelyének határait. A helyhez való kötöttségen, a rokonok és barátok körén nem lép túl ez a helyválttatás. Az ember megmarad életének belső szférájában. Ha már valaki ingázni kezd, akkor ezt a munka, a jobb munkahely, a magasabb fizetés reményében teszi. Az ingázást vállaló ember személyes életének helyi kötődéseit, rokoni, baráti kapcsolatait megőrzi. Vagy legalább is szeretné. A munkáját illetően azonban ki kell lépnie a személyes belső szférájából. Ha valaki országon belül költözik el egy távolabbi régióba, akkor személyes életének belső szférájából kilép. Megszakadnak vagy legalább is gyengülnek a rokoni, baráti kapcsolatai ugyan, a munkája vagy tanulmányai miatt is teljesen ki kell lépnie a belső szférájából. De megmarad a nyelv, a kultúra, az oktatás, az állami intézmények, a jog, a hagyományok ismerős közege. Ez az a kohézió, ami egy országon belül élő embereket összetartja. Az adott országban, régióban élők közötti kapcsolatok sokasága teremti meg azt a belső társadalmi kohéziót, ami az adott terület működéséhez szükséges. Ebből az ismert belső és külső szférából kiszakadni

és egy teljesen új lakóhelyen új életet kezdeni, ahhoz nagyon erős belső motíváció vagy külső ösztönzés, kényszerítés kell.

Az embereket a megszokott lakóhelyükről a jobb munkafeltételek keresése elsodorhatja az ország másik felébe. Az ismert nyelv, az ismert kulturális közeg azonban az országon belül tartja az elvándorlók többségét. Ahhoz viszont már nagyon erős taszító erőknek kell lenniük a lakóhelyen, vagy nagyon erős vonzó erőknek a lehetséges bevándorlási célpontokon, hogy az emberek külföldre költözzenek. Ilyen negatívan ható tényezők lehetnek az éhezés, a vízhiány, tartós és kilátástalan szegénység, a politikai, társadalmi, etnikai kirekesztés. Nagyon pozitívan ható vonzó tényezők az azonos nyelv, az egy nemzethez/néphez való tartozás érzése, a rövid idő alatt elérhető sokkal magasabb élet színvonal, vagy a szabadság mámorító érzése.

A migráció lényegét tekintve elsősorban a biztonsági, illetve más szükségletek kielégítése érdekében végzett helyváltogatás. Ennek okai lehetnek gazdaságiak, a szülőföldön történő megélhetés lehetetlensége, társadalmiak, családgyesítés, vagy éppen politikaiak, mint például egy polgárháború. A migráció ugyanakkor más érintett embercsoportok biztonsági és más szükségleteinek kielégítését akadályozhatja, veszélyeztetheti.

A migráció joga viszont kettős. Az Emberi Jogok Egyetemes Nyilatkozata szerint mindenkinek joga van elhagyni a szülőföldjét, ha a politikai, társadalmi üldöztetésben van része. A kivándorlás emberi jog. Azt azonban ki kell jelenteni, hogy a bevándorlás viszont nem az. A bevándorlás, a magas élet színvonal nem része az általános emberi jognak. Tehát azt egy migráns nem várhatja el, hogy egy ország mindenféle ellenőrzés és elvárás nélkül befogadja (*Delors 1994*).

A migráció elméletei

A nemzetközi gazdaságtan, a regionális gazdaságtan és fejlődéstudományok számos képviselője foglalkozott azzal, hogy leírja a lakosság vándorlásának jellemzőit és indítékait.

A munkaerő vándorlás klasszikus elméletében, amely rendkívül extra előfeltevések mellett 'működik': tökéletes a verseny, a termelési függvény állandó skáláhozadékkal, a tényezők áramlása költségektől és más korlátozó tényezőktől mentes, a termelési tényezők árai tökéletesen rugalmasak, a termelési tényezők homogének, a munkaerő- és a tőketulajdonosok tökéletesen informáltak. A fő gyengesége a modellnek, hogy csak a jövedelemkülönbségeket

tartja a migráció okának, viszont a jövedelemkülönbségek keletkezésekor azonnal megindul a migráció. A migráció meghatározói a neoklasszikus elmélet előfeltevései nélkül. Az ingázás, mint a migráció egyik formája. Az elvándorlók és a visszavándorlók. Az autonóm elvándorló, aki személyes karrierje terve részének tekinti az elvándorlást. Spekulációs elvándorló, aki konkrét állásajánlat nélkül is lakóhelyet változtat. Szerződéses elvándorló, aki konkrét állásszerződés miatt változtatja lakóhelyét. Mindezek ellenére a migrációra legnagyobb hatása a jövedelemkülönbségeknek van. Kérdéses, hogy van-e egyáltalán elfogadható jó jelzőszáma a migráció okainak? Szimultán egyensúly, ha a különböző régiókban csak egyidejűleg állhat fenn a munkaerőpiac egyensúlya (*Muth 1971, Vanderkamp 1972*). Település-specifikus tőke (*Da Vanzo 1983*). Az eredeti és a célrégiók sajátosságai: vallás, nyelv, éghajlat, mentalitás (*Jackman és Savouri 1991*). Intézményi megközelítés tényezői: a lakáspiac működése, a munkaerőpiac (munkaerő-toborzó irodák, munkahely-közvetítők), kormányzat politikája (adózás, munkanélküli segélyek), bérlakáshoz jutás lehetősége (*Hughes és McCormick 1987*). Az elvándorlók személyes és családi sajátosságai, emberi tőkéje (*Sjaastad 1962*). Kockázatkezelési tervek és a jövőre vonatkozó várakozások. A döntési gráfja: legfelül a döntés, hogy maradni vagy elhagyni az eredeti régiót; alul a célrégió kiválasztásának szempontjai (*Langley 1976*). A neoklasszikus közgazdászok szerint a pénz a meghatározó. A munkaerő migrációját az határozza meg, hogy egyes régiókban milyen különbség van a munkabérekben. Az elvándorlás elméletileg addig tart, amíg a gazdagabb régiókban a munkaerő túlsúlya miatt csökkennek a bérek, illetve a szegényebb régiókban munkaerőhiány miatt emelkednek a bérek. Gyakorlatilag azonban a bérek kiegyenlítődése soha sem következik be. A társadalom nem korlátlanul mobil.

Rostow a növekedés szakaszai című elméletében leírja a gazdaság átalakulásának szakaszait a tradicionális agrártársadalomtól a fogyasztói társadalomig. Az elmélet alapja az önfenntartó növekedés, amit teljesen a megtakarítások és a tőkeformák változásaira vezet vissza. Minden térbeli entitás rövid vagy hosszú távon eléri a legfejlettebb gazdaságok fejlettségi szintjét. A növekedés öt szakasza: a tradicionális társadalom, a 'take-off' előfeltételeinek megteremtése, a 'take-off', az érettséghez vezető szakasz, a tömegfogyasztás korszaka. A félperiférián lévő társadalmak fogják a következő fejlődési szakaszban legyőzni a legfejlettebb országokat vagy végső soron elérik azt a fejlettségi szintet, amit a fejlettebb szomszédai. A hatodik rostowi növekedési szakasz a tömeges

testre szabás, a 'customization', a rugalmas termelési rendszerek korszaka (Ash Amin).

1. A hagyományos társadalmak kora a mai fejlett ipari országokban Newton koráig tart. A népesség növekedése rendkívül lassú, magas születési és halálzási arányszám mellett. A gazdasági élet meghatározó ágazata a mezőgazdaság. Gazdasági növekedés gyakorlatilag alig van, mert a rendelkezésre álló tudományos és technikai ismeretek mennyisége elégtelen azok gyakorlati alkalmazásához. A településhálózatot az aprófalvak határozzák meg. A már meglévő városok is, kevés kivételtől eltekintve rendkívül kicsik. A települések közötti gazdasági kapcsolatok marginálisak. A települések funkciói azonosak, csak a városok funkciói eltérőek, a települések közötti hierarchia lapos (Friedman 1973).
2. Az átmeneti korban lassan, szinte észrevétlenül megteremtődnek a nagy átalakulás előfeltételei – felkészülés a 'take-off'-ra. A tudományos felfedezések lassan kezdenek beszivárogni a technikába. Teret hódít a kereskedelem, amely az árutermelő piacgazdaság elemeit erősíti. A kereskedelemben megindul a későbbi fejlődéshez szükséges tőke felhalmozása. Fejlődik a mezőgazdaság és a bányászat valamint a közlekedési ágazatok közül a belvízi hajózás. A primer ágazatok fejlődése megteremti a későbbi ipari forradalmak anyagi alapját. Az élelmiszertermelés növekedésének és a javuló egészségügyi ellátás hatására a csökkenő halálzási ráta miatt megindul a népesség növekedési üteme. A népesség növekedése és a kereskedelmi tőke felhalmozódása keresletet teremt a feldolgozó ipar számára is, ami a piac kereslet oldaláról teremti meg a 'take-off', az ipari forradalom alapjait. A településhálózat az előző állapothoz képest még stabil. Az aprófalvak helyzete változatlan csak a városok népessége és gazdagsága indul növekedésnek, azonban ez még nem feszíti szét a korábbi kereteket.
3. A 'take-off' – elrugaskodás, fellendülés, áttörés – korszaka. Ekkor megfelelő politikai feltételek mellett, a nemzetállami keretek kialakulása – a feudális hatalmi monopóliumok lebontása és a polgári forradalmak győzelme után – a vállalkozások, a jobbágyok kötöttségeiktől megszabadulnak és szabaddá válnak. A magántulajdon formái rendezettekké és védettekké válnak – Code Civil. Néhány évtized alatt felgyorsul az ipari termelés. Elsősorban az első ipari forradalom által érintett ágazatokban – textilipar, közlekedési eszközök gyártása – nő meg robbanásszerűen a termelés volumene. Az ipari termelés növekedése folyamatos növekedési pályára állítja a gazdasá-

got. Az ipari és a közlekedési beruházások tőkeigénye miatt a növekedés fenntartásához a beruházási hányadnak folyamatosan el kell érnie a nemzeti jövedelem legalább 10%-át. A fejlődő gyáripár munkaerő kereslete óriási társadalmi mozgásokat indít el. A mobilitásnak két dimenziója van: a szakmai (mezőgazdaságból az iparba áramlik a felszabaduló munkaerő) és a földrajzi (rurális térségekből az ipari városokba, körzetekbe). Az ipari városok magukhoz vonzzák a rendelkezésre álló mobil erőforrásokat – munkaerő, pénztőke – és robbanásszerűen növekvő népességükkel kiemelkednek környezetükből. Az átmeneti fejlődési szakaszban a városok fejlődése – a városrobbanás vagy az urbanizáció szakasza (Enyedi) – szétrobbantja a korábbi településhálózatot és létrejönnek a nagy ipari agglomerációk, amelyek minden mobil erőforrást elvonnak a környezetüktől. A rurális térségek fejlődési lehetőségei, erőforrásaik csökkenése miatt, beszűkülnek. A földrajzi különbségek jelentősen növekednek. A fejlődés a jelentős nagyságú telephelyi előnyökkel (Richardson) – ásványi nyersanyag lelőhelyek (bányavárosok), vagy közlekedési előnyökkel és/vagy kereskedelmi tőkével rendelkező – városokban indul meg. A kialakuló ipari, kereskedelmi bázis agglomerációs előnyét kihasználva újabb erőforrások összpontosításával az új iparágak itt jönnek létre.

4. A fejlődés érett szakaszában a második ipari forradalom zajlik. A már meglévő ipari ágazatok által teremtett kereslet és a tudományos fejlődés új húzóiparágak a kohászat fejlődését, a vegyipar, az elektronikai ipar létrejöttét segíti. Megváltozik az ipar munkaerő keresletének struktúrája, a betanított munkások ellenében megnő a szakképzett munkaerő iránti kereslet is. A szakképzett munkaerő számára fizetett magasabb bér már lassan átrendezi a jövedelmi viszonyokat is. A beruházási hányad immár a nemzeti jövedelem 20%-a felé közelít. Ez az időszak a mai fejlett ipari országokban körülbelül hatvan évig tartott. A népesség robbanás korszaka véget ér a születési arányszám csökkenése miatt. A gyerekvállalás elveszti a korábbi társadalmi és gazdasági motivációit. Az ipari központok a termelés bővülése során a rurális térségek egyre nagyobb részét vonják be az árutermelő piacgazdaság általuk kialakított rendjébe és munkamegosztásába. A fővárosok mellett megerősödnek a területi közigazgatási egységek centrumai, az új iparágak új központokat, dinamikus fejlődő városokat hoznak létre, amelyek centrumok között új kapcsolatok alakulnak ki.

A korábban létrejött városok kezdenek túlszűfolttá válni. Az agglomerációs hátrányok miatt már nem a központi városban, hanem a környékén jönnek létre az újabb üzemek, megindul a központ decentralizációja – viszonylagos dekoncentráció (Enyedi). A kisvárosok, elővárosok esetleg falvak is fejlődnek. Népeségük stabilizálódik.

A tömeges fogyasztás korszakában a növekedés hordozói már a mai modern technológiák – személygépkocsik tömeges elterjedése, számítástechnika megjelenése. A gépesített termelés hatékonysága jelentősen nő, a termelés tőkeintenzívvé válik. Az iparban és a mezőgazdaságban felszabaduló munkaerőt a szolgáltató szektor alkalmazza. Megerősödik a középosztály. A népesség száma stagnál, alacsony a születések és a halálozások aránya. A népesség összetétele alapján öregszik.

A tartós gazdasági növekedés megteremti a feltételeit a fejlettségbeli különbségek felszámolásához. A gazdasági tér valamennyi részét integrálják az árutermelő piacgazdaság területi munkamegosztásába. A településhálózat hierarchikussá válik, de egyensúlyba kerül. Az egyensúly feltétele, hogy a termelés decentralizációja a magrégió és perifériája között is végbemenjen (Richardson). A területi különbségek minimumra csökkenésével megszűnik a progresszív specializációból származó növekedési potenciál (Hirschmann). Ezáltal kimerülnek a területi különbségek kiaknázásában rejlő extenzív növekedési lehetőségek. A dezurbanizáció szakasza, amelyben a nagyvárosi népesség csökken, az elővárosi és falusi népesség nő.

A tömeges testre szabás – 'customization' – korszaka (Ash Amin). A tömeges fogyasztás korszaka után az igények differenciálódnak és az egyéni igények szerinti termelés kerül előtérbe. A rugalmas termelési rendszerekben a termelés decentralizálódik. Átalakul a vállalatoknak a térhez való viszonya, felértékelődik a távközlés, a légi közlekedés, a K+F helyek, az egyetemek szerepe. A népesség csökkenésnek indul.

A munkahelyek decentralizálódnak – beszállítók, alvállalkozók, távmunkában dolgozók. A távközlés, az informatika és a szolgáltató szektor fejlődése révén a településhálózat civilizációs szintje kiegyenlítetté válik.

A centrum–periféria elmélet megfogalmazása 1940-es években történt. Az Amerikai Egyesült Államok és Latin-Amerika kapcsolatrendszerét vizsgálták. Az elméletet megalapozó elemzés szerint a tényleges kereskedelmi kapcsolatok a latin-amerikai országok és a fejlett világ között az idővel romlanak. A kap-

csolatokat a fejlődő országokra gyakorolt gazdasági, politikai, és társadalmi dominancia és a fejlődő országok egyoldalú függősége határozza meg.

Az agglomerációs gazdasági előnyök a fejlett centrumtérsegekben működnek. A közösségi és magántőke a centrumban koncentrálódik. A hatalmi és döntési centrumok, technológiai innovációkra való kapacitások itt jönnek létre. A jövedelmek és a vagyonok növekedése itt sokkal gyorsabb, mint a perifériákon.

A szegényebb, illetve kevésbé fejlett országok „feladata” a nyersanyag és energia kitermelés a fejlettek számára. A gazdag régiókban működő vállalkozásoknak bőséges olcsó munkaerőt adnak. Finanszírozzák a kedvezőbb helyzetben lévő régiók fejlődését saját megtakarításaik és mindenféle egyéb erőforrásuk transzferálása által.

Idővel viszont a hatalmi viszonyok alakulása miatt a centrum innovációi idővel a perifériákon is megjelennek. Az információk áramlása felerősödik, és új mellékközpontok jönnek létre. A mellékközpontok létrejötte a döntési hatalom valós decentralizációját eredményezheti a régi és az új centrumok között.

Wallerstein szerint a fejlődés innovációk sorozata, amely többek között átalakítja a gazdaság és a társadalom szerkezetét. A gazdasági növekedés egy gazdasági rendszer szerkezeti változások nélküli expanziója. A centrum és a periféria viszonyában az alábbi tényezők a meghatározóak:

1. A periféria függ a centrum döntéseitől.
2. A centrum periféria feletti hatalmát a polarizációs vagy visszacsatolási mechanizmusok erősítik. Ezek a következők: hatalmi, információs, pszichológiai, modernizációs, szinergia, termelési hatások.
3. Az innovációk a perifériára áramlása változásokat okoz a periférián, amiről sokszor viszont nem tudjuk, hogy milyen hatásokat váltanak ki.
4. Nagyon sokszor centrum hatalmi döntésein múlik, hogy a periférián bekövetkező változásokat esetleg a decentralizáció megvalósítására használják-e fel.

A svéd Gunnar Myrdal a régiók közötti egyensúlytalanság, egyenlőtlen fejlődés folyamatát vizsgálta. A régiók közötti egyenlőtlenség a központokban kétféle hatást vált ki. A spread hatás, ami centrifugális terjedési folyamatokat indít el. A központ ekkor a növekedésének expanziója révén indítja el a növekedést a periférián. A központ befektet a periférián, ismereteket, innovációkat továbbít a periféria felé.

A backwash hatás, ami centripetális hatású és elszívó erőket éleszt. Ebben az esetben a centrum elszívja a mobil termelési tényezőket, aminek következtében a periféria gazdasága leépül. Az elmúlt 100–150 év példái azt mutatták, hogy a gyakorlatban a backwash hatások rendszerint jelentősebbek. A perifériák néhány kivételtől eltekintve csak önmagukhoz képest fejlődtek, de a centrumtól való fejlettségbeli távolságuk nem nőtt. Myrdal szerint a piaci alapú gazdasági folyamatok tartós egyenlőtlenséget teremthetnek.

A halmozódó (hátrányos) hatások – 'cumulative causation' – elméletében Myrdal, 1957-ben és Hagerstrand, aki térbeli dimenzióját adta 1960-ban írják le a hátrányos helyzetű régiók további leszakadásának folyamatát. Szerintük a David Ricardo által megfogalmazott komparatív előnyök modellje a nemzetközi és az interregionális kereskedelemben nem működik. A piaci erők szabad játéka nem vezet a termelési tényező árak és azok értékesítéséből származó jövedelmek kiegyenlítődéhez. A piaci folyamatok által előidézett változások általában kumulatívak és vagy növekedő fejlődés vagy zsugorodási válság következik be. Az oksági, a kiinduló folyamat mindig valamilyen centrumrégióban zajlik. Az elmélet a centrumrégiók által okozott hatásként írja le a hátrányos és az előnyös helyzetű régiók közötti kapcsolatokban a visszasodró, elszívó vagy centripetális (backwash) és centrifugális vagy terjedő (spread) erőket. Az centripetális hatások eredményeként a fejletlenebb területek mobilizálható erőforrásait (tőke, munkaerő, kereskedelmi áruk) a fejlettebb régiók koncentrálnak. A centrum a magasabb fizetésekkel, kedvezőbb körülményekkel magához vonzza a periféria legtehetségesebb, leginkább kockázatvállaló munkavállalóit. A centrumban növekszik a rendelkezésre álló termelési potenciál, az emberi erőforrások száma. Az elmaradott régiókban csökken, ugyanekkor ez csökken. A jól képzett, vállalkozó szellemű lakosai elvándorlása miatt a periféria idővel képtelen lesz, nem csak új ötleteket, találmányokat, generálni, új termékeket létrehozni, de a máshol megjelenő újdonságokat is befogadni, adaptálni. Szélsőséges esetben a centrumban kifejlesztett új termékek alkalmazására is képtelen lesz a régió. A növekvő mértékű leszakadás a centrumtól még inkább növeli a periférikus régiókban a migrációs nyomást.

Az amerikai Williamson fogalmazta meg a polarizációs elméleteket. Modellje Myrdalhoz hasonló. A polarizációt négy tényező határozza meg.

1. Az első és a legfontosabb ok a régiók közötti polarizációban a munkaerő szelektív vándorlása a fejlett régiók felé. A jól képzett, a mobil, a vállalkozó szellemű munkavállalók mennek a centrumba.

2. A második, hogy a szegényebb régiók megtakarításai a gazdagabb régiók felé áramlanak. A centrum régiókban meglévő kisebb üzleti kockázat, a nagyobb biztonság, vonzó befektetési lehetőségek miatt fektetnek be szívesen a periféria vállalkozói a centrum régiókban. Így viszont az otthoni befektetések elmaradása miatt csökken a periférikus régiókban a munkahelyek száma.
3. Harmadik tényezőként említhetjük az állami és a közösségi beruházásoknak a fejlettebb régiók felé irányítását. A hivatalos értékelés szerint ott nagyobb országos szintű gazdasági növekedést képesek kiváltani. Nagyobb az elérhető piac vagy a kiszolgálható lakosság száma. Ott nem kell a régió elmaradottsága által okozott problémákkal – például az infrastruktúra fejletlensége, a munkaerő képzetlensége – számolni.
4. Negyedik tényezőként a technológiai és társadalmi változások terjedésének lelassulása miatt negatív interregionális hatásokat soroljuk fel.

Williamson hipotézise szerint a divergenciát okozó hatások idővel mérséklődnek és a divergencia lelassul, majd lassan átvált konvergenciába. Az egyes országok, régiók közötti fejlettségbeli különbségek mérséklődése szükséges ahhoz, ahogy a tömeges migráció leálljon. Williamson szerint külső beavatkozással, támogatásokkal, tőkebefektetésekkel az egyenlőtlenséget kiváltó hatások közömbösíthetők.

A nemzetközi migráció okainak kutatása nyomán szakirodalma van a különböző elméleteknek, amik az időben és térben is változó migrációs folyamatokat igyekeznek leírni, (klasszikus – vonzáson és taszításon alapuló elmélet, demográfiai erők elmélete, kettős munkaerőpiac elmélete, világrendszerek elmélete, migrációs rendszer elmélet csak néhányat kiemelve).

A migráció folyamatok háttérében álló tényezők komplex rendszert alkotnak, és egyszerre hatnak. A folyamatok eredményesebb analízise érdekében érdemes a legfontosabb okokat önmagában is vizsgálni. A legfontosabb tényezők: gazdasági okok, demográfiai okok, interperszonális okok (családegysítés) állnak a természetes vándorlási folyamatok háttérében,

A migrációs folyamatok döntő hányada mögött gazdasági tényezők húzódnak meg. A világ országai között óriási gazdagságbeli, életszínvonalbeli különbségek vannak, Ez önmagában is elég ösztönző az elvándorlásra,

A demográfiai okok mögött olyan tényezőket kell keresni, mint a fejlett és kevésbé fejlett országok viszonylatában tapasztalható jelentős eltérés a születési és halálozási arányszámokban, ezen keresztül a népesség természetes sza-

porodása és fogyása között, Napjainkban a világ egyik része túlnépesedéssel a másik része rohamos népességszám csökkenéssel küzd,

A harmadik nagyon fontos tényező – jelentősége azért is kiemelkedő, mert a világ számos országában támogatják, az ezt a fajta migrációt – a korábban kivándoroltak és az otthon maradtak közti kapcsolatra, az interperszonális kapcsolatokra épül.

A természetes vándorlási folyamatoktól jellegében és nagyságrendjében is jelentősen eltér a politikai, faji, vallási kényszmigráció jelensége.

A klímaváltozás

Az emberi társadalom kialakulása óta örök fenyegetettségben él, csakúgy, mint bármely más faj a földön. Korunkra azonban az emberiség egy speciális szakaszba lépett. Ma a legnagyobb fenyegetettséget létére, lényegében önmaga jelenti. A *Homo sapiens* két dolgot cselekedett meg, amelyre az állatvilág egyetlen faja sem volt eddig képes. Az egyik a szellemi fejlődés, amely lényegében kiemelte az állatvilágból, és alkalmassá tette arra, hogy környezetét megváltoztassa, ahhoz jobban igazodjon, illetve azt a saját szolgálatába állítsa. A másik, nyilvánvalóan összefüggésben az előzővel, hiszen az állatvilág korlátait meghaladó képességével csúcsragadozóvá vált, ez okozta a hihetetlen mértékű elterjedését és felszaporodását. A *Homo sapiens* optimális méretű populációját a különböző tudományos megközelítések eltérően ítélik meg, de lényegében 100 ezer és 300 ezer közötti egyedszámot valószínűsítene a prehistoricum végére. Ez mára meghaladta a hétmilliárdot. A mi életünk fenntartásához, fogyasztói életmódunk kiszolgálásához, majd az azzal járó környezetterheléshez nagyságrendekkel nagyobb mértékben vesszük igénybe bolygónk erőforrásait, mint az az emberiség történetének bármely korábbi szakaszában szükséges lett volna.

Magának az emberi társadalom kialakulásának az előfeltételei között nagy valószínűséggel az egyik legfontosabb elem a klímaváltozás volt. Figyelembe véve az írott és az íratlan történelem adatait, nyilvánvalónak látszik, hogy a *Homo sapiens* elszaporodását, elterjedését, társadalmi formációkba szerveződését az utolsó jégkorszaktól, a Würm glaciálistól kezdődő felmelegedés tette lehetővé. Valójában két tényező együtthatásáról lehetett szó, a felmelegedés okozta kellemesebb, elviselhetőbb klíma, amely mintegy tízezer éven keresztül

meglehetősen stabilitást is mutatott, és az ezzel együtt járó, a jégborítás visszahúzódásának következtében kialakuló talajok természetes eltartó-képességéről.

A klímaváltozás egy folyamatos földtörténeti jelenség, amely alapvetően csillagászati, fizikai, földtani és ezekhez kapcsolódóan meteorológiai folyamatokat ölel fel. A klímaváltozás leírását, tudományos meghatározását sok más kutató mellett két, hazánkhoz köthető tudós fogalmazta meg. Az egyik, Milutin Milanković (1879–1958) a róla elnevezett ciklusok felfedezője szerb tudós volt, aki már egész fiatal korában elkezdett a csillagászat és a geofizika kérdéseivel foglalkozni. Az általa megfogalmazott matematikai összefüggések figyelembe veszik bolygónk három mozgását: a nap körüli pályát és annak excentricitását, a bolygó évszakos tengelyszög eltérését, valamint a tengely körüli forgómozgás periodikus változásait. Matematikai egyenletei alapján igen nagy pontossággal meg lehetett határozni az utolsó négy glaciális idejét.

A másik tudós Cholnoky Jenő (1870–1950) geográfus volt, aki eredendően geológiai alapokon kezdte kutatásait, majd földrajzi, botanikai, sőt néprajzi kutatásokat is végezve ugyancsak szisztematikus, és egyben földtörténetileg is pontos leírását adta a jégkorszakoknak és az interglaciálisoknak. Tudományos kutatásainak területe tág határok között mozgott, a geográfián kívül marandót alkotott a hidrológiában és a klimatológiában is.

A meteorológia, a légkör fizika és kémia eszköztárának fejlődése, intézményrendszerének kialakulása tette lehetővé, hogy a 20. század derekára az emberiség megismerhesse a légkör folyamatait, képes legyen megmérni annak alkotóit, és nyomon követni azok változásait. Maga a globális felmelegedés, mint kifejezés mindössze néhány évtizedes múltra tekinthet vissza. Bár a légszennyezés kérdése már korábban is foglalkoztatta az emberiséget, annak a klímaváltozással történő összekapcsolása csak napjainkra, az ezredforduló táján alakult ki. Az 1972-es stockholmi konferencia vetette fel elsőként a gázemissziók környezeti hatásának tanulmányozását. A Brundtland jelentés 1987-ben már megfogalmazza a CO₂-kibocsátás szabályozásának igényét. Maga a klímaváltozás problematikája, mai megközelítésben a riói konferencián nyert megfogalmazást 1992-ben. Itt született meg az első keretegyezmény a klímaváltozásról, majd 1997-ben Kyotóban jött létre az ominózus jegyzőkönyv, amely konkrét feladatokat fogalmazott meg a CO₂-emisszió csökkentéséről az egyes országok számára, már amelyek egyáltalán felvállalták a probléma rendezésében való részvételt. Ezt a későbbiekben igen nagyszámú intézkedés, egyezmény, próbálkozás követte, lényegében sikertelenül.

A kérdés leginkább abban áll, vajon milyen mértékben antropogén a klímaváltozás? Nos, ezt nem tudjuk. Valószínűleg sosem fogjuk megtudni, hiszen egy ilyen komplex rendszer összefüggéseinek tanulmányozásához még ma sem rendelkezünk elegendő felkészültséggel. De talán nem is ebben van a lényeg. A hazai klímakutatási program, a VAHAVA már egy évtizeddel ezelőtt, a kutatómunka indításakor megfogalmazta, miszerint felesleges kiélezett vitákat folytatni az üvegházhatású gázok emissziójának vélt, vagy valós szerepéről, illetve annak mértékéről, hiszen az antropogén hatás mértéke nem határozható meg. Ugyanakkor, más szempontból, így a környezet és az energetika oldaláról tekintve mindenféleképpen megoldást igényel az emisszió, pontosabban a meg nem újítható erőforrások kérdésköre.

A klímaváltozás és a migráció kérdéseinek összefüggése nem mai keletű. Lényegében már több ezer évvel ezelőtti írásos emlékek (pl. a Gilgamesz eposz vagy a Biblia) számos utalást, leírást tartalmaznak aszályról, özönvízről, éhínségek okozta népvándorlásról. E legendák, mítoszok mindegyike csakúgy, mint napjaink népvándorlása alapvetően egyetlen okra vezethető vissza – az élelmezésbiztonságra, pontosabban annak hiányára. Minden élelmiszer előállításának forrása a növényi produkció. Élettani szempontból jószerivel a fotoszintézis az egyetlen autotróf kémiai folyamat, amely a légköri széndioxid és a víz felhasználása révén radiációs energia segítségével szerves anyagot állít elő. Triviális megfogalmazással: ha van légkör, víz és radiáció, akkor lesz növényi produktum (majd ebből állati termék, végül élelmiszer), ezek bármelyikének hiányában, vagy elégtelen jelenlétében pedig nem.

A növénytermesztés lényegében a klímaváltozás és klímavédelem mindkét területének kulcsszereplője. Ami a megelőzést (mitigation) illeti, Magyarországon a radiáció évente átlagosan 1500 MJ fotoszintetikusan aktív energiát jelent négyzetméterenként. A termőhelyi viszonyok nagymértékben meghatározzák a növénytermesztési tevékenység feltételeit. A számos befolyásoló tényező közül némileg pontatlan összefoglaló kifejezéssel a „talaj-klimatikus” viszonyokat tekinti a mezőgazdaság olyan tényezők összességének, amelyek hatását nem, vagy csak kis mértékben képes szabályozni, és amely hatások ugyanakkor alapvetően meghatározni képesek a termelés célját, a természetendő növény fajtát, fajtáját, az alkalmazható agrotechnikai műveleteket és magát a tevékenység gazdaságosságát. Ez utóbbi pedig nem más, mint az alkalmazkodás (adaptation). A klímaváltozás számos negatív, de ugyanakkor pozitív hatással is lehet a növényi életfeltételek alakulására.

Növényélettani szempontból az aszály olyan mértékű vízhiány, amely a növényegyed vagy egy adott populáció számára visszafordíthatatlan károsodást okoz. A növénytermesztés jövőbeni lehetőségeit nagy valószínűséggel a klimatikus változásokhoz való alkalmazkodás szintje fogja bővíteni, vagy korlátozni. Az alkalmazkodás elsősorban a vízzel való hatékonyabb gazdálkodásra kényszerít.

A föld egyes területeinek túlnépesedése, összefüggésben a klímaváltozás hatásaival bizonyos területeken, pl. sivatagosodott övezetekben, arid környezetben, extrém meteorológiai viszonyok között nem képes a lakosság megfelelő, gazdaságos és stabil ellátására. E problémák gyakran ötvöződnek politikai, etnikai, vallási problémákkal, és ezek eredőjeként megindul a népesség elvándorlása az adott területről.

A migráció kiváltó okai Afrikában

Az élelmiszerválság lényege az, hogy valamilyen okból kifolyólag (például súlyos aszály) nem tudnak elegendő mennyiségű élelmiszert megtermelni az emberek számára. Bár az élelmiszerválság nemcsak Afrikát érinti, hiszen egy globális problémáról beszélünk, a leginkább veszélyeztetett területek közé tartozik a kontinens. Ha nem foglalkozunk a globális éghajlatváltozással és nem teszünk azért, hogy ennek a folyamatnak az ütemét lelassítsuk, akkor óriási problémák lehetnek a jövőben. A megművelhető földek területe, illetve a terméshozamok csökkeni fognak, az élelmiszerek nagymértékű növekedés várható és olyan területek, mint Afrika ahol már most is gondot okoz az élelemellátás még ennél is súlyosabb helyzetbe fognak kerülni.

A FAO adatai (2010–2012) alapján az alultápláltak száma a világon megközelítőleg 868 millió fő, a világ népességének körülbelül 12%-a, ebből Afrikában több, mint 200 millió fő él. Az éhezők többsége a fejlődő országokban él. Bár az éhezők száma Ázsiában a legmagasabb *„a helyzet Afrikában a legrosszabb: a Szub-Szaharai területeken minden harmadik ember éhezik”*. Ha az éhezést definiálni akarjuk, akkor azt mondhatjuk, hogy *„éhínség minden olyan súlyos élelmiszerválság, amiben az éhezés, az alultápláltság és a halál széles körben terjed. Számokkal kifejezve: ha 10 ezer emberből naponta legalább 2 meghal, ha az alultápláltság eléri a 30 százalékos arányt, ha a vízfogyasztás napi 4 liter alá süllyed, vagy ha a bevitt kalóriamennyiség 1500 kalória alatt van, azt éhínségnek nevezhetjük”*. A Világbank 2001-es adatai szerint akkor

számít valaki szélsőségesen szegénynek, ha kb. 1,25 amerikai dollárból kénytelen naponta megélni, tehát a létminimumhoz szükséges pénz sem áll rendelkezésére.

Afrika országai közül a legsúlyosabb a helyzet Eritreában ahol a népesség 65%-a éhezik. Súlyos a helyzet ezenkívül Zambiában (47%), Tanzániában (39%), Szudánban (39%) Mozambikban (39%) és Kongói Köztársaságban (37%) is. A népesség kb. 30%-a éhezik Libériában, Sierra Leonében, Csádban, a Középfrikai Köztársaságban, Zimbabwében, Kenyában, Namíbiában, Ruandában, Ugandában és Madagaszkáron is. A legkedvezőbb a helyzet a kontinens északi részén, ezen belül is Algériában, Tunéziában, Líbiában és Egyiptomban, ezen kívül a kontinens középső részén Ghánában és Afrika déli részén, a Dél-afrikai Köztársaságban. Ezekben az országokban az éhezők aránya kevesebb, mint 5% körül alakul. A fejlett országokban, térségekben (például Kanada, USA, Ausztrália, Oroszország és az egész európai kontinens) ez még ennél is kevesebb arányaiban. Ha a kontinenseket összevetjük egymással, akkor a legnagyobb a különbség Európa és Afrika között, hiszen míg az európai kontinensen pár százalék körül alakul az éhezők aránya, addig az afrikai kontinensen ezzel szemben átlagosan 23% körül alakul mozog ugyanez az arány. Hasonlóan rossz a helyzet Ázsia déli részén illetve Amerika középső és déli részén is, azonban ha a kontinensek teljes területét vizsgáljuk, akkor Afrika van a legrosszabb helyzetben mindközül és az országokra vetített arányszámok (tehát az éhezők száma a teljes népességhez viszonyítva) tekintetében is itt mutatkozik legkedvezőtlenebbnek a helyzet.

Továbbá fontos tényező, hogy az élelmiszerfogyasztásból az egyes ételcsoportok megoszlását is érdemes megvizsgálni. Észak-Afrikában és a Szub-szaharai Afrikában a gabonaféléket fogyasztják legnagyobb mértékben, azonban az 1990–1992-es évekhez mérten már csökkenő tendencia mutatkozik. A gumók fogyasztásának aránya Észak-Afrikában alacsony szinten stagnál, a Szub-Szaharában csökkenő tendenciát mutat. A hüvelyesek aránya változatlan szinten maradt mindkét régióban, arányaiban alacsony szinten. A zöldségek és a gyümölcsök fogyasztása kis mértékben mindkét régióban emelkedett, de még így is kevés arányaiban. Az állati eredetű termékek fogyasztása mindkét régióban nőtt, főképp Észak-Afrikában, ahogy a zsírok és olajok fogyasztásának aránya is. A cukorfogyasztás alacsony szintű növekedése is látható mindkét régióban.

A gabonafélék és gumósok fogyasztásának csökkenő tendenciája, illetve az állati eredetű termékek fogyasztásának növekedése jelzi, hogy a minőségi táplálékhoz jutás lehetősége javuló tendenciát mutat.

Afrikában a kontinens nagy részén az egyszakaszos esőöv illetve a zonális és félsivatagok öve uralkodik, tehát általánosságban az alacsony csapadéértékek jellemzőek. Ennek pedig igen súlyos következményei adódnak a kontinensen. A globális éghajlatváltozás és az amúgy is mostoha időjárási körülmények mellett a társadalmi hatások (például túllegeltetés, erdőirtás) is tovább nehezítik a helyzetet. Nagyon súlyos probléma a sivatagosodás. Az elsivatagosodás az a folyamat, melynek „*során a termőföld mezőgazdasági művelésre túlságosan szárazzá válik, az éghajlat, vagy a mikroklima változása miatt (amelyet természetes és emberi tényezők egyaránt okoznak)*”. Bár a regionális éghajlatváltozás is okozója a problémának, azonban ezt a népesség gyors növekedése, a helytelen mezőgazdaság, helytelen gazdaságpolitikai döntések (például exportszemléletű termelés, a fejlett országok igénye az olcsó termékek iránt) és az erdőirtások még inkább felerősítik. A sivatagosodást kiváltó tényezők egyik oka az erdőirtás, a túlzott mértékű állatállomány mellett.

Okai a mezőgazdasági terület növelése illetve a fakitermelés. Fakitermelés esetében tarvágással, mezőgazdasági terület hasznosítása céljából fakivágással majd a terület felégetésével történik a területszerzés. Ennek azonban az a következménye, hogy az esők lemosják a talajt és megkezdődik a talajerózió. Ezen műveletek után több tíz év (esetenként-például ahol már műtrágyával kezelik a területet akár 100 év is) szükséges, hogy eredeti állapotába kerüljön újra az erdő. A termőföld pusztítása mellett például egy nagyon súlyos következménye az erdőirtásnak az, hogy ezekben az erdőkben él a Föld élőlényeinek mintegy 50%-a, ezért hatalmas károkat okoz ez a folyamat.

A kontinensen az ivóvízhiány rendkívüli probléma. A társadalom jó része nem jut sem elegendő, sem tiszta ivóvízhez. Az ivóvízhez jutást a kontinensen a fejletlen infrastruktúrális hálózat (a tiszta ivóvízért sokaknak kilométereket kell gyalogolni) illetve a fokozatosan növekvő népesség még tovább nehezíti. A rendkívül kevés csapadékmennyiség mellett több tényező is szerepet játszik az ivóvízhiányban. A vízhiány is, mint az előzőekben tárgyalt sivatagosodás sem csak Afrika problémája, hanem egy globális probléma. A vízhiány kialakulását okozó tényezők közül az előbb említett éghajlati adottságok mellett a felelőtlen mezőgazdaság, mint például a tavak, folyók vízkészletének elöntözése (például a Csád-tó vagy a Nílus vizének elöntözése) és a globális klíma-

változás is meghatározó szerepet játszik. Afrikában. Afrika folyói közül 34 folyón minimum két ország, 28-on három vagy ennél is több ország osztozik és a kontinensen ezen kívül mintegy 300 felszín alatti vízbázis található. A vízhiány országon belüli és országok közötti konfliktushoz is vezet. Például Egyiptom vezetői többször is kijelentették, hogy a Nílus vízéért akár fegyverrel is készek harcolni. A Nílus mellett azonban más folyók illetve tavak vízének megosztása is konfliktusforrás. A Volta, a Szenegál, a Niger és a Csád tó, de egyéb vizek birtoklása is konfliktusokhoz vezethet.

Az afrikai élelmiszerválságban a demográfiai okok a legfontosabbak. Afrika országainak demográfiai besorolásánál a kontinenst a demográfiai átmenet 2. ciklusába sorolhatjuk. A demográfiai átmenet 2. ciklusára az élve-születések magas száma és a csökkenő halálozási arányszám a jellemző, ebből következően igen magas a természetes szaporodás mértéke. A csökkenő halálozási arányszám többek között a fokozatosan javuló életkörülményeknek köszönhető, például a javuló egészségügyi ellátásnak (védőoltásokhoz, gyógyszerekhez jutás lehetősége biztosított), az infrastruktúra fejlődése (például egészséges ivóvízhez jutás) és nem utolsósorban annak, hogy az élelmiszerellátásban is javuló tendencia mutatkozik (egyre több embernek lehetősége van minőségi táplálékhoz és tiszta ivóvízhez hozzájutni), így a halálozási arányszám csökken és a várható élettartam nő.

Ezen országokra a piramis alakú korfa a jellemző. A korfa alsó része kiszélesedik és feljebb haladva a piramis fokozatosan keskenyedik, amiből kirajzolódik, hogy a népesség nagy részét a fiatalkorúak alkotják. A népesség közel 50%-át a 15 év alatti korcsoport alkotja és az idős népesség aránya ezzel szemben igen kicsi, a várható élettartam alacsony.

A piramis alakú korfának, vagyis a fiatalok magas arányának bár pozitív hatása is lehetne (pl. a munkavállalási korú népesség nagy aránya), azonban ez az afrikai országokban másként fejt ki a hatását. A magas arányszámú fiatalságot nem tudja felszívni a munkaerőpiac ennek következtében a munkanélküliség aránya igen magas, a fiatalok nagy része szegény, ennek pedig a közel-múltban egy nagyon komoly következménye lett. Az „arab tavasz” néven ismert felkelés többek között ennek következményeként alakulhatott ki. Persze a lázadást kiváltó okok közt az elnyomás és a globális gazdasági válság is szerepet játszott, melynek következtében az életkörülmények tovább romlottak, azonban semmiféleképp nem elhanyagolható ennek a problémának a demográfiai háttere sem.

Afrikában a nők átlagosan öt gyermeket vállalnak, ez többféle okból kifolyólag történik; elsőként talán a hagyományt érdemes megemlíteni. A hagyomány ebben az esetben azt jelenti, hogy Afrika ritkán lakott kontinens volt, így a társadalmat korábban ösztönözni próbálták a gyermekvállalásra, azonban mára ez a hatalmas szaporulat bár rendkívüli problémákat hordoz magában, továbbra is folytatódik. A hagyomány például a falusi térségekben, az iskolázatlan társadalmi rétegeknél még erősebb. Sok helyen egyszerűen elvi kérdés a sok gyermek vállalása, emellett a vallás is fontos szerepet játszik a gyermekvállalás tendenciájában.

Fontos megemlíteni a különféle betegségeket, melyeknek sajnos igen nagy hatása van a társadalomra. A kontinensen sokfajta betegség fenyeget, ezeknek csoportosítása az Országos Epidemiológiai Központ szerint: izeltlábúak által terjesztett betegségek, étel és víz eredetű betegségek illetve egyéb betegségek. Csak felsorolásszerűen néhányat említve: malária, hastífusz, Hepatitis A, B, E; és a HIV. A gyermekhalandóság magas száma nemcsak a rossz szülési körülményeknek, vagy az alultápláltságnak köszönhető, hanem a betegségek kockázatának is. Sok helyen nem áll rendelkezésre védőoltás a betegségek elkerülése érdekében. A legtöbb áldozatot követelő mindközül a HIV vírus. Az afrikai kontinensen él a HIV fertőzöttek nagy része. Számuk több mint 30 millió fő. Az országok közül is a legtöbb fertőzött a Dél-afrikai Köztársaságban van.

A kontinensen a fejletlen egészségügyi ellátás (például az injekciós tűk többszöri használata), és a felelőtlenség nagyban hozzájárul a betegség terjedéséhez, azonban ne feledkezzünk meg arról, hogy a betegség terjedése a legtöbb esetben nemi úton következik be. A felelőtlen szexuális együttlét is több okra vezethető vissza, például a tudatlanságra, hiszen sokan csak hallomásból ismerik a gumióvszert. Emellett sok embernek lehetősége sincs hozzájutni, bár már egyre javuló tendencia mutatkozik az óvszerellátottság kérdésében, a helyzet még akkor is megoldatlan. A későbbiekben részletezni kívánt vallás is szoros kapcsolatban áll a védekezés hiányával ezzel együtt pedig a magas természetes szaporodásban. A betegségek miatt, melyekhez még természetesen hozzájárul az élelem hiánya, a rossz infrastruktúra (például hiányos egészségügyi ellátás) vagyis összességében a rossz életkörülmények a születéskor várható élettartam nagyon alacsony a kontinens országaiban. 2005 és 2010 között a várható élettartam kb. 56 év volt. A tömegesen különféle betegségekkel küzdő társadalmat az amúgy is alacsony szinten lévő, anyagi gondokkal küzdő egészségügy egyszerűen képtelen ellátni

A magas termékenységi arányszám jellemző tehát a kontinensre, amely probléma globális szinten is megmutatkozik. A túlnépesedés megakadályozása a jövő egyik nagyon fontos feladata. Túlnépesedésről akkor beszélünk, *„ha a népesség száma a területen rendelkezésre álló, és potenciálisan kiaknázható természeti erőforrások (talaj, növénytakaró, ásványkincsek stb.) szintjét meghaladja. Ekkor a terület eltartó képessége erős nyomásnak van kitéve, gyakori kísérőjelensége az éhezés, az alulfoglalkoztatás és a szegénység”*.

Már korábban is készültek vizsgálatok – Thomas Malthus, Ravenstein, Fischer vagy Hollstein – a népesedés és a megtermelhető élelem közötti kapcsolatra. és ma is különféle kutatások foglalkoznak ezen problémával, illetve a nemzetközi fenntartható fejlődés konferenciák egyik fontos pontja a túlnépesedés problémája. Az egyik legutóbb megrendezett fenntartható fejlődés konferencia 2012-ben Rio de Janeiro-ban. Az egyik kulcskérdés volt a túlnépesedés problémája, ugyanis a népességszám ilyen nagymértékű növekedése számos megoldandó feladatot hordoz magában. Élelmet, vizet és egyéb szolgáltatásokat kell biztosítani az emberek számára, mely a fejlődő országokban, Afrika nagy részén még komolyabb problémát fog okozni. Az ENSZ előrejelzése szerint 2030-ra a Föld lakossága több mint nyolcmilliárd fő lesz, és ennek nagy része a fejlődő államokban fog élni, Afrika és Ázsia egyes országaiban.

A magas születési arányszám és a különböző betegségek által megfertőzött emberek aránya tehát rendkívül magas a kontinens országaiban, ami az előző fejezetben már részletesebben kifejtett földrajzi okok mellett még tovább nehezíti a helyzetet és az amúgy is problémás élelmiszerellátást még inkább akadályozza.

A migráció kockázatai

„A biztonság az emberi lét egyik alapszükséglete. Ennek része a közbiztonság, amelynek kielégítése nélkül normális élet elképzelhetetlen, ezért is fogalmazza meg az emberi jogok nyilatkozata, hogy mindenkinek joga van a szabadságra és a személyi biztonságra...”

Az ellenőrizetlen migráció, amit az elmúlt két évben Magyarországon is látunk számos olyan kockázatot rejt magában, ami hazánk lakossága számára az elmúlt évtizedekben ismeretlen volt. Nem megszokott, vagy mondhatni ismeretlen jelenség volt korábban, hogy hazánk jogrendjét, kultúráját, szokásait elutasító emberek százezrei lépnek Magyarország területére illegálisan. Először

a déli határ menti településeken szűnt meg gyakorlatilag a közbiztonság a veteményes kertek letarolásával, számos családi ház és tanya kifosztásával. Utána már Szeged lakói is megérezték a migránsok áradatát. Városuk hirtelen egy hatalmas szeméttelappé és nyilvános WC-vé vált. A város intézményeiben átmenetileg elhelyezett menekültekről nem tudták, hogy nem hordoznak-e magukban különböző fertőző betegségeket. A szülők tanévkezdéskor féltek visszaengedni gyermekeiket a korábban a migránsok által használt kollégiumokba. A közbiztonság gyakorlatilag megszűnt a városban és a Budapestre menő vonatokon. A Keleti pályaudvar előtti sátoztábor képei bejárták a világsajtót. A közterületek menekülttáborokra emlékeztettek. Azóta már tudjuk, hogy a párizsi, brüsszeli, németországi merényletek számos elkövetője megfordult ezekben a napokban Budapesten. De az is elfogadhatatlan, hogy a jegyet vásárló magyar és európai utasoknak szinte halálfélelemben kellett utazniuk a migránsoktól zsúfolt Bécs felé menő vonatokon.

Ezek, a sokak által megtapasztalt jelenségek is vezetnek oda, hogy el kell gondolkodnunk a migráció biztonsági kockázatairól.

A migráció biztonsági tényezői

A közbiztonsághoz való jog állampolgári jogként definiálható. A biztonság a modernitásban a társadalom szükséglete, amelyet az államnak illik garantálnia. A rend megvédése képesség arra, hogy a jogellenes emberi magatartásból származó veszélyek idejében felismerhetők és elháríthatók legyenek. A fentebb leírtak alapján a biztonságpolitikát mindig az összes részpolitika alapján, komplex módon kell vizsgálni. Ez azt jelent, hogy a biztonságpolitika, mint fogalom nem csupán kizárólagosan egy szempontból értelmezendő. A biztonság politikának fel kell ölelnie a kül-, a bel-, a katonai-, a szociál-, a környezetvédelmi és a kulturális politika egész spektrumát.

Milyen biztonsági kockázatot jelent az a többszáz ezres menekült áradat, amelyik semmilyen együttműködésre sem hajlandó az őt kényszerűségből befogadó vagy csak átengedő országok hatóságaival?

- Nem ismerjük valódi személyazonosságukat, családi állapotukat, életkorukat.
- Nem ismerjük vándorlásuk valódi okait, szándékait. Nem tudjuk, hogy csak a szülőföldjükön lévő háború elől menekülnek-e vagy Európát akarják elfoglalni?

- Nem ismerjük képzettségüket, kompetenciáikat, világnézetüket. Így kérdéses, hogy egyáltalán munkába tudnak-e állni az őket befogadó országokban vagy megélhetésük biztosítása az adófizetőket fogja-e terhelni?
- Nem ismerjük valódi egészségi állapotukat. Így nem tudjuk, hogy az esetleges ellátásuk mekkora terhet rakna az egyébként is túlterhelt egészségügyi ellátó rendszerre? Hoztak-e magukban/magukkal olyan fertőző betegségeket, amelyekkel járványokat lehet a helyi lakosságban kelteni? Hogyan és mennyiért lehet megoldani a szűrésüket, védőoltásokkal való ellátásukat? Ki fogja ezt fizetni?
- Lakhatásuk biztosítása megoldható-e bérlakásokban, átmeneti szállásokon?
- A migránsok és gyermekeik oktatása megoldható-e egy erre fel nem készült oktatási rendszerben, ha nincsenek a nyelvüket is beszélő hazai tanárok, ha nincsenek meg a felzárkóztatásukra szolgáló oktatási programok?

A biztonsági kockázatok felvetik annak a szükségességét is, hogy a migránsválság fényében elemezzük a kritikus infrastruktúra fogalmát és jelentőségét, hiszen az állam működtette számos alrendszerrel – idegenrendészet, oktatás, egészségügy, közlekedés, informatika – kiderülhet, hogy nincsenek meg szükséges kapacitásai a helyzet kezelésére.

Irodalom

- Alvarez-Plata, ?.-Brücker, H.-Silverstovs, ?.*: 2003. Potential Migration from Central and Eastern Europe into the EU-15 DIW. Berlin
- Amelina, A.-Horvath, K.-Meeus, B. (eds.)*: 2016. An Anthology of Migration and Social Transformation: European Perspectives. Springer International Publishing.
- Andorka R.*: 1997. Bevezetés a szociológiába. Osiris Könyvkiadó. Budapest.
- Anonymus*: 1997. Biztonságpolitika. Stratégiai és védelmi kutatóintézet. Eötvös Lóránd Tudományegyetem. Budapest.
- Besenyő J.*: 2011. „Arab tavasz” – politikai rendszerváltás az észak-afrikai arab államokban. Kül-Világ. 8. 4: 51–75.
- Borók Gy.*: 2001. A határon túli magyarok munkavállalása Magyarországon az uniós csatlakozás előtt és után. [In: Lukács É.-Király M. (szerk.) Migráció és Európai Unió.] Szociális és Családügyi Minisztérium. Budapest. 363–379.
- Brubaker, R.*: 2002. Az asszimiláció visszatérése. Regio. 13. 1: 3–23.
- Brücker, H.*: 2002. Can International Migration Solve the Problems of European Labour Markets? Economic Survey of Europe. No 2.

- Cholnoky J.*: 1929. Magyarország földrajza. Franklin Társulat. Budapest.
- Cudd, A. E.–Win-chiat, L. (eds.)*: 2016. AMINTAPHIL: The Philosophical Foundations of Law and Justice 6 Citizenship and Immigration – Borders, Migration and Political Membership in a Global Age. Springer International Publishing.
- Cseresnyés F.*: 1996. Migrációs potenciálok és trendek Európában. *Regio*. 7. 4: 19–46.
- Cseresnyés F.*: 1999. Migrációs tendenciák Magyarországon az 1990-es években. *Belügyi Szemle*. 1: 35–49.
- Delors, J.*: 1994. European Unification and European Security. [In: European Security after the Cold War – part I. Conference Papers – Papers from 35th Annual Conference of the IISS held in Brussels, Belgium, from 9 to 12 September 1993. The International Institute for Strategic Studies.] London. 315.
- Douglas, J.–Besharov, M.–Lopez, H.*: 2016. International Policy Exchange Adjusting to a World in Motion: Trends in Global Migration and Migration Policy. Oxford University Press.
- ENSZ*: 2002. International Migration from Countries with Economies in Transition: 1980–1999 Population Division – United Nations Secretariat – 2002 September.
- ENSZ*: 2003. Migration Report, UNO 2003.
- Eyassu Tadesse*: 2009. Politikai hatalom és nemzeti identitás Afrika szarván. [In: Csizmadia S.–Tarrósy I. Afrika ma.] Publikon Kiadó. Pécs. 139–155.
- Falusiné Szikra K.*: 1999. Globalizáció és munkapiac, különös tekintettel a magasan fejlett országokra. *Közgazdasági Szemle*. 46. 1: 20–34.
- Fetzer, J. S.*: 2016. Open Borders and International Migration Policy: The Effects of Unrestricted Immigration in the United States, France, and Ireland. Palgrave Macmillan. UK
- Fick, K. E.–Fischer P.–Ihde, G.–Mittelstadt, F. G.–Müller H.–Römhild, G.–Ruppert, H.–Schreiber, J.*: 1993. SEYDLITZ Weltatlas, Cornelsen & Schroedel. Berlin. 182–183.
- Fóti K.*: 2001. Nemzetközi migráció – esély vagy globális veszélyforrás. *Info-Társtudomány*. 15. 55: 59–66.
- Gábris Gy.*: 2002. Afrika természeti viszonyai. [In: Probáld F. Afrika és a Közel-Kelet földrajza.] ELTE Eötvös Kiadó. Budapest. 7–34.
- Glied V.*: 2009. Kiszáradó Afrika, szomjazó kontinens- Afrikai vízproblémák. [In: Glied V. Vízkonfliktusok – Küzdelem egy pohár vízért.] Publikon Kiadó. Pécs. 41–66.
- Gödri I.*: 2002. A csatlakozni kívánó országok és állampolgáraik megítélésének alakulása az Európai Unióban. [In: Illés S.–Lukács É. (szerk.) Migráció és statisztika.] KSH Népeségtudományi Kutató Intézet. Budapest.
- Gyertyánfy A.*: 2002. Migráció, régiók, egységes piac - Az Európai Unió keleti bővítése és a határon túli magyarok. *Regio*. 13. 3: 117–138.
- Haig Zs.*: 2015. Információ, Társadalom, Biztonság. Nemzeti Közszolgálati Egyetem. Budapest. 78–93.
- Illés S.–Lukács É. (szerk.)*: 2002. Migráció és Európai Unió. KSH Népeségtudományi Kutató Intézet. Budapest.

- Illés S.*: 2002. Külföldiek Magyarországon az Európai Unióból. [In: Illés S.–Lukács É. (szerk.) Migráció és statisztika.] KSH Népeségtudományi Kutató Intézet. Budapest.
- IOM News*: 2004a. In-depth focus on migrant remittances. International Organization for Migration (IOM) 2004 September.
- IOM News*: 2004b. Migration from Latin America to Europe. International Organization for Migration (IOM) 2004 May.
- Jakubovich N.*: 2001. A legális migráció belügyi vonatkozásai. [In: Lukács É.–Király M. (szerk.) Migráció és Európai Unió.] Szociális és Családügyi Minisztérium. Budapest. 127–145.
- Jardón, H.–Jardón, A. E.*: 2017. International Migration and Crisis: Transition Toward a New Migratory Phase. Springer International Publishing.
- Justyák J.*: 1994. Afrika Köppen-féle éghajlati típusai. [In: Justyák J. Afrika éghajlata.] Kossuth Egyetemi Kiadó. Debrecen. 14–23.
- Kovács Z.*: 2002. A Föld népesedése. [In: Népeség-és településföldrajz.] ELTE Eötvös Kiadó. Budapest. 15–28.
- Láng I.–Csete L.–Jolánkai M. (szerk.)*: 2007. A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok. A VAHAVA Jelentés. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest.
- Laczkó, F.*: 2003. Europe Attracts More Migrants from China. Migration Policy Institute.
- Lafleur, J. M.–Stanek, M. (eds.)*: 2017. South-North Migration of EU Citizens in Times of Crisis. First edition. Springer International Publishing.
- Leal, L. D.–Rodríguez, P.–Nestor, P. (eds.)*: 2016. Immigrants and Minorities, Politics and Policy Migration in an Era of Restriction and Recession: Sending and Receiving Nations in a Changing Global Environment. Springer International Publishing.
- Lukács É.–Illés S.*: 2004. Paradigmaváltás a vándorlási politikában – EU esettanulmány.
- Lukács É.–Király M. (szerk.)*: 2001. Migráció és Európai Unió. Szociális és Családügyi Minisztérium. Budapest. 43–66.
- Marosi Gy.–Miltényi K.*: 2002. A nyugdíjaskorúak vándorlásának néhány kérdése – külföldön élő magyar nyugdíjasok. [In: Illés S.–Lukács É. (szerk.) Migráció és statisztika.] KSH Népeségtudományi Kutató Intézet. Budapest.
- McLeman, R.–Schade, J.–Faist, T. (eds.)*: 2016. Environmental Migration and Social Inequality. Springer International Publishing.
- Molnár T.*: 2004. Bevándorlás: munkaerőpiac és társadalmi integráció az EU-ban. *Acta Humana*. 15. 1: 99–106.
- Münz, R.*: 2003. Az üldözések évszázada. *Regio*. 14. 1: 36–56
- Münz, S.*: 1999. Az Európába irányuló bevándorlás és hatása a befogadó társadalmakra. *Regio*. 10. 3–4: 3–45.
- Nagy K.*: 2001. Érvek a magyar munkaerő szabad mozgása mellett. [In: Lukács É.–Király M. (szerk.) 2001. Migráció és Európai Unió.] Szociális és Családügyi Minisztérium. Budapest. 351–361.
- Népszámlálási körkép Közép-Európából 1989–2002*: 2003. Teleki László Alapítvány. Budapest.

- Net1:* http://www.nfft.hu/az_ensz_fenntarthato_fejlodes_bizottsaganak_17_ulesszaka/
- Net2:* http://europa.eu/legislation_summaries/development/sectoral_development_policies/r13013_hu.htm
- Net3:* http://www.africaeuropechallenge.com/aec/index.php?option=com_content&view=article&id=1&Itemid=187&lang=hu
- Net4:* http://mmi.elte.hu/szabadbolcseszet/index.php?option=com_tanelem&id_tanelem=552&tip=0
- Net5:* http://mindennapiafrika.blog.hu/2009/01/05/mozambik_szappanoperaval_az_aids_ellen
- Net6:* <http://afriport.hu/hirek/10567-az-abortusz-joga-afrikaban.html>
- Net7:* <http://afriport.hu/index.php/hirek/olvasoink-irtak/11341-tinedzseranyak-egy-europai-afrikaban.html>
- Net8:* <http://www.fao.org/hunger/en/>
- Net9:* <http://www.origo.hu/nagyvilag/20081210-fao-963-millio-ember-ehezik.html>
- Net10:* <http://www.mindennapi.hu/cikk/vilaghir/hatalmas-chinseg-millioek-etelveszelyben-ki-a-felelos/2011-07-22/5274>
- Net11:* <http://www.origo.hu/tudomany/20101013-chezes-a-vilagban-tenyek-adatok-elelmezési-vilagnap-2010.html>
- Net12:* <http://afriport.hu/hirek/10567-az-abortusz-joga-afrikaban.html>
- Net13:* <http://www.origo.hu/nagyvilag/20130221-2012-kevesebb-haborut-hozott-tobb-konfliktus-viszont-durvult.html>
- Net14:* <http://www.origo.hu/nagyvilag/20071025-a-haboruk-miatt-szegeny-afrika.html>
- Net15:* <http://globalproblems.nyf.hu/talaj/elsivatagosodas/>
- Net16:* <http://vilag.transindex.ro/?cikk=17264>
- Net17:* <http://www.oek.hu/oek.web?nid=225&pid=1&to=11,752>
- Net18:* <http://www.afrikatanulmanyok.hu/htmls/cikkek.html?articleID=435>
- Net19:* <http://semmelweisfigyelo.hu/hu/abc/a/betegseg/550>
- Net20:* http://archivum.hvg.hu/article/20055152A_nagy_rablas_AZ_AFRIKAI_SZEGE_NYSEG_OKAI.aspx
- Net21:* http://kitekinto.hu/afrika/2011/09/03/mindent_bevet_a_szenegali_elnok/
- Net22:* <http://www.origo.hu/gazdasag/hirek/20050706african.html>
- Net23:* <http://www.metazin.hu/node/1675>
- Net24:* http://mta.hu/mta_hirei/fenntarthato-elelmiszer-termeles-128877/
- Net25:* <http://www.agrarhaszon.hu/product/10/>
- Net26:* <http://www.menszt.hu/informaciok/bekefenntartas>
- Net27:* http://www.nol.hu/kulfold/20091109-kina_penz_ad_utakat_epit
- Net28:* <http://www.zoldmuzeum.hu/reszeredmenyek-es-csalodasok-a-2012-es-rioi-konferencia-utan>
- Net29:* http://www.who.int/gho/mortality_burden_disease/life_tables/situation_trends_text/en/
- Net30:* <http://www.agraroldal.hu/ontozes.html>
- Net31:* <http://www.newadvent.org/cathen>

- Net32*: http://ec.europa.eu/environment/climat/home_en
- Net33*: http://www.ec.europa.eu/environment/water/adaptation/index_en
- Nyíri P.*: 1999. Új ázsiai migráció Kelet-Európába: a magyarországi kínaiak. *Regio*. 10. 3-4: 93-103.
- Oltmer, J.*: 2016. *Globale Migration*. C. H. Beck.
- Ónodi I.*: 2001. Magyarok munkavállalása az Európai Unióban. [In: Lukács É.-Király M. (szerk.): 2001. *Migráció és Európai Unió*.] Szociális és Családügyi Minisztérium. Budapest. 335-349.
- Portes ?.-Böröcz ?.*: 2001. Keserű kenyér - a munkaerő nemzetközi migrációjának szociológiai problémái. [In: Sík E. (szerk.) *A migráció szociológiája*.] Szociális és Családügyi Minisztérium. Budapest. 69-87.
- Razin, S.*: 2004. Welfare migration. Is The Net Fiscal Burden a Good Measure of Its Economic Impact on the Welfare of the Native Born Population? National Bureau of Economic Research.
- Rédei M.*: 2002. A külföldön tanuló magyar diákok - a Magyarországon tanuló külföldi diákok. [In: Illés S.-Lukács É. (szerk.) *Migráció és statisztika*.] KSH Népeségutodományi Kutató Intézet. Budapest.
- Simonelli, C. A.*: 2016. *Governing Climate Induced Migration and Displacement: IGO Expansion and Global Policy Implications*. Palgrave. Macmillan. UK
- Simonovits B.*: 2004a. A kelet-nyugat-európai munkaerő migráció az uniós csatlakozás küszöbén. TARKI - IFM tanulmány. Budapest.
- Simonovits B.*: 2004b. Munkaerőpiac és migráció - A Magyarországra irányuló migrációs folyamatok az uniós csatlakozás küszöbén. TARKI - IFM tanulmány. Budapest.
- Sinn, H. W.*: 2004. *Migration, Social Standards and Replacement Incomes*. NBER Working Paper Series. 2004 September.
- Sippel, L.-Kiziak, T.-Woellert, F.-Klingholz, R.*: 2011. *Afrikas demografische Herausforderung*. Berlin-Institut. Berlin. 80.
- Solé C.-Parella, S.-Sordé M. T.-Nita, S. (eds.)*: 2016. *Impact of Circular Migration on Human, Political and Civil Rights: A Global Perspective*. Springer International Publishing.
- Sudmeier-Rieux, K.-Fernández, M.-Penna, I. M.-Jaboyedoff, M.-Gaillard, J. C. (eds.)*: 2017. *Identifying Emerging Issues in Disaster Risk Reduction, Migration, Climate Change and Sustainable Development: Shaping Debates and Policies*. Springer International Publishing
- Szent-Iványi B.*: 2010. Földfelvásárlások Afrikában. *Afrika Tanulmányok*. 4. 4: 40-55.
- Tamási P.*: 2002. A Brain Drain alakulása a kutatási szférában Magyarországon az 1990-es években. *Társadalomkutatás*. 1-2: 25-72.
- The National Strategy for the Physical of Critical Infrastructure and Key Assets*.
- Tóth J.*: 2001. A nemzetközi migráció jogi alapjai. [In: Lukács É.-Király M. (szerk.): 2001. *Migráció és Európai Unió*.] Szociális és Családügyi Minisztérium. Budapest. 81-123.

- Tóth P. P.*: 1999. Adalékok a magyar migrációs politikai stratégia kialakításához. *Kisebbségkutató*. 8. 3: 382–393.
- Tóth P. P.*: 2001. A népesség nagysága és területi megoszlása. *Belügyi Szemle*. 7–8: 56–71.
- Tóth P. P.*: 2002. Magyar migránsok Európában. [In: Illés S.–Lukács É. (szerk.) *Migráció és statisztika*.] KSH Népeségtudományi Kutató Intézet. Budapest.
- Trends in International Migration – Annual Report – 2002.*: 2003. OECD – SOPEMI 2003.
- Vidéki I.*: 2005: Gondolatok az élelemellátás néhány kérdéséről. [In: Perczel Gy.–Szabó Sz. 100 éve született Mendöl Tibor.] Trefort Kiadó. Budapest. 189–203.
- Wallace, C.*: 2000. A fiatal nők kivándorlási hajlama Magyarországon, Bulgáriában és Csehországban. *Eszmélet*. 48: 71–88.
- Wanner, P.*: 2002. Migration trends in Europe. *European Population Papers Series*. No 7.
- White, M. J. (ed.)*: 2016. *International Handbook of Migration and Population Distribution*. Springer. The Netherlands.
- Zaman, T.*: 2016. *Religion and Global Migrations. Islamic Traditions of Refuge in the Crises of Iraq and Syria*. Palgrave. Macmillan. US
- Zlotnik, H.*: 2003. *The Global Dimensions of Female Migration*. Migration Policy Institute.
- Zolberg, ?*: 2001. Újabb hullámok - migrációelmélet egy változó világban. [In: Sík E. (szerk.) *A migráció szociológiája*.] Szociális és Családügyi Minisztérium. Budapest.

A szerző levelezési címe – Address of the author:

Farkas Andrea
Gránátalma Alapítvány
Budapest
Bem rakpart 51.
H-1027
andrea.farkas@klimaklub.hu



NAGY JÁNOS főszerkesztő
a Magyar Tudományos Akadémia doktora,
Debreceni Egyetem prorektora,
Széchenyi-díjas egyetemi tanára, az Aradi, a Nagyváradi
és a Kaposvári Egyetem „Honoris causa doktora”
az Ukrán Agrártudományi Akadémia külföldi tagja
Szakterülete: növénytermesztés, földművelés

növénytermesztés | növénynevelés | növénygenetika | növényélettan | agrobotanika
