

NÖVÉNYTERMELÉS

CROP PRODUCTION



NÖVÉNYTERMEELÉS

Növénytermesztés, növénynemesítés, növénygenetika, növényélettan, agrobotanika negyedévente megjelenő tudományos közleménye

CROP PRODUCTION

Scientific Proceedings for Crop Production, Plant Breeding, Plant Genetics, Plant Physiology, Agrobotany, issued in six fascicles yearly

A Földművelésügyi és Vidékfejlesztési minisztérium tudományos lapja

Scientific Journal of the Ministry of Agriculture and Rural Development

Szerkesztőbizottság: Bedő Zoltán, Buvár Géza, Bocz Ernő, Heszky László, Jolánkai Márton, Kádár Imre, Késmárki István, Király Zoltán, Kismányoki Tamás, Matuz János, Menyhért Zoltán, Neszmélyi Károly, Pepó Péter, Ványiné Széles Adrienn

Főszerkesztő: Nagy János

Olvasószerkesztő: Széles Sándorné

Szerkesztőség: Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma Mezőgazdaságtudományi Kar
4032 Debrecen, Böszörményi út 138. Tel.: 52/508-310
E-mail: novenytermeles@agr.unideb.hu, szelesne@agr.unideb.hu

Felelős kiadó: Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centrum elnöke

Kiadja és terjeszti: Debreceni Egyetem
Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma
Mezőgazdaságtudományi Kar megbízásából



az Agroinform Kiadó
1149 Budapest, Angol u. 34.
Tel./fax: 1/220-8331
www.agroinform.com



A lap fenntartásához az alábbi kutatóintézetek és egyetemek járulnak hozzá rendszeres anyagi támogatásukkal:

Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma, Debrecen
Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma Karcagi Kutató Intézet, Karcag
Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma Nyíregyházi Kutató Központ, Nyíregyháza
Gabonatermesztési Kutató Közhasznú Társaság, Szeged
Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös
KRF „Fleischmann Rudolf” Kutatóintézet, Kompolt
Kiskun Kutatóközpont, Kiskunhalas
Magyar Növénynemesítők Egyesülete, Budapest
Mezőgazdasági Kutató-Fejlesztő Kht., Szarvas
MTA Növényvédelmi Kutatóintézete, Budapest
MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet, Prebázis Kft., Martonvásár
MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete, Budapest
Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal, Budapest
Szent István Egyetem, Gödöllő
Pannon Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely

Egyes szám ára: 400,- Ft

HU ISSN 0546-8191

Előfizethető a kiadónál, illetve a szerkesztőségben postautalvánnyal, vagy átutalással a K&H 10200885-32614451 pénzforgalmi jelzőszámra, a kiadvány pontos címének megjelölésével.

Készítette az Agroinform Kiadó és Nyomda Kft., Felelős vezető: Stekler Mária

Budapest, 2008/152

TARTALOM

<i>Keszthelyi Sándor–Varga Zsolt–Pál-Fám Ferenc</i> : A kukoricamoly (<i>Ostrinia nubilalis</i> Hübner) által károsított kukoricaszár mikroorganizmus fertőzöttsége	105
<i>Kádár Imre–Lehoczky Éva</i> : Néhány gyomfaj elemakkumulációja As és Cd által szennyezett talajon ...	113
<i>Kádár Imre–Morvai Balázs</i> : Börgyári szennyvíziszap-terhelés hatása a K, Sr, S, P, Fe, Mn és Al elemek forgalmára különböző talajokon	123
<i>Kádár Imre</i> : Műtrágyázás hatása a sárgarépa karbonátos homoktalajon	135
<i>Bíró János–Pepó Péter</i> : Néhány eltérő genotípusú napraforgó (<i>Helianthus annuus</i> L.) hibrid trágya-reakciójának vizsgálata	149
<i>Tanács Lajos</i> : Gyomirtószerek kezelése és évjárat hatása őszi búzák sütőipari jellemzőinek alakulására	159
<i>Pepó Péter–Dóka Lajos–Berényi Sándor–Vad Attila</i> : Az öntözés hatása a kukorica (<i>Zea mays</i> L.) termésére száraz évjáratban csernozjom talajon	171
<i>Tanács Lajos–Benedek Pál–Bodnár Károly–Molnár Imre–Monostori Tamás</i> : Magtermő vöröshagyma állományok megporzó rovarnépességeinek szerkezete a Makó környéki termőtalajon	181

MEGEMLEKEZÉS

<i>Nagy László</i> : Emlékezés Teichmann Vilmosra	195
<i>Heszky László</i> : Eltávozott a magyar növénynevelés doyenje Kurmik Ernő (1913–2008)	197
<i>Papp Erzsébet</i> : 100 évvel ezelőtt született Jánossy Andor (1908–1975)	199

KÖNYVISMERTETÉS	203
-----------------------	-----

SZEMLE	213
--------------	-----

CONTENTS

<i>Keszthelyi, S.–Varga, Zs.–Pál-Fám, F.</i> : Microfungi infection of maize stalk damaged by European corn borer (<i>Ostrinia nubilalis</i> Hübner)	105
<i>Kádár, I.–Lehoczky, É.</i> : Element accumulation in some weed species in soils contaminated by As and Cd	113
<i>Kádár, I.–Morvai, B.</i> : Effect of leather factory sludge loading on the movement of K, Sr, S, P, Fe, Mn and Al on different soils	123
<i>Kádár, I.</i> : The effect of fertilisation on carrot on calcareous sandy soil	135
<i>Bíró, J.–Pepó, P.</i> : Examining the fertiliser reaction of some sunflower (<i>Helianthus annuus</i> L.) hybrids of different genotypes	149
<i>Tanács, L.</i> : The effect of herbicide treatments and years on the baking parameters of winter wheat	159
<i>Pepó, P.–Dóka, L.–Berényi, S.–Vad, A.</i> : Effect of irrigation on the yield of maize (<i>Zea mays</i> L.) on chernozem soil in a dry year	171
<i>Tanács, L.–Benedek, P.–Bodnár, K.–Molnár, I.–Monostori, T.</i> : Structure of pollinating insect assemblages in seed onion fields in the traditional onion growing area of Makó	181

COMMEMORATION

<i>Nagy, L.</i> : In memory of Vilmos Teichmann	195
<i>Heszky, L.</i> : The outstanding representative of Hungarian plant breeding passed away Ernő Kurmik (1913–2008)	197
<i>Papp, E.</i> : Andor Jánossy was born 100 years ago (1908–1975)	199

BOOK REVIEW	203
-------------------	-----

REVIEW	213
--------------	-----

A kukoricamolymoly (*Ostrinia nubilalis* Hübner) által károsított kukoricaszár mikrogombás fertőzöttsége

¹KESZTHELYI SÁNDOR–²VARGA ZSOLT–¹PÁL-FÁM FERENC

¹Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar, Kaposvár

²Pannon Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely

Összefoglalás

A rovar-mikrogomba kapcsolatok több kérdést vetnek fel, amelyek feltérképezése további segítséget nyújthat a kukorica ismeretlen termés-csökkentő tényezőinek megismeréséhez. Jelen vizsgálat sorozat első lépéseként a kukorica egyik meghatározó rovarkártevőjének, a kukoricamolymoly (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) lárvájában megtalálható mikrogombafajok izolálását tűztük ki célul, szűkítve a rovar közvetítésével terjedő potenciális fitopatogének skáláját. A vizsgálatokhoz a Somogy megyei Ráksi település határában található 20 hektáros kukoricatáblából gyűjtöttünk két alkalommal, ősszel és a rákövetkező tavasszal 50–50, kukoricamolymoly-lárva által károsított szárdarabot. A mintákat nedveskamrákba helyeztük és szobahőmérsékleten, természetes fényforrásnál inkubáltuk. Az identifikálást burgonya dextróz agarra oltott tisztatenyészetekből végeztük. Munkánk során a kukoricamolymoly lárvája által károsított kukoricaszár mintákról 14 gombanemzetség 21 fajának jelenlétét mutattuk ki, ezek döntő többségben a mitospórás gombákhoz tartoznak. Dominánsak voltak a *Fusarium*, *Acremonia* és *Cladosporium* nemzetségek fajai. Főként a szaprotróf gombafajok jelenléte volt meghatározó, de fitopatogén fajokat (*Gibberella*, *Colletotrichum*, *Nigrospora* és *Fusarium*) is sikerült kimutatni. A tavaszi mintákban előforduló nemzetségszám és előfordulási intenzitás jóval magasabb volt, mint az őszi mintákban. Csökkenő előfordulási intenzitás csupán egy nemzetség, a *Fusarium* esetében volt megfigyelhető. Összességében egyes kukoricatáblák betakarításának elhagyása jelentősen elősegítheti több gombafaj, köztük fitopatogén fajok következő évi elterjedését, amely fertőzési göcként szolgálhat.

Microfungal infection of maize stalk damaged by European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hübner)

¹S. KESZTHELYI–²ZS. VARGA–¹F. PÁL-FÁM

¹University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár

²Pannon University, Georgikon Faculty of Agricultural Sciences, Keszthely

Summary

The relationships between insects and microfungi raise several questions whose mapping could provide further help in getting acquainted with the unknown yield-reducing factors of maize. As the first step in this current examination, our aim was to isolate the microfungal species that can be found in the larval cavity of European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.), one of the most important insect pests of maize. In this way, the scale of potential phytopathogens spread by intermediate hosts can be reduced. We collected 50–50 pieces of stalk damaged by European corn borer larvae in autumn and spring in Ráksi (Somogy county) on a plot of 20 hectares. We placed them into wet chambers and incubated them at room temperature and natural light. Identification was done from a pure culture inoculated into

potato dextrose agar. During our work, we identified 21 species of 14 fungus genera in samples of maize stalk damaged by the larvae of European corn borer. The majority of these species belong to mitosporic fungi. Species of *Fusarium*, *Acremonium* and *Cladosporium* genera were predominant. Mainly saprophytic fungus species were present, but we also managed to identify phytopathogenic species (*Gibberella*, *Colletotrichum*, *Nigrospora* and *Fusarium*). The number of genera and the intensity of appearance was much higher in spring samples than it was in autumn ones. Only in the case of *Fusarium* genus was it possible to observe a decreasing intensity of appearance. Altogether, the omission of certain maize plots' harvest can significantly enhance the spreading of several fungus species, especially phytopathogenic species the following year, thereby serving as a source of infection.

Bevezetés és irodalmi áttekintés

A kukorica rovarkártévőinek kártételi és biológiai kutatásai kiterjedtek. Az általuk okozott kár mértékének alakulása, és a kárt befolyásoló tényezők hatása többnyire ismert. Több szerző a termésvesztést elsődleges, vagy „közvetlen” kárnak nevezi (*Mile* és *Ilovai* 1979, *Pálfy* 1983). Emellett szaprotróf és fitopatogén mikroorganizmusok megtelepedésével egy úgynevezett „közvetett” kár is jelentkezhet, amely súlyosbítja a rovar által kialakított kárképet és további termésvesztés kiváltója lehet (*Virág* 1959, *Hertelendy* 1999, *Szeőke* 2003).

A kukoricában elsősorban a mikrogombák tevékenységére vezethetők vissza a kórtünetekkel járó megbetegedések. Ezen kukoricapatogén gombákról többek között *Ubrizsy* (1965) és *Horváth* (1995) tanulmányaiban kaphatunk átfogó ismertetést. A kukoricatáblák légtérében előforduló mikroszkópus gombákról, a gombanemzetségek megoszlásáról, valamint a növényállományon belüli terjedéséről *Fischl* 1983-as munkájában közöl információkat. Több vizsgálat igazolta a légtér különböző magasságaiban megfigyelhető eltérő spóra koncentrációt, illetve a pozitív összefüggést a levegő spóra-koncentrációja és a növények megbetegedése között (*Kramer et al.* 1968, *Van der Plank* 1967). A levegő útján történő terjedés (air-borne) mellett, több kultúra esetében a rovarok általi közvetítés is bizonyítást nyert. Például *Ruming et al.* (2004) kimutatták kukoricán a kukoricacsizsik (*Sitophilus zeamalis* Motschulsky) kártétele és az *Aspergillus flavus* fertőzés közötti kapcsolatot. *Horváth* és *Vecseri* (2004) igazolták napraforgón a gyapottok-bagolylepke (*Helicoverpa armigera* Hbn.) és *Rhizopus* spp. gombafajok kártétele közötti kapcsolatot.

Az irodalmi adatok több vektorkapcsolatot meghatároztak (*Ubrizsy* 1965), amelyek köre az újabb vizsgálatok eredményeként egyre bővült. Ennek ellenére kevésbé ismert az egyes kártévő fajok betegségátvivő képessége, illetve hogy az újonnan megismert fajok milyen szerepet játszanak a betegség terjesztésében. Azt azonban ki lehet jelteni, hogy a vektorok körepidémiában betöltött szerepéhez ismerni kell az adott kórokozó terjedésének mechanizmusát (*Horváth* 1972). A vektor jelenség a vírusok terjedésénél a leginkább tisztázott. Ezen ismeretek segítséget nyújthatnak a gombabetegségek kialakulásának és terjedésének megismeréséhez is. Kérdésként vetődhet fel, hogy a vírusokhoz hasonlóan baktériumok, gombák is felvételre kerülhetnek, esetleg inkubálódhatnak-e illetve, hogy az egyébként fitopatogén mikroorganizmusok bizonyos környezeti tényezők hatására nem viselkednek-e a fakultatív entomopatogénként?

A növényvírusok méretükből adódóan könnyen bekerülhetnek a rovarok emésztőcsatornájaiba. Két zárlati károsítóként nyilvántartott baktérium (*Erwinia stewartii*, *Erwinia chrysanthemi*) rovarok által történő terjedése is bizonyított (*Elliot* és *Poos* 1940). E baktériumok méreteiből feltételezhető egyéb mikrogomba fajok különböző ivaros és ivartalan szaporító képleteinek rovarok által történő terjedése is, hiszen az említett *Erwinia* fajok átlagos nagysága (*Straub* 1978) megegyezik bizonyos gombák konidióspóráinak méretével (2µm) (*Bánhegyi et al.* 1985). A rovar-mikrogomba kapcsolatok több olyan kérdést vetnek fel, amelyek feltérképezése további segítséget nyújthat a kukorica ismeretlen terméscsökkenő hatásának megismeréséhez. E vizsgálat sorozat első lépéseként a kukorica egyik meghatározó rovarkártévőjének, a kukoricamolymoly (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) lárvajaratában megtalálható mikrogombafajok izolálását tűztük ki célul, szűkítve a rovar közvetítéssel terjedő potenciális fitopatogének skáláját.

Anyag és módszer

A kukoricamolymoly kártételéhez kapcsolódó mikrogombás fertőzés vizsgálata érdekében a Somogy megyei Ráksi település határában található 20 hektáros kukoricatáblából két alkalommal gyűjtöttünk (2006. október 25. és 2007. március 11.) károsított szárdarabokat. Az őszi és a tavaszi gyűjtéssel a mikrogombák szezonális megjelenésére vonatkozó információkat kívántunk leszárnítani. Mindkét alkalommal 50–50 db mintát gyűjtöttünk be. A vizsgálati anyagot olyan szárdarabok képezték, amelyen a kukoricamolymoly lárvájának kártétele volt észlelhető, valamint ahol a szár belsejében a lárvajáratokat is megtaláltuk. A begyűjtött szárdarabok a kukoricamolymoly lárváinak telelési viselkedéséből adódóan zömében a kukorica középső és alsó internódiumai közül kerültek ki.

Vizsgálatainkban a lárvajáratokban és a járatok környékén, valamint a szárok felületén is jelenlévő mikroszkopikus gombák fajspektrumának feltérképezéséhez hagyományos mikológiai módszereket alkalmaztunk. A károsított szárokat hosszirányban félbevágtuk és felületi fertőtlenítés alkalmazása nélkül a szárdarabokat nagyméretű (19 cm átmérőjű) Petri csészében kialakított nedveskamrába helyeztük. A Petri csészék aljára duplarétegű szűrőpapírt korongokat helyeztünk, amelyeket desztillált vízzel nedvesítettünk. A szárdarabokat erre helyeztük szűnyoghálóra tettük (1. ábra). Így elkerülhető volt a szárok és a nedves szűrőpapír közvetlen érintkezése és a mintaanyagok befülledése.

1. ábra. A kukoricaszárak inkubációja nedves kamrában



Figure 1. Incubation of maize stalks in wet chamber

Egy Petri csészébe 4 db félbevágott kukoricaszárat helyeztünk. Az inkubálást szobahőmérsékleten ($21\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 1$) mesterséges megvilágítás nélkül, természetes fényforrásnál végeztük. A minták mikológiai értékelését 48 órás inkubációs idő eltelté után kezdtük el. A gombák jelenlétét hét napig kísértük figyelemmel. Értékeléseink során az inkubált kukoricaszárokat binokuláris sztereomikroszkóppal vizsgáltuk, majd preparátumok készítését követően binokuláris fénymikroszkóppal határoztuk meg a kórokozó gombák szaporítóképleteinek méretét, színét, morfológiai jellemzőit. A gombafajok azonosításához (főként a *Fusarium* fajok esetében) burgonya dextróz agarra (BDA) oltott tisztatenyészeteket állítottunk elő. A képződött telepek színe, mérete, habitusa további segítségként szolgáltak a gombafajok meghatározásában. A kukoricaszárak lárvajárateiben több esetben talált elpusztult hernyókat, illetve a visszamaradt bábgingeket először sztereomikroszkóppal vizsgáltuk, majd azokat BDA táptalajra helyeztük az ekto-, illetve endogén mikrogombák felszaporítása és azonosítása érdekében.

A gombanemzetségek és azok fajainak határozásához Ubrizsy (1965), Ellis (1971, 1976), Booth (1971), Barnett és Hunter (1972), Fassatióva (1984) határozókönyveit használtuk fel.

A használt nevezéktan az Index Fungorum nevezéktana (www.indexfungorum.org).

Eredmények és értékelés

Munkánk során a kukoricamolymoly lárvája által károsított kukoricaszár mintákról 14 gombanemzetség 21 fajának jelenlétét mutattuk ki (1. táblázat).

1. táblázat. A kukoricaszárakról izolált gombanemzetségek/fajok

Gombanemzetség (1)	Gombafaj (2)
Mucor	<i>Mucor</i> sp.
Rhizopus	<i>Rhizopus oryzae</i> Went & Prins. Geerl. (syn. <i>R. arrhizus</i>) <i>Rhizopus stolonifer</i> var. <i>stolonifer</i> (Ehrenb.) Vuill.
Gibberella	<i>Gibberella zeae</i> (Schwein.) Petch
Colletotrichum	<i>Glomerella graminicola</i> D.J. Politis (jelen esetben az ivartalan alakja, a <i>Colletotrichum graminicola</i> (Ces.) G.W. Wilson került azonosításra) (3)
Acremonium	<i>Acremonium</i> sp.
Penicillium	<i>Penicillium</i> spp.
Gonotobotrys	<i>Gonotobotrys flava</i> Bonord.
Trichothecium	<i>Trichothecium roseum</i> (Pers.) Link
Nigrospora	<i>Khuskia oryzae</i> H.J. Huds. (jelen esetben az ivartalan alakja, a <i>Nigrospora oryzae</i> Berk. & Broome került azonosításra) (4)
Acremoniella	<i>Acremoniella atra</i> (Corda) Sacc.,
Cladosporium	<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vries <i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link
Alternaria	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.
Epicoccum	<i>Epicoccum nigrum</i> Link
Fusarium	<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe <i>Fusarium oxysporum</i> Schldl. <i>Fusarium semitectum</i> Berk. & Ravenel (syn. <i>Fusarium incarnatum</i> (Desm.) Sacc.) <i>Fusarium moniliforme</i> J. Sheld., <i>Fusarium subglutinans</i> (Wollenw. & Reinking) P.E. Nelson, Toussoun & Marasas

Table 1. Fungus genera/species isolated from maize stalks. (1) Fungi genus, (2) Fungi species, (3) In this case, we identified its monogenetic form, *Colletotrichum graminicola* (Ces.) G.W. Wilson, (4) In this case, we identified its monogenetic form, *Nigrospora oryzae* Berk. & Broome.

Az azonosított gombafajok döntő többségben a mitospórás gombákhoz (régábban *Deuteromycota* törzs) tartoznak. Dominánsak voltak a *Fusarium*, *Acremoniella* és *Cladosporium* nemzetségek gombafajai (2. táblázat).

A tavaszi mintákban előforduló nemzetségszám magasabb volt, mint az őszi minták nemzetségszáma (13 nemzetség, szemben az őszi 10 nemzetséggel). A különböző nemzetségek őszi és tavaszi előfordulási intenzitását tekintve megfigyelhető volt, hogy míg egy, a *Nigrospora oryzae* csak az őszi mintákban fordultak elő, mások csak a tavasziban voltak kimutathatók (*Colletotrichum*, *Acremonium*, *Penicillium*, *Trichothecium*). Csökkenő előfordulási intenzitás az őszi és a tavaszi minták között csupán egy nemzetség, a *Fusarium* esetében volt megfigyelhető. Három nemzetség (*Mucor*, *Rhizopus*, *Alternaria*) esetében nem történt változás az előfordulási intenzitásban. Végül, négy nemzetség (*Gibberella*, *Gonotobotrys*, *Acremoniella* és *Cladosporium*) esetében nőtt az előfordulási intenzitás.

2. táblázat. A vizsgált kukoricaszár mintákról azonosított gombanemzetségek megoszlása a mintagyűjtés időpontjai szerint

Gyűjtés időpontja (2)	Gombanemzetségek (1)													
	Mucor	Rhizopus	Gibberella	Colletotrichum	Acremonium	Penicillium	Gonatotryps	Trichotecium	Nigrospora	Acremonella	Cladosporium	Alternaria	Epitococcum	Fusarium
Őszi gyűjtés (3)	*	*	*	-	-	-	*	-	*	**	**	**	*	***
Tavaszi gyűjtés (4)	*	*	**	*	*	**	**	*	-	***	***	**	*	**

Megjegyzés:

- nem fordult elő

* sporadikus előfordulás

** közepes intenzitású előfordulás

*** erőteljes előfordulás (5)

Table 2. Distribution of fungus genera identified on the analysed maize stalk samples among the different occasions of sample collection (1) Fungi genera, (2) Time of sample collection, (3) Autumn collection, (4) Spring collection, (5) Note: - did not appear, *sporadic appearance, **average intensity of appearance, ***strong appearance.

A gombák életmódja alapján megállapíthatjuk, hogy a vizsgált kukoricaszárakon főként a szaprotróf gombafajok jelenléte volt a meghatározó. Fitopatogén tulajdonságokkal rendelkező gombafajok a *Gibberella*, *Colletotrichum*, *Nigrospora* és *Fusarium* nemzetségekből kerültek ki. A kukoricaszárak esetében nem meglepő a közel 100%-os *Fusarium* fertőzöttség, hiszen ez már régen kutatott és bizonyított tény, hogy a *Fusarium* fajok polifágok. Lehetnek talajlakók és egyben gyengültségi paraziták, tehát a kukoricánövényen keletkezett bármely sebzés mentén azonnal megjelenhetnek. Jelentős eltérést tapasztaltunk viszont a gombanemzetség eltérő időpontban gyűjtött kukoricaszárakon való megjelenésének intenzitásában. Az ősszel gyűjtött szárak mindegyikén kimutattuk és több esetben erőteljes volt a *Fusarium* fajok megjelenése. Domináns a *F. oxysporum*, *F. graminearum* fajok voltak, de azonosítottuk a *F. semitectum*, *F. moniliforme* és *F. subglutinans* gombafajokat is. A tavaszi gyűjtésből származó szármintákon szintén számottevő volt a *Fusarium* fajok jelenléte, azonban a fertőzöttség erőssége elmaradt az ősszel gyűjtött szárak fertőzöttségéhez viszonyítva. A *F. graminearum* ivaros alakjának (*Gibberella zeae*) peritéciumait (2. ábra) a tavasszal gyűjtött szármintákon azonosítottuk magasabb arányban, míg ősszel csupán egy mintán mutattuk ki a *G. zeae* jelenlétét.

A *Colletotrichum graminicola* (3. ábra) a kukorica antraknózisát okozza. A betegség ritkán fordul elő, s vizsgálatainkban a tavaszi gyűjtésből származó egyetlen mintán mutattuk ki a kórokozóra tipikusan jellemző serteszőrös acervulusz telepeket és a jellegzetesen sarló alakban hajlított és olajcseppel ellátott konídiumokat. Szintén egyetlen minta esetében mutattuk ki ősszel a *Nigrospora oryzae* (4. ábra) gombafajra jellemző sötétfelete egysejtű konídiumokat.

A többi azonosított gombafaj szaprotróf jellegükből adódóan elhalt és korhadásnak indult növényi anyagokon gyakran előfordulnak. Itt is meg kell jegyeznünk azonban, hogy

a gyűjtés időpontja ezen fajok esetében is meghatározó volt. Az *Acremoniella atra* gombafaj sokkal intenzívebb megjelenését tapasztaltuk a tavaszi minták esetében, valamint a *Cladosporium* fajok előfordulása is ebben az időszakban volt erőteljesebb.

2. ábra. *A Giberella zeae* peritéciuma

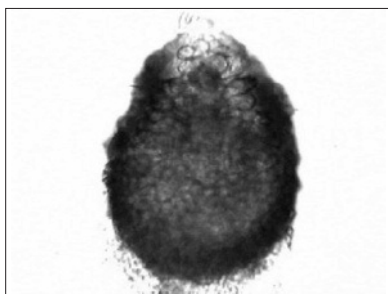


Figure 2. Perithecium of *Giberella zeae*

3. ábra. *A Colletotrichum graminicola* acervulusza

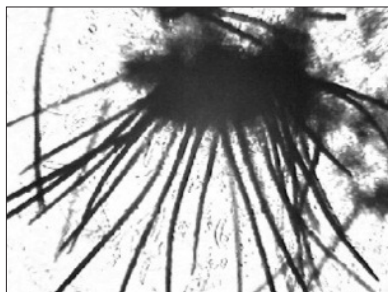


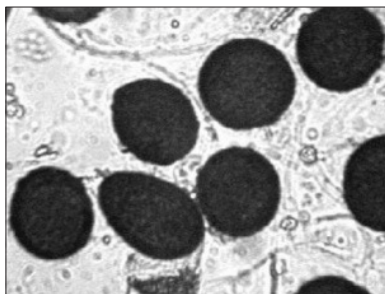
Figure 3. Acervulus of *Colletotrichum graminicola*

Az elpusztult lárvák és bábingek táptalajra történő helyezését követően csupán micélium szálak megjelenését tudtuk kimutatni. Sporulációt nem tapasztaltunk, így határozható gombafajok jelenlétére nem tudunk következtetni.

A különböző nemzetségek őszi és tavaszi előfordulási intenzitását tekintve megfigyelhető, hogy míg egy, a *Nigrospora oryzae* csak az őszi mintában fordult elő, mások csak a tavasziban voltak kimutathatók (*Colletotrichum*, *Acremonium*, *Penicillium*, *Trichothecium*).

Összességében egyes táblákon a kukorica lábön hagyása jelentősen elősegítheti több gombafaj, köztük fitopatogén fajok következő évi elterjedését. Így fertőzési gócként szolgálhat.

Vizsgálataink a kukoricamolymoly lárvakártételének megítélését is új megvilágításba helyezheti. Így nem csupán a szárban történő aknázással, hanem az általa esetlegesen közvetített, gazdasági kárt okozó fitopatogének terjesztésével is számolni kell.

4. ábra. A *Nigrospora oryzae* konídiumaiFigure 4. Conidia of *Nigrospora oryzae*

IRODALOM

- Barnett, H.L.–Hunter, B.B.: 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Third edition, Burgess Publishing Company.
- Bánhegyi J.–Tóth S.–Ubrizsy G.–Vörös J.: 1985. Magyarország mikroszkópikus gombáinak határozó könyve 1–3. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Booth, C.: 1971. The genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey, England.
- Elliot, C.–Poos, F.W.: 1940. Seasonal development, insect vectors and host range of bacterial wilt of sweetcorn. *Journal of Agriculture Research*. 10: 645–686.
- Ellis, M.B.: 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England.
- Ellis, M.B.: 1976. More Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey, England.
- Fassatióva, O.: 1984. Penészek és fonalgombák az alkalmazott mikrobiológiában. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Fischl G.: 1983. A kukoricatáblák légerének mikroszkópikus gombái. *Növényvédelem*. 19. 11: 481–485.
- Hertelendy L.: 1999. Kukoricamolymoly: fokozódó kártétel. *Magyar Mezőgazdaság*. 54. 39: 17.
- Horváth J.: 1972. Növényvírusok, vektorok, vírusátvitel. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Horváth J.: 1995. A szántóföldi növények betegségei. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Horváth Z.–Vecseri Cs.: 2004. A *Rhizopus* spp. gombafajok megjelenése és a gyapottok-bagolylepke (*Helicoverpa armigera* Hbn.) kártétele közötti összefüggés vizsgálata. 9. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum, Debrecen, 20–21: 238–243.
- Kramer, C.L.–Pady, S.M.–Calry, R.–Haard, R.: 1968. Diurnal periodicity in aeciospore release of certain rusts. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 51: 679–687.
- Mile L.–Ilovai Z.: 1979. A kukoricamolymoly (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) kártételének vizsgálata iparszerű termelési viszonyok között. *Növényvédelem*. 15. 7: 313–315.
- Pálffy Cs.: 1983. A kukoricamolymoly és kártétele. *Növényvédelem*. 19. 11: 515–517.
- Ruming, L.–Manjit, S.K.–Orlando, J.M.–Linda, M.P.: 2004. Relationship among *Aspergillus flavus* infection, maize weevil damage, and ear moisture loss in exotic x adapted maize. *Cereal Research Communication*. 32. 3: 371–377.
- Straub F.B.: 1978. *Biológiai lexikon*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Szeőke K.: 2003. A gyapottok-bagolylepke (*Helicoverpa armigera* Hbn.) 2003. évi kártétele napraforgóban. *Gyakorlati Agroforum*. 14. 11: 31–32.
- Ubrizsy G.: 1965. *Növénykórtan I–II*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Virág I.: 1959. A kukorica legnagyobb ellensége. *Magyar Mezőgazdaság*. 14. 8: 12–13.
- Van der Plank, J.E.: 1967. Spread of plant pathogens in space and time Air-borne Microbes. Cambridge Univ. Pr. 227–246.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Dr. Keszthelyi Sándor
Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar
Kaposvár
Guba Sándor u. 40.
H-7400

Dr. Varga Zsolt
VE Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar
Keszthely
Deák Ferenc u. 16.
H-8360

Dr. Pál-Fám Ferenc
Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar
Kaposvár
Guba Sándor u. 40.
H-7400

Néhány gyomfaj elemakkumulációja As és Cd által szennyezett talajon

¹KÁDÁR IMRE–²LEHOCZKY ÉVA

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Budapest
VE Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely

Összefoglalás

A termőhely 5% CaCO₃-ot, 3% humuszt tartalmaz 20% körüli agyag és 40% leiszapolható rész frakcióval. Talajvizsgálatok szerint kielégítő Mn, Mg és Cu, közepes N és K, valamint gyenge P és Zn ellátottsággal rendelkezik. Talajvíz kb. 15 m mélyen helyezkedik el. A 13 mikroelemmel végzett terhelési kísérletet 1991 tavaszán állítottuk be 13 × 4 terhelés szint = 52 kezelés × 2 ismétlés = 104 parcellában. A kísérlet 12. évében, 2002 szeptember 26-án gyomfajok mintavételére került sor a mák betakarítása után az As és Cd kezelésekből, összesen 16 parcellán. Fajonként és parcellánként az átlagminta 8–10 növényegyedet foglalt magában. A terhelés 0, 90, 270, 810 kg/ha elemi As, ill. Cd egyszeri alkalmazását jelentette 1991 tavaszán NaAsO₂, ill. CdSO₄ formájában. Főbb levonható tanulságok:

1. A kísérlet első éveiben a bevitt As 20–30 %-a, a 7.–10. éveiben 10–15%-a volt kimutatható NH₄-acetát+EDTA oldható formában a szántott rétegben. A Cd mintegy 70%-át találtuk ugyanebben a formában, csak a 10. évben csökkent az oldható mennyiség 50% körüli értékre. Az As a bevitel helyén maradt és idővel más formákká alakult, megkötődött. A Cd részben a szántott réteg alá mosódott.
2. A CON AR, SYS SO, AMA CH gyomfajok hajtása gazdagabb volt ásványi elemekben, mint a rizóma és gyökér. Kivételt az As jelentett, mely döntően a földalatti szervekben akkkumulálódott.
3. A vizsgált gyomfajok As és Cd akkumulációja eltérő. Az apró szulák (CON AR) a legtöbb As-t és a legkevesebb Cd-ot építette testébe. Az AMA BL kifejezetten Cd-akkumulátornak mutatkozott a többi gyomfajhoz, ill. a mák szárához viszonyítva 74 mg/kg Cd tartalmat produkálva.
4. Az egyes gyomfajok hajtásának makro- és mikroelem tartalmában többszörös különbségek adódtak. Lényegesen eltérő volt az elemek egymáshoz viszonyított aránya. Így pl. a K/Ca arány 1,2 az AMA BL, ill. 3,8 az ECH CG esetében. A gyomfajok összetétele jól tükrözi a termőhelyi viszonyokat, a talajok elemkinálatát és egyes fajok alkalmasak lehetnek a szennyezett területek, talajok diagnosztizálására mint akkumulátorok.

Element accumulation in some weed species in soils contaminated by As and Cd

¹I. KÁDÁR–²É. LEHOCZKY

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry
of the Hungarian Academy of Sciences (RISSAC), Budapest
UV Georgikon, Faculty of Agricultural Sciences, Keszthely

Summary

The production site contains 5% CaCO₃, 3% humus with around 20% clay and 40% silt content. Based on the soil analyses, its degree of Mn, Mg and Cu supply is satisfactory, whereas it contains an average amount of N and K and a low amount of P and Zn. The groundwater can be found at a depth of around 15 m. The loading experiment carried out using 13 microelements was established in spring 1991 on 104 plots (13 × 4 loading levels = 52 treatments × 2 replications). We took samples from the weed species in As and Cd treatments after the harvesting of poppy on 16 plots on 26th September 2002, the 12th year of the experiment. The average sample contained 8–10 plants per species and plot. Loadings were 0, 90, 270 and 810 kg ha⁻¹ of elemental As and Cd in spring 1991 in the forms of NaAsO₂ and CdSO₄. The main conclusions were as follows:

1. In the first years of the experiment, 20–30% of As could be measured, while in the 7th–10th years 10–15% could be detected in a NH₄-acetate+EDTA-soluble form in the ploughed layer. 70% of Cd was found in the same form, the soluble form decreased to around 50% in the 10th year. As did not move downwards in soil, but later transformed into other forms and it became fixed. Cd partly leached under the ploughed layer.
2. The shoots of weed species CON AR, SYS SO, AMA CH were richer in mineral elements than the rhizome and the root. As was an exception as it mainly accumulated in the underground parts.
3. The As and Cd accumulations of the examined weed species are different. *Convolvulus arvensis* (CON AR) incorporated the biggest amount of As and the smallest amount of Cd into its organism. AMA BL was proved to be a Cd accumulator in comparison with the other weed species and the stalk of poppy presenting a Cd content of 74 mg kg⁻¹.
4. There were multiple differences in the macro- and microelement content of the shoots of each weed species. The ratio of elements compared to each other was significantly different. For example, the ratio of K/Ca was 1.2 in the case of AMA BL and 3.8 in the case of ECH CG. The composition of weed species well reflects the production site conditions, the element range of soils and certain species can be used to diagnose contaminated areas and soils, due to their application as accumulators.

Bevezetés és irodalmi áttekintés

A gyomok kártételét gyakran olyan mérvűnek tekintik, mint a növényi betegségek és az állati kártevők által okozott termésvesztés együttesen. Az okszerű táplálás, ill. trágyázás növelheti a kultúrnövény fejlődését, ezzel a gyomelnyomó konkurencia képességét. Szabadföldi tartamkísérletünkben pl. 1990-ben a sörárpának nőtt a borítottsága és a termése az NP-trágyázással, míg a gyomborítás mérséklődött és a gyomfajok száma 1/6-ára csökkent (Kádár *et al.* 2003a). Ugyanebben a mezőföldi NPK tartamkísérletben a sörárpával ellentétben az olajlen 1987-ben érzékenyen reagált a N és a P együttes túlsúlyára. Június elején mért növénymagasság és borítottság felére zuhant az NP-bőség nyomán, míg a gyom borítottsági %-a megháromszorozódott. Különösen a fehér libatop nyert teret, mely hasznosítani képes a talaj tápanyagtökéjét. A kontrollhoz képest a túl trágyázott talajon mintegy 20-szorosára nőtt a gyomok tömege és a N-felvétele, 30-szorosára a PK-felvétel. Abszolút értékben kifejezve a N elérte a 34 kg/ha, a P₂O₅ 10 kg/ha, a K₂O felvétele a 60 kg/ha mennyiséget (Kádár *et al.* 2003b).

Korábbi vizsgálataink alapján megállapítottuk, hogy a gyomok fajgazdagsága és eltérő elemfelvételi képessége lehetővé teszi a tápelemben szegény és a túl trágyázott területek hasznosítását egyaránt. A széles gyomspektrumból ugyanis olyan fajok indulnak erőteljesebb fejlődésnek, amelyek leginkább adaptálódtak az extrém tápanyagkínálati szituá-

ciókhoz. A szakszerűtlen trágyázás, az alul- és a túltrágyázás egyaránt, amennyiben a kultúrnövényekkel való borítottság csökkenéséhez vezet, gyomosodást elősegítő tényezővé válhat (Kádár 1992).

Csapadékszegény években az NP-trágyázás túlsúlya gyakran termésdepresszióhoz vezet. A tárgyalt mezőföldi műtrágyázási tartamkísérletben 1988-ban a szója virágzás végén 78%-ban borította a talajt a kontroll és 56%-ban a P-túlsúlyos kezelésben. A gyomok ugyanitt 5 és 21%-ot képviseltek, a N-felvételük 17 és 69 kg/ha között ingadozott. Meghatározóak az *Amaranthus* és a *Chenopodium* fajok voltak (Kádár et al. 2003d). Ugyan ebben a kísérletben 1990-ben borsót termesztettünk. Az NPK trágyázással a borsó borítása 40%-ról 72%-ra, míg a gyomborítás a trágyázatlan kontrollon mért 1%-ról 11%-ra emelkedett, döntően a henye disznóparéj térhódítása eredményeképpen. A gyom és a kultúrnövény közötti konkurencia nem lépett fel, mert az együttes növényborítás is csak 83%-ra emelkedett (Kádár et al. 2003c).

A 2000. évben spenóttal végeztük a kísérletet. A vetés után 1 hónappal, május 11-én végzett felvételezéseink szerint a spenót a kontroll talajon 1,2%, az NPK kezeléseknél 10,1% borítást mutatott. Döntően a K-trágyázással nőtt a borítás. A gyomborítást viszont alapvetően az NP-túlsúly segítette, míg a K-trágyával visszaszorult 15%-ról 10%-ra. Uralkodó gyomfaj az *Amaranthus blitoides* volt (Kádár et al. 2004).

A mikroelemterhelési kísérletünket 1991 tavaszán állítottuk be mészlepedékes csernozjom talajon, az Intézet Nagyhorcsök Kísérleti Telepén. Az első évben kukoricát termesztettünk. A 4–6 leveles kukorica hajtását és a gyomok hajtását elemezve megállapítottuk, hogy az uralkodó disznóparéj és libatopfélék jó indikátorai lehetnek a talajszennyezésnek. A gyomok a Sr-ot 10-szeres, Al és Ba elemeket 5-szörös, Cd és Ni elemet 2–3-szoros mértékben akkumulálták a kukoricához viszonyítva (Kádár et al. 2000a). A sárgaréppával 1992-ben végzett kísérletben azt találtuk, hogy az említett kétszikű nagytetű gyomok a répalombhoz képest egy nagyságrenddel több Al és Cr elemet akkumuláltak. Nagyobb volt az As, Hg, Ni, Pb és Sr tartalma is, míg a Mo és Se a sárgarépa levelében volt több (Kádár et al. 2000b). A továbbiakban néhány gyomfaj elemakkumulációját mutatjuk be arzénal és kadmiummal szennyezett talajon. A 2002-ben mák növényekkel végzett vizsgálatok eredményeit korábban közöltük (Kádár et al. 2003e).

Anyag és módszer

Kísérletünket 1991. tavaszán állítottuk be az MTA TAKI nagyhorcsöki kísérleti telepén. A termőhely löszön képződött mészlepedékes csernozjom talaja a szántott rétegben átlagosan 5% CaCO₃-ot és 3% humuszt tartalmaz. Fizikai féleségét tekintve vályog, 20% agyag, ill. 40% leiszapolható rész frakcióval. Agyagásványainak közel felét illit, 1/3-át klorit, kisebb részét szmektit alkotja. A talajvíz tükre kb. 15 m mélyen helyezkedik el, szennyeződése felszíni kilúgzással gyakorlatilag kizárt. A telep éghajlata az Alföldéhez hasonlóan száraz, aszályra hajló. Szántott rétegében a pH(KCl) 7,3; AL-P₂O₅ 80–100, AL-K₂O 140–160, KCl-Mg 150–180, a KCl+EDTA-oldható Mn 80–150, Cu 2–3, Zn 1–2 mg/kg értéket mutat. A *MÉM NAK* (1979) által bevezetett módszerek és határértékek alapján ezek az adatok a talaj igen jó Mn, kielégítő Mg és Cu, közepes N és K, valamint gyenge P és Zn ellátottságról tanúskodnak.

Az alkalmazott kezelések olyan talajszennyezettségi viszonyokat modelleznek, melyek ipari létesítmények, autóutak és települések szennyezett környezetében, városi kiskertekben ma is előfordulnak vagy a jövőben előfordulhatnak. A 13 vizsgált mikroelem sóját 4–4 szinten egyszer alkalmaztuk 1991 tavaszán, az első évben vetett kukorica alá. A 13 × 4=52 kezelést 2 ismétlésben állítottuk be összesen 104 parcellán split-plot elrendezésben. A terhelési szintek 0, 90, 270, 810 kg/ha mennyiséget jelentettek elemenként AlCl₃, NaAsO₂, BaCl₂, CdSO₄, K₂CrO₄, CuSO₄, HgCl₂, (NH₄)₆Mo₇O₂₄, NiSO₄, Pb(NO₃)₂, Na₂SeO₃, SrSO₄, ZnSO₄ formájában. Az alaptrágyázást évente végeztük 100–100–100 kg/ha N, P₂O₅ és K₂O hatóanyag alkalmazásával ammonitrát, szuperfoszfát és kálisó műtrágyákkal. Az 1991–2000. évek növényi sorrendjéről 1. táblázat tájékoztat.

1. táblázat. Növényi sorrend a mikroelem-terhelési kísérletben 1991–2000. között
(Mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörcsök, Mezőföld)

Év (1)	Kísérleti növény (2)	Év (1)	Kísérleti növény (2)
1991	Kukorica(3)	1997	Őszi búza(9)
1992	Sárgarépa (4)	1998	Napraforgó(10)
1993	Burgonya (5)	1999	Sóska (11)
1994	Cukorborsó (6)	2000	Őszi árpa (12)
1995	Cékla (7)	2001	Őszi repce (13)
1996	Spenót (8)	2002	Mák (14)

Table 1. Crop sequence in the microelement loading experiment between 1991–2000 (Calcareous chernozem loamy soil, Nagyhörcsök, Mezőföld). (1) Year, (2) Experimental plant, (3) Maize, (4) Carrot, (5) Potato, (6) Sugar pea, (7) Table beet, (8) Spinach, (9) Winter wheat, (10) Sunflower, (11) Garden sorrel, (12) Winter barley, (13) Winter rape, (14) Poppy.

A mák aratása 2002. július 16-án, a tarlóhántás július végén történt. Júliusban 64, augusztusban 84 mm eső esett. Szeptember 26-án az őszi műtrágyázás és szántás előtt gyommintákat gyűjtöttünk az As és Cd kezelések 8 + 8 = 16 parcellájáról. Az átlagminta minimum 5 növényegyedet (hajtást) jelentett parcellánként. A növényfajok fejlettségi stádiuma természetesen nem esett egybe, általában a virágzás előtti állapotot képviselték. Az apró szulák és a karsú disznóparéj rizómáját, ill. a sebforrasztó zombor gyökerét külön is elemeztük cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárást követően ICP technikát alkalmazva. A kísérlet 12 éve alatt többször került sor talajmintavételre a szántott rétegből. Parcellánként 20–20 pontminta egyesítésével átlagmintákat gyűjtöttünk és a minták NH₄-acetát+EDTA oldható elemtartalmát határoztuk meg *Lakanen* és *Erviö* (1971) módszerével.

Eredmények megvitatása

Kezelések hatását a szántott réteg NH₄-acetát+EDTA oldható As és Cd tartalmára a 2. táblázat adatai szemléltetik a kísérlet első 10 éve folyamán, 1991–2000. között. Látható, hogy a szennyezetlen kontroll talajon az As és a Cd mennyisége 0,1 mg/kg kimutatási határ alatt marad. Bár a mintavételek, a minták előkészítése és elemzése kellő gondossággal történt és ugyanazon módszerrel, ugyanazon személyek végezték, az elemek kimutathatósága, azaz a talajba vitt As és Cd oldhatósága tág határok között ingadozott. Idővel pedig az oldhatóság lecsökkent. Amennyiben abból indulunk ki, hogy a szántott 20–25 cm talajréteg mintegy 3 millió kg/ha tömeget képviselhet, az 1 mg/kg 3 kg/ha mennyiségnek felelhet meg. Az As esetében az első 3 mintavétel átlagában a 30 mg/kg (90 kg/ha) terhelésnél átlagosan 20%, a 90 mg/kg (270 kg/ha) terhelésnél 26%, míg a 270 mg/kg (810 kg/ha terhelésnél) 30% mutatható ki e módszerrel. Az évtized második felében, ill. végén a kísérlet 7. és 10. éveiben a visszamérhetőség rendre 10, 12, ill. 15%-nak adódik ugyanitt. Úgy tűnik tehát, hogy a nagyobb terhelésnél egyre növekvő hányad maradhat oldható formában. Ugyanakkor idővel az As egyre nagyobb része más formákká alakul, megkötődik a talajban. Megemlítjük, hogy a növényi felvétel elhanyagolható volt a bevitt As tömegéhez viszonyítva és az As a mélyfúrások adatai szerint a bevitel helyén a szántott rétegben maradt (*Kádár* és *Németh* 2003).

A Cd esetében a kimutathatóság, ill. az e módszerrel becsült oldhatóság 70% körülire tehető az adagtól/terheléstől és a mintavétel idejétől szinte függetlenül. Csak a kísérlet 10. évében, 2000. évben végzett analízisek utalnak egyértelmű csökkenésre. A növényi felvétel itt is elhanyagolható volt a terheléshez viszonyítva. Viszont némi kilúgást nyomon követhettünk a 30–60 cm rétegben, mely 3 mg/kg mennyiségnek adódott. A Cd tehát szintén kevésbé oldható formává alakulhat idővel a talajban, de az As-hoz viszonyítva jelentős hányada még egy évtized után is jól tükrözheti a talajterhelést (2. táblázat).

2. táblázat. As és Cd terhelés hatása a talaj szántott rétegének NH_4 -acetát+EDTA oldható elemtartalmára 2000-ben
(Mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörösök, Mezőföld)

Mintavétel Év, hó, nap (1)	Terhelés kg/ha 1991 tavaszán* (2)				SzD _{5%} (3)	Átlag (4)
	0	90	270	810		
As, mg/kg						
1991. 07.	<0,1	7	18	66	14	23
1992. 11.	<0,1	6	31	93	17	33
1994. 04.	<0,1	4	21	80	9	26
1997. 07.	<0,1	3	11	42	3	14
2000. 09.	<0,1	3	12	37	3	13
Cd, mg/kg						
1991. 07.	<0,1	30	86	228	40	86
1992. 11.	<0,1	18	62	228	24	80
1994. 04.	<0,1	14	44	164	13	56
1997. 07.	<0,1	27	85	190	15	76
2000. 09.	<0,1	14	44	124	8	46

*Alkalmazott sók formája: NaAsO_2 és CdSO_4 . Kimutatási határ 0,1 mg/kg.(5)

Table 2. The effect of As and Cd loading on the NH_4 -acetate+EDTA-soluble element content of the ploughed layer of soil in 2000 (Calcareous chernozem loamy soil, Nagyhörösök, Mezőföld). (1) Sampling (year, month, day), (2) Loading kg ha^{-1} in spring 1991*, (3) LSD_{5%}, (4) Average, (5) Applied forms: NaAsO_2 and CdSO_4 . Detection limit: 0.1 mg kg^{-1} .

A 3. táblázatban az apró szulák (CON AR), a sebforrasztó zsombor (SYS SO) és a karcsú disznóparéj (AMA CH) légszáraz hajtásának és gyökerének/rizómájának átlagos összetételét tanulmányozhatjuk. Megállapítható, hogy általában a földfeletti hajtás gazdagabb ásványi elemekben. Ez alól egyértelműen kivételt képez az As, mely mindhárom vizsgált gyomfaj földalatti részében akkumulálódott nagyobb mértékben.

A kísérlet első évében, 1991-ben kukoricát termesztettünk. A 4–6 leveles korú átlományban a hajtást és a gyökereket külön analizáltuk. A fiatal kukorica gyökerében átlagosan 4-szeres volt az Pb, közel 10-szeres az As, Hg és Ni, 15-szörös az Al, 30-szoros a Cd és Cr akkumulációja a hajtáshoz képest. Ugyanakkor más elemek (Ba, Cu, Mo, Se, Sr, Zn) tartalma érdemben nem különbözött a földalatti és a földfeletti szövetekben (Kádár et al. 2000c). A burgonya és a sárgarépa földalatti termése, a gumó és a gyökér viszont védett volt az As és részben a Cd káros dúsulásával szemben. Az As 0,1 mg/kg kimutatási határ alatt maradt, míg a Cd 6 mg/kg akkumulációt mutatott a maximális terhelés nyomán a gumóban és a répagyökérben egyaránt (Kádár et al. 2000b, Kádár és Prokisch 2000). Az elmondottakból arra a következtetésre juthatunk, hogy elemenként és növényfajonként eltérő lehet az egyes elemek viselkedése, növénybeni transzportja.

A 4. táblázatban az As és a Cd szennyezés hatását mutatjuk be néhány gyomfaj légszáraz hajtásának, valamint a mák szárának As és Cd tartalmára 2002. szeptember 26-án. Szennyezetlen kontroll talajon a növények As és Cd tartalma 0,1 mg/kg kimutatási határ alatt maradt. Maximális As akkumulációt az apró szulák, minimálisabb pedig a karcsú disznóparéj mutatott ugyanazon a talajon. A henyé disznóparéj (AMA BL) és a közönséges kakaslábfű (ECH CG), ill. a mák szára közbülső helyet foglalt el e tekintetben. A gyomfajok átlagosan egy nagyságrenddel több Cd-ot akkumuláltak hajtásukban, mint As-t.

A mák szárában 5-szörös volt a dúslás. A vizsgált 4 gyomfaj között óriási különbség figyelhető meg a Cd felvételében. Kiugró a henyé disznóparéj hajtásába épült Cd koncentrációja, mely 74 mg/kg értéket ért el. A közönséges kakaslábű hajtásának átlaga már csak alig fele a disznóparéj átlagának. Még a mezei csibehúr (SPE AR) is 2–3-szorosát akkumulálta az apró szulákhöz vagy a mákhoz viszonyítva. Az apró szulák a legtöbb As-t és a legkevesebb Cd-ot építette hajtásába (4. táblázat).

3. táblázat. A légszárz hajtás, gyökér és a rizóma átlagos összetétele 2002. 09. 26-án (Mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörcsök, Mezőföld)

Elem jele (1)	Mértékegység (2)	CON AR (n=8)		SYS SO (n=5)		AMA CH (n=7)	
		Hajtás (3)	Rizóma (4)	Hajtás (3)	Gyökér (4)	Hajtás (3)	Rizóma (4)
N	%	3,89	2,68	4,13	1,62	3,43	2,17
Al	mg/kg	1111	291	784	291	511	597
Sr	mg/kg	66	81	82	27	158	141
Zn	mg/kg	22	27	27	14	20	16
Cu	mg/kg	6,0	5,8	7,9	4,1	4,3	3,5
Cr	mg/kg	5,6	2,5	4,9	2,3	3,8	3,3
Ni	mg/kg	2,9	1,4	2,4	1,2	1,9	2,1
As	mg/kg	2,5	3,6	2,3	5,4	1,0	7,3
Cd	mg/kg	1,5	0,5	2,3	1,5	0,6	0,5
Se	mg/kg	0,7	0,6	1,5	1,1	1,3	1,6
Mo	mg/kg	0,2	0,1	1,6	0,8	0,7	0,3

CON AR - apró szulák, SYS SO - sebforrasztó zsombor, AMA CH - karcsú disznóparéj (5)

Table 3. The average composition of air dry shoot, root and rhizome on 26/09/2002 (Calcareous chernozem loamy soil, Nagyhörcsök, Mezőföld). (1) Element, (2) Measurement unit, (3) Shoot, (4) Rhizome, (5) CON AR - Convolvulus arvensis, SYS SO - Sisymbrium sophia, AMA CH - Amaranthus chlorostachys.

Az 5. táblázatban 7 gyomfaj légszárz hajtásának és a mák szárának átlagos összetételét közöljük. A fehér libatop (CHE AL) és a disznóparéj (AMA BL) K-ban leggazdagabb, a libatop hajtásában a K a 6%-ot is meghaladja. Ezt követi a Ca 4% feletti, majd N 3,4–3,9% tartalommal a két növényben. A többi gyomfaj viszont N-ben dúslalt elsősorban, ezt követi a K, majd a Ca. A nagytestű kétszikű fehér libatop és a henyé disznóparéj (AMA BL) tehát elsősorban K és Ca akkumulátor. A fehér libatop emellett igen kevés Al, Fe, Na, Zn, Cu, Co és Cr elemet tartalmazott, legkevesebbet a vizsgált 7 gyomfaj közül. A henyé disznóparéj viszont a legtöbb Al, Sr, B, Zn, Ba elemet a gyomok között.

A mezei csibehúr (SPE AR) Mg, Fe, Cr, Mo és Co akkumulációjával tűnt ki, míg K és N elemekben volt a legszegényebb. A sebforrasztó zsombor viszont kevés Mg-ot igényelt ugyanazon a talajon, de maximális mennyiségű S és P elemet vett fel. Megemlíthető a közönséges kakaslábű, amely vezette a N, Mn, Na, Cu és Ni akkumulációs sort, míg a legkevesebb Ca P, és Ba elemet halmozott fel szöveteiben a gyomfajok között. A tarlótisztosfü (STA AN) és az apró szulák (CON AR) közbülső helyet foglalt el a tápelemtartalmak tekintetében (5. táblázat).

4. táblázat. *As és Cd terhelés hatása néhány gyomfaj légszárz hajtásának, valamint a mák szárának As és Cd tartalmára 2002-ben (Mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörcsök, Mezőföld).*

Gyomfaj megnevezése (1)	Terhelés 1991 tavaszán, kg/ha (2)				SzD _{5%} (3)	Átlag (4)
	0	90	270	810		
As, mg/kg (As-terhelés hatására) (5)						
CON AR	<KH	0,54	1,84	6,92	3,03	2,32
AMA BL	<KH	0,48	1,79	2,72	1,56	1,25
ECH CG	<KH	0,44	0,98	2,74	0,75	1,04
AMA CH	<KH	0,20	0,65	1,87	0,48	0,68
Átlag (4)	<KH	0,42	1,32	3,56	0,88	1,32
Mák szára (7)	<KH	0,20	1,31	2,49	0,22	1,00
Cd, mg/kg (Cd-terhelés hatására) (6)						
AMA BL	<KH	16	53	74	18	36
ECH CG	<KH	6	22	42	10	17
SPE AR	<KH	9	23	20	9	13
CON AR	<KH	2	6	8	3	4
Átlag (4)	<KH	8	26	36	8	18
Mák szára (7)	<KH	2	5	12	2	5

Kimutathatósi határ (KH): As 0,2 mg/kg, Cd 0,05 mg/kg. AMA BL - henyé disznóparéj, ECH CG - közönséges kakaslábfű, SPE AR - mezei csibehúr (8).

Table 4. The effect of As and Cd loading on the As and Cd content of the air dry shoot of some weed species and poppy stalk in 2002 (Calcareous chernozem loamy soil, Nagyhörcsök, Mezőföld). (1) Weed species, (2) Loading in spring 1991, kg ha⁻¹, (3) LSD_{5%}, (4) Average, (5) As mg kg⁻¹ (as a result of As loading), (6) Cd mg kg⁻¹ (as a result of Cd loading), (7) Poppy stalk, (8) Detection limit: As 0,2 mg kg⁻¹, Cd 0,05 mg kg⁻¹. AMA BL - *Amaranthus blitoides*, ECH CG - *Echinochloa crus-galli*, SPE AR - *Spergula arvensis*.

A mikroelemtartalmakban kimutatható különbségek elemenként eltérőek. Így pl. a maximális és minimális koncentrációk hányadosa 2-3-szoros a Sr, Zn, Ba, Cu, Mo esetében; 4-6-szoros a Fe, Mn, Cr, Co; 8-10-szeres az Al, B, Na, Ni elemekben. Természetesen az elemarányok is lényeges eltéréseket takarhatnak növényfajonként. A K/Ca aránya közelít az 1,2-höz az AMA BL, ill. a 3,8-hoz az ECH CG esetén. Az N/P aránya 10 körüli a SPE AR, ill. 17 az ECH CG esetében. Az is megállapítható, hogy a mák szára a legtöbb gyomfajhoz viszonyítva kevesebb elemet akkumulált. Különösen K, N, Mg, P, Zn, Cr, Ni, Co elemekben volt igen szegény és csupán B-ban gazdag. A mák közismerten B-igényes, B-akkumulátorként ismert (5. táblázat).

A növények összetétele tükrözi a termőhelyi viszonyokat, a talajok elemkínálatát. *Lehoczky* (1994) összesen 54 gyomnövényfaj hajtását elemezte N, P, K, Ca makrotápelemekre. Mintavételek döntően Ny-Dunántúl mészből szegény vagy mészhiányos területeit, P-ral jobban ellátott üzemi tábláit érintették. Megállapítása szerint az *Amaranthus* és *Chenopodium* fajok elsősorban K-ban és Ca-ban gazdagok. A K 4-6%, a N 2-3%, a Ca 1,8-2,0%, a P 0,5-0,6% között változott. Az apró szulák főként N-igényével, a tarlótisztos P-igényével tűnt ki. A közönséges kakaslábfű viszont mérsékelt Ca-felvételével jeleskedett, hasonlóan mint a mezőföldi kísérletünkben. A fehér libatop viszont meszes termőhelyen megkétszerezte Ca %-ot és jelezte a talaj kicsi P-kínálatát. A *Lehoczky* (1994) által közölt adatokat a 6. táblázat tekinti át.

5. táblázat. Gyomfajok légszárak hajtásának és a mákszár átlagos elemösszetétele 2002-ben
(Mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörccsök, Mezőföld).

Elem jele (1)	Mérték-egység (2)	CHE AL	AMA BL	ECH CG	STA AN	CON AR	SYS SO	SPE AR	Mák Szár (3)
K	%	6,14	4,67	4,06	3,33	3,09	2,98	2,81	2,24
Ca	%	4,41	4,04	1,08	1,51	1,84	2,55	2,35	2,13
N	%	3,45	3,94	4,12	3,92	4,03	3,90	3,41	2,10
Mg	%	0,64	0,66	0,49	0,29	0,66	0,22	0,76	0,20
S	%	0,31	0,37	0,68	0,23	0,37	0,76	0,44	0,24
P	%	0,26	0,30	0,24	0,35	0,35	0,35	0,33	0,17
Al	%	0,02	0,19	0,07	0,10	0,16	0,04	0,18	0,10
Fe	mg/kg	274	775	366	786	605	780	1525	386
Sr	mg/kg	137	180	53	68	70	82	90	90
Mn	mg/kg	96	81	224	54	132	62	112	102
B	mg/kg	33	41	5	20	29	30	32	37
Na	mg/kg	19	89	206	37	38	56	97	120
Zn	mg/kg	15	28	22	20	25	27	27	4
Ba	mg/kg	11	27	8	20	22	14	20	13
Cu	mg/kg	5	7	9	7	6	7	8	5
Cr	mg/kg	2	7	6	5	6	5	12	0,2
Ni	mg/kg	1	4	8	3	3	1	7	0,5
Mo	µg/kg	367	555	712	436	251	575	853	300
Co	µg/kg	<KH	255	361	238	222	252	554	<KH

Megjegyzés: Pb 0,53; Se 0,46; Hg 0,24 ; Co 0,10 mg/kg kimutathatósági határ (KH) alatt. CHE AL - fehér libatop, STA AN - tarló tisztesfű, AMA BL - henyec disznóparéj, ECH CG - közönséges kakaslábű, CON AR - apró szulák, SYS SO - sebforrasztó zsombor, SPE AR - mezei csibehúr (4).

Table 5. Average composition of air dry shoot of weed species and poppy stalk in 2002 (Calcareous chernozem loamy soil, Nagyhörccsök, Mezőföld). (1) Element, (2) Measurement unit, (3) Poppy stalk, (4) Note: Pb 0.53; Se 0.46; Hg 0.24; Co 0.10 mg kg⁻¹ under the detection limit (KH). CHE AL - Chenopodium album, STA AN - Stachys annua, AMA BL - Amaranthus blitoides, ECH CG - Echinocloa crus-galli, CON AR - Concorulus arvensis, SYS SO - Sisymbrium sophia, SPE AR - Spargula arvensis.

6. táblázat. Néhány gyomnövény légszárak hajtásának N, P, K, Ca elemtartalma, %
(In: Lehoczky 1994).

Növény neve (1)	Mintaszám (2)	N	P	K	Ca
Amaranthus chlorostachys (AMA CH)	28	2,73	0,69	4,00	2,01
Chenopodium album (CHE AL)	125	2,94	0,52	6,69	1,84
Convolvulus arvensis (CON AR)	50	3,13	0,34	3,69	0,98
Stachys annua (STA AN)	40	2,68	0,72	4,13	1,30
Echinocloa crus-galli (ECH CG)	75	2,73	0,59	3,81	0,89

Table 6. N, P, K and Ca element content of the air dry shoot of some weed species, %. (1) Plant, (2) Sample number.

IRODALOM

- Lehoczky É.*: 1994. A gyomnövények és a kultúrnövények versengése a tápanyagokért. [In: Dereczeni B.–Debreczeni Bné (szerk.) Trágyázási Kutatások 1960–1990.]. 355–360.
- Kádár I.*: 1992. A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA TAKI. Budapest. 398.
- Kádár I.–Prokisch J.*: 2000. Mikroelem-terhelés hatása a burgonya termésére és elemtartalmára karbonátos csernozjom talajon. *Agrokémia és Talajtan*. 49: 447–464.
- Kádár I.–Németh T.*: 2003. Mikroelem-szennyezők kimosódásának vizsgálata szabadföldi terheléses tartamkísérletben. *Agrokémia és Talajtan*. 52: 315–330.
- Kádár I.–Radics, L.–Bana, Kné.*: 2000a. Mikroelemterhelés hatása a kukoricára karbonátos csernozjomon. *Agrokémia és Talajtan*. 49: 181–204.
- Kádár I.–Radics L.–Daood H.*: 2000b. Mikroelem-terhelés hatása a sárgarépa termésére karbonátos csernozjom talajon. *Agrokémia és Talajtan*. 49: 427–446.
- Kádár I.–Koncz J.–Gulyás F.*: 2000c. Mikroelemterhelés hatása a kukorica összetételére és a talaj könnyen oldható elemtartalmára karbonátos csernozjomon. *Agrokémia és Talajtan*. 49: 205–220.
- Kádár I.–Bénde Gy.–Radics L.*: 2003a. A műtrágyázás hatása a sörárpa (*Hordeum distichon* L.) termésére és minőségére. *Növénytermelés*. 52: 409–421.
- Kádár I.–Radics L.–Lukács Dné.*: 2003b. Az olajlen (*Linum usitatissimum* L.) műtrágyázása csernozjom talajon. *Növénytermelés*. 52: 423–436.
- Kádár I.–Fekete S.–Radics L.*: 2003c. Műtrágyázás hatása a borsó (*Pisum sativum* L.) termésére és minőségére. *Növénytermelés*. 52: 229–242.
- Kádár I.–Joachim, K.–Harrach, T. Radics L.–Péchy K.*: 2003d. A szója (*Glycine max.* L. Merr.) műtrágyázása karbonátos csernozjom talajon. *Növénytermelés*. 52: 61–74.
- Kádár I.–Kastori R.–Bernáth J.*: 2003e. Mikroelem-terhelés hatása a mákra karbonátos csernozjom talajon. *Agrokémia és Talajtan*. 52: 347–362.
- Kádár I.–Radics L.–Daood, H.*: 2004. A spenót (*Spinacea oleracea* L.) műtrágyázása csernozjom talajon. *Agrokémia és Talajtan*. 53: 317–330.
- Lakanen, E.–Erviö, R.*: 1971. A comparison of eight extractants for the determination of plant available micronutrients in soils. *Acta Agr. Fenn.* 123: 223–232.
- MÉM NAK.*: 1979. Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Budapest.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Dr. Kádár Imre
MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete
Budapest
Herman O. u. 15.
H-1022

Dr. Lehoczky Éva
VE Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar
Keszthely
Deák Ferenc u. 16.
H-8360

Börgyári szennyvíziszap-terhelés hatása a K, Sr, S, P, Fe, Mn és Al elemek forgalmára különböző talajokon

KÁDÁR IMRE–MORVAI BALÁZS
MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Budapest

Összefoglalás

Tenyészedény-kísérletünk 3. évében vizsgáltuk a börgyári szennyvíziszap-terhelés hatását az őszi árpa ásványi összetételére, valamint a kísérleti talajok (savanyú és meszes homok, ill. savanyú és meszes kötött talaj) cc. HNO_3 + cc. H_2O_2 feltárással becsült „összes” és az NH_4 -acetát + EDTA oldható K, Sr, S, P, Fe, Mn és Al elem-tartalmak változására. Talajonként 0; 7,5; 15, 30, 60 g/kg iszapterhelést alkalmaztunk légszáraz tömegre számítva. A maximális 60 g/kg terhelés szántóföldön 180 t/ha légszárazanyag leszántását jelentené 6%-os tömegarányt képviselve a szántott rétegben. Az 5 iszapadag \times 4 talaj = 20 kezelés \times 4 ismétlés = 80 db edényszámot tett ki évente. Az edények alul lyuggatott 10 literes műanyagvödörök voltak. Levonható főbb tanulságok:

1. A talajok cc. HNO_3 + cc. H_2O_2 oldható „összes”, valamint az NH_4 -acetát + EDTA oldható K-tartalma a kötöttségükkel többszöröződik. Az iszaptrágya K-ban szegény volt 0,1% K-tartalommal, az iszapterhelés mérsékelte a K-ban gazdag kötött talajok „összes” és oldható K-tartalmát hígulási effektus eredményeképpen, melyhez a negatív K-mérleg is hozzájárulhatott. A tavaszi árpa melléktermésének K-tartalma a K-szegény homoktalajon visszaesett.
2. A talajok „összes” és oldható Sr-tartalma azok Ca-készletét követte. Az iszappal talajba vitt Sr teljes mennyisége mindkét módszerrel kimutatható volt a talajban. A tavaszi árpa magtermése 1,1 mg/kg, a melléktermés 22 mg/kg Sr-ot akkumulált a kezelésektől függetlenül. A Sr felvételét az extrém Ca-túlsúly gátolhatta, mely az iszapban 21,5%-ot tett ki, a Ca-Sr kationantagonizmus nyomán.
3. Az iszappal talajba kevert S közel teljes mennyisége visszamérhető volt „összes”, valamint átlagosan 40%-a oldható formában. A növényi részek S-tartalma nem módosult a S-terhelés nyomán, mert a kontroll talajon is nagy 0,4% körüli S-koncentrációt mértünk. A bevitt P mintegy 76%-át „összes” és átlagosan 44%-át oldható formában találtuk a 3. év végén a talajban. Az oldható forma gyarapodása a homokon a 60%-ot is elérte, míg agyagos vályogon 13%-ot tett ki. A mag és a melléktermés P-tartalma nem változott, a kontroll talajon is 0,5% felett volt luxusfelvételt jelezve.
4. A talajok eredeti „összes” Fe-tartalma a talajok kötöttségével nőtt, a Fe-gazdag talajok Fe-tartalmában viszont az iszapterhelés hígulást, csökkenést eredményezett. Az NH_4 -acetát + EDTA oldható frakció, mely az „összes” 1,4%-át teszi ki átlagosan, érzékenyen tükrözte a Fe-terhelést. Az iszappal bevitt Fe ¼-e volt visszamérhető ebben a frakcióban. Nőtt a növényi részek Fe-tartalma is. Úgy tűnik, az iszap szervesanyaga nemcsak a bevitt Fe kémiai oldhatóságát, hanem a növényi felvehetőségét is elősegítette.
5. A talajok eredeti „összes” és oldható Mn-tartalma a kötöttséggel többszörösére emelkedett, az iszapterhelés nyomán a Mn-dús kötött talajokban visszaesett. Az oldható frakció az „összes” 22%-át adta savanyú homokon, 38%-át karbonátos homokon, 50%-át pedig a kötött talajok átlagában. A növényi Mn-felvétel döntően a pH függvénye. Az erősen savanyú homokon pl. a szalma Mn koncentrációja nagyságrenddel nagyobb volt, mint a meszes homokon.
6. A talajok kötöttségével nőtt azok eredeti „összes” és oldható Al-tartalma, mely az iszapterheléssel az Al-dús kötött talajokban visszaesett. Az oldható frakció az „összes” 1,2%-át adta savanyú homokon, míg a többi talajban 0,4–0,5%-ot tett ki. A tavaszi árpa melléktermésében az Al-akkumulációja az iszapterheléssel emelkedett, a talajban előálló hígulás ellenére. A Fe és Mn viselkedéséhez hasonlóan tehát az Al növényi felvehetősége is javulhat az iszaptrágyázással.

Effect of leather factory sludge loading on the movement of K, Sr, S, P, Fe, Mn and Al on different soils

I. KÁDÁR–B. MORVAI

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry
of the Hungarian Academy of Sciences (RISSAC), Budapest

Summary

In the 3rd year of our pot experiment, we examined the impact of leather factory sludge loading on the mineral composition of winter barley and the "total" (assessed by cc. HNO_3 + cc. H_2O_2 exploration) and NH_4 -acetate + EDTA-soluble K, Sr, S, P, Fe, Mn and Al content of the experimental soils (acidic and calcareous sandy soils, as well as acidic and calcareous heavy soil). We applied 0; 7,5; 15, 30 and 60 g kg^{-1} sludge load per soil, calculated as air dry weight. The maximum load of 60 g kg^{-1} would mean 180 t ha^{-1} air dry material ploughed into the soil, thereby representing 6% weight ratio in the ploughed layer. 5 doses of sludge \times 4 soils = 20 treatments \times 4 replications resulted in 80 pots per year. Dishes were 10 l plastic buckets with a hole in the bottom. The main conclusions were as follows:

1. The "total" (cc. HNO_3 + cc. H_2O_2 -soluble) and NH_4 -acetate + EDTA-soluble K content of the soils multiplies with their clay content. As the sludge had a small amount of K (0.1%), sludge load reduced the "total" and soluble K content of heavy soils rich in K as they became diluted and it was also induced by negative K balance. The K content of winter barley's straw yield decreased on a sandy soil with low K content.
2. The "total" and soluble Sr content followed their Ca stock. The entire amount of Sr transported into the soil by sludge could be shown in the soil with both methods. The grain yield of winter barley accumulated 1.1 mg kg^{-1} Sr, whereas this value was 22 mg kg^{-1} Sr in the case of its straw yield, independently of the treatments. The uptake of Sr could have been hindered by the extreme Ca dominance, that amounted to 21.5% in the sludge, due to Ca-Sr cation antagonism.
3. Nearly the entire amount of S mixed into the soil with sludge could be measured in its "total" form, and an average 40% of it in soluble form. The S content of vegetable parts was not modified as a result of S load, as we measured high (approximately 0.4%) S concentration in the control soil too. 76% of P transported into the soil could be found in its "total" form and an average 44% could be measured in soluble form at the end of the 3rd year. The increase of soluble form reached 60% in sandy soil, whereas it amounted to 13% in loamy adobe. The P content of grain and straw yield did not change, it was above 0.5% even in the control soil, thereby indicating luxury uptake.
4. The original "total" Fe content of soils increased as they became heavier, whereas sludge load caused diluting and reduction in soils rich in Fe. NH_4 -acetate+EDTA-soluble fraction (amounting to 1.4% of the "total" form on average) sensitively reflected Fe load. One quarter of Fe transported into the soil by sludge could be measured in this fraction. The Fe content of vegetable parts increased too. It seems that the organic matter of sludge contributed to not only the chemical solubility of Fe taken in, but also its accessibility by the plant.
5. The original "total" and soluble Mn content of soils multiplied as they became heavier, whereas sludge load caused reduction in soils rich in Mn. The soluble fraction amounted to 22% of the "total" form on acidic sand, 38% on carbonate sand and 50% on heavy soils on average. Mn uptake by the plant mainly depends on pH. For example, the Mn concentration of straw was bigger by one magnitude on strongly acidic sand than on calcareous sand.
6. The original "total" soluble Al content of soils increased as they became heavier, whereas sludge load caused reduction in soils rich in Al. The soluble fraction amounted to 1.2% of the "total" form on acidic sand, whereas it was 0.4–0.5% on the other soils. The accumulation of Al increased in the straw yield of winter barley with increasing sludge load, despite the diluting in the soil. Therefore, similarly to Fe and Mn, sludge load can improve the accessibility of Al too.

Bevezetés

Az előző munkánkban áttekintettük a téma fontosabb hazai és nemzetközi irodalmát, ismertettük a kísérlet anyagát és módszerét. Részletesebben bemutattuk a szennyvíziszap-terhelés hatását a főbb talajtulajdonságokra a 3. év végén mint a pH, CaCO_3 , humusz és az „összes” só, valamint szemléltettük a Ca, Na és Cr elemek forgalmát a talaj-növény rendszerben. Megállapítottuk, hogy a maximális 60 g/kg, azaz 6% iszapterhelés nyomán mintegy 39 t/ha Ca-nak megfelelő bevétel történt. A mészhiányos talajok pH-ja is 8 körüli, CaCO_3 tartalmunk 3% körüli értékre emelkedett (Kádár és Morvai 2008).

Az iszaptrágyázás nyomán a talajok szervesanyagkészlete átlagosan 0,6%-kal nőtt, mely megfelelt a bevitt mennyiségnek, tehát a szervesanyag nem bomlott el a kísérlet három éve alatt. Az „összes” só mennyisége 0,6 g/kg értékkel lett több. Az iszappal talajba juttatott Ca és Na gyakorlatilag teljes mennyisége kimutatható volt cc. HNO_3 + cc. H_2O_2 „összes” és NH_4 -acetát + EDTA oldható formában egyaránt. A tavaszi árpa szem és szalma termése hasonló módon jelezte a növekvő Ca és Na kínálatát. A három év alatt 312 mg/kg, azaz átszámítva 936 kg/ha Cr-terhelés történt iszaptrágyázással. A bevitt Cr visszamérhető volt cc. HNO_3 + cc. H_2O_2 „összes” formában, míg az NH_4 -acetát + EDTA frakció 7–10% között ingadozott. Bár a termőföldön engedélyezett 10 kg/ha/év Cr-terhelés 31-szeresét alkalmaztuk 3 éven át, a tavaszi árpa magtermése humán fogyasztásra, melléktermése takarmányozási célokra alkalmas maradt. A növény termése 3–3,5-szeresére nőtt, az iszaptrágyázás depressziót, fitotoxicitást nem eredményezett (Kádár és Morvai 2008).

A továbbiakban arra keressük a választ, hogy az iszapterhelés milyen mérhető változásokat okozhat a vizsgált talajok „összes” és oldhatóbb mobilis K, Sr, S, P, Fe, Mn és Al elemek tartalmában. A talajvizsgálatok eredményeit szembeállítjuk a tavaszi árpa szem és szalma termésének összetételével, bemutatva a vizsgált elemek dúsulásait a talaj-növény rendszerben. A kommunális szennyvíziszappal végzett tenyészkísérlet eredményeit szintén közöltük (Kádár és Morvai 2007).

Anyag és módszer

A 4 talaj \times 5 iszapterhelés = 20 kezelést adott, 4 ismétléssel 80 edényt állítottunk be. Az edények alul lyuggatott és tálcára helyezett 10 literes műanyag vödöröket jelentettek, ismétlésenként 1–1 csillére helyezve véletlen blokk elrendezésben. A vödörbe töltés előtt az egyes kezelések 4–4 ismétlésének 40–40 kg tömegű talaját betonkeverőbe mértük, hozzáadva az előírt iszapot és folyamatos nedvesítés mellett homogenizáltuk. Az iszappal kevert talajokat az első növény vetéséig egy hónapon át a letakart vödörökben érleltük. A kísérleti adatokat kétféle variációs varianciaanalízissel értékeltük.

A Jubilant fajtájú tavaszi árpa vetése 1999, 2000 és 2001 májusában történt 3–5 cm mélyre edényenként 30 db maggal, mely megfelelt az ajánlott 500 csira/m² vetésnormának. A kelés minden kezelésben egyenletes volt, az öntözést a növények igénye szerint ioncserélt vízzel végeztük. Szükség szerint a lisztharmat elleni permetezésre is sor került. Az állományt bokrosodás, virágzás kezdete és aratás idején bonitáltuk fejlettségre. Beta-karitásra minden évben július hóban került sor a teljes földfeletti növényzet levágásával. Edényenként mértük a szem és a szalma tömegét, majd finomra őrlést követően az ásványi elemtartalmakat határoztuk meg. A kísérlet lebontásakor a talajt edényenként átrostáltuk, a nagyobb gyökereket eltávolítottuk és edényenként 20 helyről egy-egy csapott kávéskanálnyi talajt vettünk. Az így nyert átlagminta anyagát analízisre finomra daráltuk. Az iszapterhelést évente megismételtük a kezeléseknél megfelelő iszapmennyiségek bekeverésével újranedvesítés mellett, majd az edényeket újratöltöttük és lefedve a következő növény vetéséig, tavaszig külső hőmérsékleten tároltuk, inkubáltuk.

Az iszapok, növények és talajok „összes” elemtartalmát cc. HNO_3 + cc. H_2O_2 roncsolást követően határoztuk meg ICP technikát alkalmazva. A N mérése cc. H_2SO_4 + cc. H_2O_2 feltárás után történt az MSZ 20135 (1999) szerint a módosított Kjeldahl (1891) módszerrel. A talajok oldható elemkészletét az NH_4 -acetát + EDTA talajkivonószerezellel mértük Lakanen

és *Erviö* (1971) nyomán. A pH, y_1 , CaCO_3 , humusz, kötöttség, összes só, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ vizsgálata *Baranyai et al.* (1987) által ismertetett eljárásokkal történt.

Az 1. táblázatban a kísérletben felhasznált talajok főbb jellemző tulajdonságait tekinthetjük át a kísérlet beállításakor 1999-ben. A homok talajok kolloidokban szegények, melyre olyan összefüggő talajparaméterek utalnak, mint a kis T-érték, agyagtartalom, leiszapolható rész, kötöttség és humusz-tartalom. A nyírlugosi talaj erősen savanyú, míg az őrbottyáni karbonátos 10–13% CaCO_3 -tartalommal. A mészlepedékes csernozjom vályogtalaja már 30 feletti T-értékkel, 20% feletti agyag-tartalommal, 36% feletti leiszapolható résszel és 38–40 kötöttséggel jellemezhető, valamint 8–10% CaCO_3 tartalommal. Kolloidokban leggazdagabb a gyöngyösi barna erdőtalaj, mely enyhén savanyú agyagos vályog. A kationcserélő kapacitása, agyag- és iszaptartalma nagyságrenddel haladja meg a homoktalajokét.

1. táblázat. A tenyészedény-kísérletben felhasznált talajok főbb jellemzői. a kísérlet beállításakor 1999-ben.

Vizsgált jellemzők (1)	Nyírlugos	Őrbottyán	Nagyhőrcsök	Gyöngyös
Kation adszorpció (T érték mg $\text{e}^{\text{é}}$ /100 g) (2)	3–5	6–8	30–32	40–44
Agyagtartalom (< 0,002 mm, %) (3)	3–4	4–5	20–24	40–45
Leiszapolható rész (< 0,02 mm, %) (4)	4–5	5–6	36–40	57–60
Kötöttség (KA) (5)	23–25	23–25	38–40	44–46
Humusz % (6)	0,5–0,8	0,6–0,8	2,6–3,0	3,0–3,5
CaCO_3 %	–	10–13	8–10	–
pH (H_2O)	5,4–5,8	7,8–8,3	7,8–8,1	6,6–6,8
pH (KCl)	3,9–4,8	7,3–7,6	7,5–7,6	5,8–6,3

Nyírlugos: kovárványos barna erdőtalaj, savanyú homok (Nyírség)

Őrbottyán: karbonátos homoktalaj (Duna-Tisza köze)

Nagyhőrcsök: mészlepedékes csernozjom, vályogtalaj (Mezőföld)

Gyöngyös: barna erdőtalaj, savanyú agyagos vályog (Mátraalja) (7)

Table 1. The main characteristics of soils used in the pot experiment at the establishment of the experiment in 1999.

(1) Examined traits, (2) Cation absorption (T value mg equivalent 100g $^{-1}$), (3) Clay content (< 0,002 mm, %), (4) Silt content (< 0,02 mm, %), (5) Water holding capacity g/100g soil (KA); (6) Humus %; (7) Nyírlugos: "Kovárvány" brown forest soil, acidic sand (Nyírség), Őrbottyán: sandy soil (Danube-Tisza mid-region, Nagy-hőrcsök: calcareous chernozem, loam soil (Mezőföld), Gyöngyös: brown forest soil, acidic clay loam (Mátra-alja).

Eredmények értékelése

Az iszap K-ban szegény volt, mindössze 0,10% K-ot tartalmazott. A K-bevitel maximum 60 mg/kg mennyiséget ért el. A tavaszi árpa magtermésében átlagosan 0,62% K-ot, míg a melléktermésében K-hiányos homoktalajon 1,5–1,7%, K-gazdag kötött talajon 3% K-ot találtunk. A három év alatti K-felvétel a kontroll talajok átlagában elérte a 800 mg/edény, azaz 80 mg/kg talajra számított mennyiséget, míg a termékenyebb gyöngyösi talajon a maximális iszapterheléses kezelésben a 2000 mg/edény, azaz 200 mg/kg talaj értéket. A becsült K-hiány az utóbb említett kezelésben tehát -140 mg/kg mennyiségre tehető (2. táblázat). A melléktermés K-ban igen gazdagnak minősíthető még a homoktalajokon is. Mezőföldi karbonátos vályogtalajon végzett szabadföldi NPK műtrágyázási tartamkísérletünkben pl. a tavaszi árpa magtermése 0,60%, míg a melléktermése 0,7–1,1% K-ot akkumulált csupán egy kedvező évben (Kádár 2004).

A talajok „összes” K-tartalma azok kötöttségével párhuzamosan emelkedik. A kontroll ta-

lajokat összehasonlítva látható, hogy a könnyű vályogon mintegy 4-szeres, míg az agyagos nehézályogon 7-szeres a K-túlsúly a homoktalajokhoz képest. Az NH_4 -acetát + EDTA oldható frakciót tekintve a nehézályog már 10–15-szörösen gazdagabb K-ban, mint a homokok. A nagyobb K-tartalommal rendelkező kötöttebb talajokon igazolhatóan csökken a K-készlet a maximális iszapterhelés nyomán. Az „összes” tartalom 0,08–0,09%-kal, azaz 800–900 mg/kg értékkel, míg az oldható frakció 20–130 mg/kg értékkel mérséklődik ugyanitt. Ismeretes, hogy a különböző erősséggel kötött K-formák között dinamikus egyensúlyi állapot áll fenn. Feltehető tehát, hogy a K-szegény iszaptrágya talajba keverése okozott hígulási effektust a K-készletben, mely csökkenés természetesen a nehéz agyagosvályog K-gazdag talajon látványos. Mindehhez a negatív K-mérleg is hozzájárulhatott, mely szintén a gyöngyösi talajon volt kifejezettebb (2. táblázat).

Összevetésképpen megemlíthető, hogy az almos 70–80%-os nedvességű istállótrágyában általában 0,6–1,0% közötti K_2O tartalommal számolnak a szaktanácsadás során. Méréseink szerint a jó minőségű érett istállótrágya sz.a.-ában 2–4% közötti elemi K van. A legáltalánosabb szervestrágya, az istállótrágya tehát 20–40-szer gazdagabb K-forrás mint a vizsgálatba vont börgyári szennyvíziszap. Mindez azt is jelenti, hogy hasonló K-szegény szervesanyag nagy mennyiségű leszántásakor K-hiányos homoktalajokon a beavatkozást K-műtrágyázással célszerű kiegészíteni a talajtermékenység megőrzése céljából.

A Sr a Ca kísérőeleme, mennyisége döntően a talajok Ca-készletével arányos. Az iszap 258 mg/kg Sr-ot tartalmazott sz.a.-ban, a maximális Sr-terhelés 15 mg/kg mennyiséget ért el. A bemutatott adatok szerint a talajba vitt Sr gyakorlatilag teljes mennyisége kimutatható mind az „összes”, mind az oldható frakciók gyarapodásán. A növényi felvétel elhanyagolható mennyiséget tett ki a bevitthez viszonyítva. A tavaszi árpa magtermésében 1,1 mg/kg, míg a melléktermésében 22 mg/kg Sr-ot találtunk a kezelésektől többé-kevésbé függetlenül (2. táblázat). A Sr növénybeni akkumulációját az extrém Ca-túlsúly gátolhatta a Ca-Sr kationantagonizmus eredményeképpen.

Az iszap 0,64% S-t tartalmazott, a S-terhelés a három év alatt maximálisan 384 mg/kg mennyiséget tett ki becsléseink szerint. Amint a 3. táblázatban látható, az iszappal talajba juttatott S teljes tömege kimutatható cc. HNO_3 + cc. H_2O_2 feltárással becsült „összes” formában, figyelembe véve a kísérlet hibáját. Az NH_4 -acetát + EDTA oldható frakció a talajok átlagában maximálisan 155 mg/kg értékkel mutat többet a kontrollhoz viszonyítva, tehát 40%-os visszamerhetőséget mutat. A talajok között érdemi különbség nem jelentkezett az oldhatóság tekintetében. A tavaszi árpa magban átlagosan 0,39%, a melléktermésben 0,40% S-tartalmakat találtunk a kezeléstől függetlenül, mely a bőséges S-ellátottságra utal, még a kontroll talajokon is. További luxusfelvételt a kezelés hatására az árpa nem jelzett.

Az iszap 0,26% P-tartalommal rendelkezett, a P-terhelés maximuma 156 mg/kg mennyiségnek adódott. Az iszappal bevitt P mennyiségének 76%-át „összes” formában találjuk a talajok átlagában. A talajok között azonban jelentősek az eltérések. A kötött talajokban a visszamerhetőség 60–68% a maximális terhelésnél, míg a homokokban 85–91%. A kevésbé pufferolt homoktalaj tehát kevésbé kötötte meg a P-t. Az NH_4 -acetát+EDTA oldható frakcióban mért akkumuláció szintén erre utalhat. A homok és karbonátos vályog talajokban a kontrollhoz mért gyarapodás 70–100 mg/kg, míg gyöngyösi savanyú agyagon mindössze 20 mg/kg (3. táblázat).

A tavaszi árpa magtermése 0,55%, melléktermése 0,53% P-t mutatott. Ismeretes, hogy a vegetatív szalma a tápelemek tárolója és jelentős luxusfelvételre képes. A már említett szabadföldi kísérletben (Kádár 2004) karbonátos vályogtalajon a tavaszi árpa magja 0,42%, míg a melléktermése 0,12% P-t halmozott fel kedvező évben. Mindez arra utal, hogy a tenyészedény-kísérlet viszonyai között a talajok P-szolgáltatása kielégítő volt az iszappal nem trágyázott edényekben is. A P-túlsúlyt a vegetatív szalma sem mutatta már további P-felhalmozással (3. táblázat).

Az iszap 0,88% Fe elemet tartalmazott, a maximális Fe-terhelés a 3. évben elérte az 528 mg/kg mennyiséget vagyis a 0,05%-ot. A 4. táblázatban közölt adatok szerint a cc. HNO_3 + cc. H_2O_2 oldható „összes” Fe készlete a talajok kötöttségével nő.

2. táblázat. Börgyári szennyvíziszap hatása a talajok K és Sr tartalmára
Tenyészedény-kísérlet

Talajok megnevezése (1)	Iszapterhelés g/kg talajra 2001-ben (2)					SzD _{5%} (3)	Átlag (4)
	0	7,5	15	30	60		
K-terhelés, mg/kg talajra (5)							
	0	7,5	15	30	60		
cc. HNO ₃ + cc. H ₂ O ₂ -oldható „összes” K, % (6)							
Nyírlugos	0,10	0,09	0,09	0,10	0,10		0,10
Órbottyán	0,10	0,09	0,09	0,10	0,11	0,04	0,10
Nagyhőrcsők	0,41	0,40	0,40	0,40	0,33		0,39
Gyöngyös	0,68	0,70	0,70	0,66	0,59		0,67
Átlag (7)	0,32	0,32	0,32	0,31	0,28	0,02	0,31
NH ₄ -acetát + EDTA oldható K, mg/kg (8)							
Nyírlugos	31	30	28	28	29		29
Órbottyán	40	41	37	33	33	12	37
Nagyhőrcsők	123	115	122	114	104		115
Gyöngyös	495	455	464	421	363		440
Átlag (7)	172	160	163	149	132	6	155
Sr-terhelés, Sr mg/kg talajra (9)							
	0	1,9	3,8	7,6	15,2		
cc. HNO ₃ + cc. H ₂ O ₂ -oldható „összes” Sr (10)							
Nyírlugos	7	11	12	17	25		14
Órbottyán	72	74	73	74	85	6	76
Nagyhőrcsők	59	60	63	66	69		64
Gyöngyös	40	45	46	51	56		48
Átlag (7)	45	48	48	52	59	3	50
NH ₄ -acetát + EDTA oldható Sr, mg/kg (11)							
Nyírlugos	2	5	7	11	18		9
Órbottyán	53	54	55	56	61	4	56
Nagyhőrcsők	30	32	34	36	44		35
Gyöngyös	13	16	18	24	31		20
Átlag (7)	24	27	29	32	38	2	30
Tavaszi árpa, szalma + pelyva, K % (12)							
Nyírlugos	2,0	1,4	1,3	1,3	1,4		1,5
Órbottyán	1,9	1,7	1,7	1,6	1,6	0,4	1,7
Nagyhőrcsők	2,0	2,1	2,1	2,1	2,0		2,1
Gyöngyös	2,7	2,9	2,8	2,8	3,1		2,9
Átlag (7)	2,2	2,0	2,0	2,0	2,0	0,2	2,0

Megjegyzés: a tavaszi árpa magban 0,62 % K és 1,1 mg/kg Sr átlagosan. A szalmában 22 mg/kg Sr a kezeléstől függetlenül. Az iszap 0,1% K-ot és 258 mg/kg Sr-ot tartalmazott (13)

Table 2. Effect of leather factory sludge on the K and Sr contents of soils in pot experiment. (1) Soils, (2) Sludge load (g kg⁻¹) on soils in 2001, (3) LSD_{5%}, (4) Average, (5) K load (g kg⁻¹) on soils, (6) cc. HNO₃ + cc. H₂O₂-soluble "total" K, %, (7) Average, (8) NH₄-acetate + EDTA-soluble K, mg kg⁻¹, (9) Sr load, Sr mg kg⁻¹ on soils, (10) cc. HNO₃ + cc. H₂O₂-soluble "total" Sr, (11) NH₄-acetate + EDTA-soluble Sr, mg kg⁻¹, (12) Winter barley straw + husk, K %, (13) Note: 0.62% K and 1.1 mg kg⁻¹ Sr on average in the seed of winter barley. 22 mg kg⁻¹ Sr in straw, independently of treatments. Sludge contained 0.1% K and 258 mg kg⁻¹ Sr.

3. táblázat. *Bőrgyári szennyvíziszap hatása a talajok S és P tartalmára*
Tenyészedény-kísérlet

Talajok megnevezése (1)	Iszapterhelés g/kg talajra 2001-ben (2)					SzD _{5%} (3)	Átlag (4)
	0	7,5	15	30	60		
S-terhelés, mg/kg talajra (5)							
	0	48	96	192	384		
cc. HNO ₃ + cc. H ₂ O ₂ -oldható „összes” S, mg/kg talajban (6)							
Nyírlugos	83	134	199	283	467		233
Órbottyán	117	160	236	286	495	40	259
Nagyhőrcsök	311	373	421	515	732		470
Gyöngyös	290	354	430	536	746		471
Átlag (7)	200	255	322	405	610	20	359
NH ₄ -acetát + EDTA oldható S, mg/kg talajban (8)							
Nyírlugos	34	65	93	116	187		99
Órbottyán	50	62	95	111	194	22	102
Nagyhőrcsök	81	90	131	157	233		138
Gyöngyös	78	103	133	178	249		148
Átlag (7)	61	80	113	141	216	11	122
P-terhelés, mg/kg talajra (9)							
	0	20	39	78	156		
cc. HNO ₃ + cc. H ₂ O ₂ -oldható „összes” P, mg/kg talajban (10)							
Nyírlugos	260	284	295	326	402		313
Órbottyán	422	450	469	473	554	50	474
Nagyhőrcsök	934	947	947	982	1040		970
Gyöngyös	1057	1049	1077	1097	1152		1086
Átlag (7)	668	683	697	720	787	25	711
NH ₄ -acetát + EDTA oldható P, mg/kg talajban (11)							
Nyírlugos	33	61	79	100	135		84
Órbottyán	44	53	64	74	117	12	70
Nagyhőrcsök	27	36	44	60	93		52
Gyöngyös	232	244	248	236	252		242
Átlag (7)	84	99	109	118	153	6	112

Megjegyzés: a tavaszi árpa magban a S 0,39%, P 0,55%; a szalmában a S 0,40%, P 0,53% átlagosan a kezeléstől függetlenül. Az iszap 0,64% S és 0,26% P-t tartalmazott (12)

Table 3. Effect of leather factory sludge on the S and P contents of soils in pot experiment. (1) Soils, (2) Sludge load (g kg⁻¹) on soils in 2001, (3) LSD_{5%}, (4) Average, (5) S load (mg kg⁻¹) on soils, (6) cc. HNO₃ + cc. H₂O₂-soluble "total" S, mg kg⁻¹ in soil, (7) Average, (8) NH₄-acetate + EDTA-soluble S, in mg kg⁻¹ soil, (9) P load, mg kg⁻¹ on soils, (10) cc. HNO₃ + cc. H₂O₂-soluble "total" P, in mg kg⁻¹ soil, (11) NH₄-acetate + EDTA-soluble P, in mg kg⁻¹ soil, (12) Note: 0.39% S and 0.55% P in winter barley seed; 0.40% S and 0.53 P in straw on average, independently of treatments. Sludge contained 0.64% S and 0.26% P.

4. táblázat. Börgyári szennyvíziszap hatása a talajok és a tavaszi árpa Fe tartalmára
Tenyészedény-kísérlet

Talajok megnevezése (1)	Iszapterhelés g/kg talajra (2)					SzD _{5%} (3)	Átlag (4)
	0	7,5	15	30	60		
	Fe-terhelés, mg/kg talajra (5)						
	0	66	132	264	528		
	cc. HNO ₃ + cc. H ₂ O ₂ -oldható „összes” Fe, % (6)						
Nyírlugos	0,63	0,64	0,62	0,64	0,64		0,64
Órbottyán	0,77	0,77	0,76	0,76	0,80	0,08	0,77
Nagyhőrcsők	2,04	2,00	1,95	1,94	1,86		1,96
Gyöngyös	2,47	2,48	2,46	2,37	2,31		2,42
Átlag (7)	1,48	1,47	1,45	1,43	1,40	0,04	1,45
	NH ₄ -acetát + EDTA oldható Fe, mg/kg (8)						
Nyírlugos	75	132	153	194	265		164
Órbottyán	169	175	201	205	273	40	205
Nagyhőrcsők	66	90	113	149	220		128
Gyöngyös	313	324	333	342	378		338
Átlag (7)	155	180	200	223	284	20	208
	Tavaszi árpa magtermés, Fe mg/kg 2000-ben (9)						
Nyírlugos	58	69	86	87	81		76
Órbottyán	45	43	65	57	62	12	54
Nagyhőrcsők	35	42	52	59	75		52
Gyöngyös	47	70	72	84	80		71
Átlag (7)	46	56	69	72	75	6	63
	Tavaszi árpa szalma + pelyva, Fe mg/kg 2000-ben (10)						
Nyírlugos	181	172	200	184	166		181
Órbottyán	180	230	209	287	231	122	227
Nagyhőrcsők	157	203	262	311	262		239
Gyöngyös	190	193	321	400	380		297
Átlag (7)	177	199	248	295	260	61	236

Megjegyzés: Az iszap 0,88% Fe elemet tartalmazott (11)

Table 4. Effect of leather factory sludge on the Fe content of soils and winter barley in pot experiment. (1) Soils, (2) Sludge load (g kg⁻¹) on soil, (3) LSD_{5%}, (4) Average, (5) Fe load on mg kg⁻¹ soil, (6) cc. HNO₃ + cc. H₂O₂-soluble "total" Fe, %, (7) Average, (8) NH₄-acetate + EDTA-soluble Fe, mg kg⁻¹, (9) Grain yield of winter barley, Fe mg kg⁻¹ in 2000, (10) Winter barley straw + husk, Fe mg kg⁻¹ in 2000, (11) Note: Sludge contained 0.88% Fe.

A terhelés pozitív hatása azonban nem mutatható ki az „összes” Fe tartalmában, sőt a kötött talajokban csökkenés igazolható. A Fe-ban gazdag talajok tehát hígulnak ebben az esetben. Az NH₄-acetát + EDTA frakció az „összes”-nek csupán 1,4%-át teszi ki. Ez a frakció viszont érzékenyen jelzi a Fe-terhelést és a kontrollhoz viszonyítva a talajok átlagában maximálisan 129 mg/kg emelkedést jelez. Mindez arra utal, hogy az iszaptrágyával talajba vitt Fe 24–25%-a oldható maradt a talajban. Úgy tűnik az iszap szervesanyaga megőrizte a Fe-vegyületek egy részének oldhatóságát. A tavaszi árpa magtermésében igazolhatóan emelkedett minden talajon a Fe beépült mennyisége. A melléktermésben is megfigyelhető ez a tendencia, sőt a kötöttebb savanyú gyöngyösi talajon a Fe-tartalom igazolhatóan kétszeresére nő. Az iszap szervesanyaga tehát nemcsak a Fe kémiai oldhatóságát, hanem a

növényi felvehetőségét is elősegítette. Ismeretes, hogy az ásványi Fe-sók nem alkalmasak a növényi Fe-hiánytünetek kezelésére talajtrágyaként, mert a Fe a talajban megkötődik és a növények számára felvehetetlen marad. Ezért a kelátkötésű vegyületeik terjedtek el, melyeket általában levéltrágyaként használják a gyakorlatban. A 4. táblázat eredményei szerint a börgyári szennyvíziszap javíthatja a növények Fe-ellátottságát, tehát Fe-trágyaszernek is minősülhet annak ellenére, hogy szárazanyaga 21,5% Ca-ot tartalmazott 11% szervesanyagkészlete mellett. A Fe egy része szerveskötésben lehet és így védett a megkötődéssel szemben, felvehetősége megőrződik a talajban.

Az iszap mindössze 204 mg/kg Mn-t tartalmazott, a maximális talajterhelés csupán 12,2 mg/kg értéket ért el. Az 5. táblázatban közölt eredmények szerint a talajok Mn-készlete a kötöttségükkel nő. A cc. HNO_3 + cc. H_2O_2 oldható „összes” Mn mennyisége a Mn-gazdag kötött talajokban az iszapterheléssel igazolhatóan mérséklődik, hígul. Ez a hígulás megnyilvánul az NH_4 -acetát + EDTA oldható frakcióban is a kötött talajokban. Amennyiben az „összes” és az oldható Mn arányát vizsgáljuk, azt találjuk, hogy az oldható Mn savanyú homokban az „összes” Mn 22%-át, meszes homokban 38%-át, a kötött talajokban pedig 50%-át teszi ki átlagosan. A növényi felvétel viszont főként a pH függvénye lehet. A 4,5 pH(KCl) értékkel jellemzett nyírlugosi homokon a melléktermésben 211 mg/kg Mn halmozódott fel 2000-ben, mely az iszapterheléssel együtt járó pH-emelkedéssel 35 mg/kg-ra mérséklődik. Az első évben, 1999-ben 505-ről 121 mg/kg-ra esett a beépült Mn mennyisége ugyanitt. Ezzel szemben az is megállapítható a vizsgált években, hogy a többi talajon a Mn koncentrációja tendenciájában emelkedik az iszaptrágya adagjával. És ez a tendencia nemcsak a karbonátos talajokon, hanem a 6,0 pH(KCl) értékű mészhányos gyöngyösi agyagos vályogon is megfigyelhető. A korábban a Fe-nál elmondottakhoz hasonlóan itt is feltehető, hogy az iszap szervesanyaga bizonyos védelmet nyújthat a Mn lekötődésével szemben erősen meszes környezetben is (5. táblázat).

A 6. táblázatban közölt adatok szerint az iszap 0,33% Al-ot tartalmazott, a talajterhelés 200 mg/kg mennyiséget ért el. A talajok cc. HNO_3 + cc. H_2O_2 oldható „összes” Al-készlete a talajok kötöttségét tükrözi korábban vizsgált K, S, P, Fe, Mn elemekhez hasonlóan. Az iszapterheléssel az „összes” Al-tartalom csökken az Al-ban gazdag kötött talajokban, tehát analóg módon a Fe és Mn elemeknél megfigyeltékhez itt is fellép a hígulás, mely statisztikailag is igazolható. Az NH_4 -acetát + EDTA oldható frakció a nyírlugosi talajban az „összes” Al 1,2%-át, míg a többi talajban 0,4–0,5%-át teszi ki. Az alumínium-szilikátok alapvető talajalkotók, az Al a kőzeteknek átlagosan 8%-át, a Fe 5%-át, a K 2,6%-át, Mg 2,1%-át, P 1,2%-át, Mn 1%-át, S 0,5%-át teheti ki. Persze döntő tömegét a kőzeteknek 28%-kal a Si és 47%-kal az O_2 adja (Pais 1991). Az általunk alkalmazott cc. HNO_3 + cc. H_2O_2 feltárás valójában nem képes az ásványok kristályrácsait maradéktalanul felbontani és így a valódi összes elemkészletekről informálni.

A tavaszi árpa magja Al-ban igen szegény. Az iszapkezelés a gyöngyösi agyagos vályogon növelte a szembe épült Al mennyiségét, tehát a talajbani hígulás ellenére az Al felvehetősége javult. A szalma viszont Al-ban gazdag és a talajok kötöttségével együtt nő az Al-készlete. A gyöngyösi agyagos talajon termett árpaszalma Al-tartalma megkétszereződik az iszapterhelés nyomán statisztikailag is igazolhatóan. Tendenciájában a karbonátos homok és vályog talajokon is emelkedés mutatkozik. Úgy tűnik tehát, hogy a Fe és Mn viselkedéséhez hasonlóan, bár kisebb mértékben, az Al növényi felvehetősége is nőhet a szervestrágyázással (6. táblázat).

5. táblázat. Börgyári szennyvíziszap hatása a talajok és a tavaszi árpa Mn tartalmára
Tenyészedény-kísérlet

Talajok megnevezése (1)	Iszapterhelés g/kg talajra 2001-ben (2)					SzD _{5%} (3)	Átlag (4)
	0	7,5	15	30	60		
Mn-terhelés, mg/kg talajra (5)							
	0	1,5	3,1	6,1	12,2		
cc. HNO ₃ + cc. H ₂ O ₂ -oldható „összes” Mn, mg/kg (6)							
Nyírlugos	191	197	195	200	195		196
Órbottyán	292	283	278	275	289	32	283
Nagyhőrcsők	677	658	645	636	606		644
Gyöngyös	920	889	876	885	842		883
Átlag (7)	520	507	499	499	483	16	501
NH ₄ -acetát + EDTA oldható Mn, mg/kg (8)							
Nyírlugos	37	48	44	48	41		44
Órbottyán	112	114	110	102	97	22	107
Nagyhőrcsők	343	341	330	309	280		321
Gyöngyös	537	502	469	397	318		444
Átlag (7)	257	251	238	214	184	11	229
Tavaszi árpa magtermésének Mn-tartalma, mg/kg 2000-ben (9)							
Nyírlugos	47	30	30	29	26		32
Órbottyán	21	20	25	25	26	4	23
Nagyhőrcsők	19	21	23	26	29		24
Gyöngyös	16	21	22	24	28		22
Átlag (7)	26	23	25	26	27	2	25
Tavaszi árpa szalma + pelyva, Mn-tartalma, mg/kg 2000-ben (10)							
Nyírlugos	211	74	55	40	35		83
Órbottyán	30	28	35	41	50	24	37
Nagyhőrcsők	39	46	54	64	64		54
Gyöngyös	36	40	41	52	52		44
Átlag (7)	79	47	46	50	50	12	54
Tavaszi árpa szalma + pelyva, Mn-tartalma, mg/kg 1999-ben (11)							
Nyírlugos	505	227	156	132	121		228
Órbottyán	42	39	39	42	68	34	46
Nagyhőrcsők	76	95	76	82	97		85
Gyöngyös	54	60	48	63	68		59
Átlag (7)	169	105	80	80	88	17	104

Megjegyzés: Az iszap 204 mg/kg Mn-t tartalmazott (12)

Table 5. Effect of leather factory wastewater sludge on the Mn content of soils and winter barley in pot experiment. (1) Soils, (2) Sludge load (g kg⁻¹) on soil in 2001, (3) LSD_{5%}, (4) Average, (5) Mn load on mg kg⁻¹ soil, (6) cc. HNO₃ + cc. H₂O₂-soluble "total" Mn, mg kg⁻¹, (7) Average, (8) NH₄-acetate + EDTA-soluble Mn, mg kg⁻¹, (9) Mn content of Grain yield of winter barley, mg kg⁻¹ in 2000, (10) Mn content of Winter barley straw + husk, mg kg⁻¹ in 2000, (11) Mn content of Winter barley straw + husk, mg kg⁻¹ in 1999, (12) Note: Sludge contained 204 mg kg⁻¹ Mn.

6. táblázat. Bőrgyári szennyvíziszap hatása a talajok és a tavaszi árpa Al tartalmára
Tenyészedény-kísérlet

Talajok megnevezése (1)	Iszapterhelés g/kg talajra (2)					SzD _{5%} (3)	Átlag (4)
	0	7,5	15	30	60		
	Al-terhelés, mg/kg talajra (5)						
	0	25	50	100	200		
	cc. HNO ₃ + cc. H ₂ O ₂ -oldható „összes” Al, % (6)						
Nyírlugos	0,54	0,54	0,52	0,54	0,53		0,53
Órbottyán	0,65	0,63	0,62	0,63	0,67	0,13	0,64
Nagyhőrcsök	2,34	2,25	2,25	2,25	2,00		2,22
Gyöngyös	3,01	3,17	3,12	3,03	2,83		3,03
Átlag (7)	1,64	1,65	1,63	1,61	1,51	0,07	1,61
	NH ₄ -acetát + EDTA oldható Al, mg/kg (8)						
Nyírlugos	76	67	64	62	62		66
Órbottyán	33	31	33	33	35	10	33
Nagyhőrcsök	79	81	76	76	75		77
Gyöngyös	163	168	163	153	139		157
Átlag (7)	88	87	84	81	77	5	83
	Tavaszi árpa mag, Al-tartalma, mg/kg 2000-ben (9)						
Nyírlugos	9	7	9	9	11		9
Órbottyán	7	7	8	7	8	5	7
Nagyhőrcsök	7	6	8	6	9		7
Gyöngyös	5	7	7	7	10		7
Átlag (7)	7	7	8	7	9	3	8
	Tavaszi árpa szalma + pelyva, Al mg/kg 2000-ben (10)						
Nyírlugos	125	104	125	118	117		118
Órbottyán	115	154	131	192	180	120	154
Nagyhőrcsök	120	147	203	249	215		187
Gyöngyös	169	155	283	384	337		266
Átlag (7)	132	140	186	235	212	60	181

Megjegyzés: Az iszap 0,33% Al-ot tartalmazott (11)

Table 6. Effect of leather factory wastewater sludge on the Al content of soils and winter barley in pot experiment. (1) Soils, (2) Sludge load (g kg⁻¹) on soil, (3) LSD_{5%}, (4) Average, (5) Al load on mg kg⁻¹ soil, (6) cc. HNO₃ + cc. H₂O₂-soluble "total" Al, %, (7) Average, (8) NH₄-acetate + EDTA-soluble Al, mg kg⁻¹, (9) Al content of Grain yield of winter barley, mg kg⁻¹ in 2000, (10) Al content of Winter barley straw + husk, mg kg⁻¹ in 2000, (11) Note: Sludge contained 0.33% Al.

IRODALOM

- Baranyai F.–Fekete A.–Kovács I.*: 1987. A magyarországi talaj tápanyagvizsgálatok eredményei. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Kádár I.*: 2004. A műtrágyázás hatása a tavaszi árpa elemfelvételére karbonátos csernozjom talajon. Növénytermelés. 53: 61–74.
- Kádár I.–Morvai B.*: 2007. Ipari-kommunális szennyvíziszap-terhelés hatásának vizsgálata tenyészedény-kísérletben. Agrokémia és Talajtan. 56: 333–352.
- Kádár I.–Morvai B.*: 2008. Börgyári szennyvíziszap vizsgálata tenyészedény-kísérletben. A Ca, Na és Cr elemek forgalma. Növénytermelés. 57: 35–48.
- Kjeldahl, J.*: 1891. Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern. Zeitschr. f. analyt. Chemie. 22: 366–382.
- Lakanen, E.–Erviö, R.*: 1971. A comparison of eight extractants for the determination of plant available microelements in soils. Acta Agr. Fenn. 123: 223–232.
- Pais, I.*: 1991. Criteria of essentiality, beneficiality and toxicity. What is too little and too much? [In: Pais, I. (ed.) Cycling of nutritive elements in geo- and biosphere]. Proc. IGBP. Budapest, 59–77.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Dr. Kádár Imre–Dr. Morvai Balázs
MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete
Budapest
Herman O. u. 15.
H-1022

Mütrágyázás hatása a sárgarépara karbonátos homoktalajon

KÁDÁR IMRE

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Budapest

Összefoglalás

Duna-Tisza közti karbonátos homoktalajon, az örbottyáni kísérleti telepünkön beállított NPK mütrágyázási tartamkísérlet 22. évében, 1992-ben vizsgáltuk a mütrágyázás hatását a Vörös Óriás fajtájú sárgarépa fejlődésére, termésére és elemfelvételére. Termőhely talaja a főbb tápelemekben (N, P, K) gyengén ellátott, a szántott réteg 1% körüli CaCO_3 -ot és 1% humuszt tartalmaz. Az altalaj erősen meszes, az agyagos rész 5–10%. A talajvíz 8–10 m mélyen található, a terület aszályérzékeny. A mütrágyákat pétisó, szuperfoszfát és kálisó formájában alkalmaztuk. A levonható főbb tanulságok:

1. A 22. éve trágyázásban nem részesült talajon, ebben a száraz évben, elenyésző 0,4 t/ha lomb és 2,8 t/ha friss gyökétermést kaptunk betakarításkor. A sárgarépa 6 hónapos tenyészideje során mindösszesen 190 mm csapadékot kapott, különösen aszályos volt az április és az augusztus hónap. Az NP-trágyázás a kontroll termését 2–2,5-szeresére növelte, majd az NPK trágyázással a kontroll hozamai 6-szorosára emelkedtek. A sárgarépa K-igényes kultúra, célszerű a talaj oldható K-tartalmát a kielégítő 150–200 mg/kg AL- K_2O szintre növelni.
2. A gyökérfejlődés kezdetén vett lomb jól tükrözte a növény tápláltsági állapotát. Az irodalomban közölt optimális koncentrációk önmagukban azonban félrevezetőek lehetnek, fontos a főbb elemarányok, a kiegyensúlyozott tápláltság ismerete. A nagy terméshez kötődő optimális K-tartalom a 4% körül vagy felette volt, ahol a K/Ca aránya a 2, a K/Mg és K/P aránya a 10 fölé emelkedett. A K-trágyázással javult a K-felvétel és a fellépő ionantagonizmus nyomán gátolt volt a Ca, Mg, Na, Sr és Ni beépülése. Mindez elensúlyozta a meszes talaj Ca-túlsúlyát és javította a termést. A levélanalízis eredményei szerint rejtett Zn-hiány alakult ki, amennyiben a lomb Zn tartalma mindössze átlagosan 20 mg/kg koncentrációt jelzett a P/Zn aránya ugyanakkor az optimális 100 körüli helyett 200 fölé emelkedett.
3. A betakarításkori lomb elszegényedett K, N, P, Ni elemekben. A tartaléktápanyag $\text{NO}_3\text{-N}$ egy nagyságrenddel zuhant a fiatal levélhez képest. Nőtt viszont a Ca, Fe, Al, Mn, Ba, B, Pb, Cr, Co készlete. A gyökér halmozta fel az összes felvett K, P, Na, Ni 83–88%-át, a N, Zn, Cu, Mo 71–79%-át, a Mg, Fe, Cd, Cr, 61–70%-át és a S, B elemek 50–57%-át. Ugyanakkor az Al és Cr csupán 40–44%-át, a Ca, Sr, Mn, Ba, Pb elemeknek csupán 32–38%-át találjuk a gyökérben, fő akkumulációs szervük a lomb volt.
4. A sárgarépa maximális 2,3 t/ha friss lomb + 17,5 t/ha friss gyökér termésével, tehát az összesen 4,8 t/ha légszáraz betakarított tömegével (a lomb ekkor átlagosan 50%, a gyökér 21% légszáraz anyagot tartalmazott) kerekén 71 kg K, 59 kg N, 58 kg Ca, 15 kg Mg, 12 kg P, 10 kg S, 4 kg Na, 2 kg Fe, 1 kg Al felvételt mutatott. A Mn 400 g, B és a Zn 90 g, Cu 30 g, Ni 6 g, Cr és Mo 2 g, Co 1 g körüli akkumulációt jelzett ha-ként. A 10 t gyökér + a hozzátartozó lomb ún. fajlagos elemkészlete kerekén 34 kg N, 16 kg P_2O_5 , 48 kg K_2O , 46 kg CaO, 16 kg MgO mennyiségnek adódott, mely jó egyezést mutatott a hazai szaktanácsadás irányzámaival. Kivételt az extrém nagy CaO jelentett, mely a meszes termőhely és az aszályos évszám viszonyait tükrözte. Adataink iránymutatóul szolgálhatnak a tervezett termés elemigényeinek becslésével hasonló körülmények között.

The effect of fertilisation on carrot on calcareous sandy soil

I. KÁDÁR

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry
of the Hungarian Academy of Sciences (RISSAC), Budapest

Summary

We examined the effect of fertilisation on the development, yield and element uptake of carrot variety "Vörös Óriás" on calcareous sandy soil in the Danube-Tisza mid-region by means of a NPK fertilisation treatment established on our experimental site in Órbottyán in 1992, the 22nd year of the experiment. The soil of the production site is weakly supplied with the main nutritional elements (N, P, K), the ploughed layer contains about 1% of CaCO_3 and 1% humus. The subsoil is strongly calcareous, the loamy part is about 5–10%. Ground water can be found at a depth of 8–10 m and the area is drought-sensitive. Fertiliser was applied in the form of lime-salpetre, superphosphate and potash. Our main conclusions are as follows:

1. We harvested an insignificant 0.4 t ha^{-1} leaf yield and 2.8 t ha^{-1} fresh root yield in this dry year, from a soil that has not been fertilised for 22 years. Carrot had only 190 mm rainfall during its six months long growing period; April and August were especially droughty. NP fertilisation increased the yield of control plots 2–2.5 times, whereas the yields of the control increased 6-times as a result of NPK fertilisation. Carrot is a potassium-demanding plant, therefore it is worth increasing the soluble potassium content of the soil to a level of 150–200 mg/kg AL- K_2O .
2. The leaves sampled at the beginning of root development reflected the nourishment stage of the plant well. Nevertheless, the optimal concentrations presented in the specialist literature can be misleading, the main element ratios and balanced nourishment should also be known. The optimal potassium content in the case of a high yield was around 4% or more, whereas the ratio of K/Ca was 2 and those of K/Mg and K/P rose above 10. Potassium uptake was improved by potassium fertilisation and the intake of Ca, Mg, Na, Sr and Ni was hindered by the arising ion antagonism. All these counterbalanced the Ca-dominance of the calcareous soil and improved yield. According to the results of leaf analysis, there was a hidden Zn shortage if the Zn content of the leaf was 20 mg kg^{-1} and the P/Zn ratio increased to more than 200, instead of the optimal 100.
3. At the time of harvesting, leaves had low contents of K, N, P, Ni elements. The residual nutritive $\text{NO}_3\text{-N}$ dropped by a magnitude in comparison with the young leaf. Nevertheless, stocks of Ca, Fe, Al, Mn, Ba, B, Pb, Cr and Co increased. The root accumulated 83–88% of all K, P, Na and Ni taken up; 71–79% of N, Zn, Cu and Mo; 61–70% of Mg, Fe, Cd and Cr, and 50–57% of elements S and B. At the same time only 40–44% of Al and Cr and only 32–38% of Ca, Sr, Mn, Ba and Pb can be found in the root, as their main accumulation was in the leaves.
4. Carrot showed a total of 71 kg K, 59 kg N, 58 kg Ca, 15 kg Mg, 12 kg P, 10 kg S, 4 kg Na, 2 kg Fe, 1 kg Al uptake by its maximum yield of 2.3 t ha^{-1} fresh leaves and 17.5 t ha^{-1} fresh root (a total 4.8 t ha^{-1} air dry yield – at this time, leaves contained 50%, roots contained 21% air dry material). Other values of accumulation per hectares: Mn 400 g, B and Zn 90 g, Cu 30 g, Ni 6 g, Cr and Mo 2 g, Co 1 g. The so-called specific element stock of 10 t roots and the leaves belonging to it consisted of 34 kg N, 16 kg P_2O_5 , 48 kg K_2O , 46 kg CaO and 16 kg MgO, that was similar to the guideline numbers of the Hungarian technical advice. The extremely big value of CaO was an exception, because it reflected the conditions of calcareous production site and the droughty year. Our data can be a guideline for the assessment of the expected yield's element needs within similar conditions.

Bevezetés és irodalmi áttekintés

A sárgarépa laza, mélyrétegű, gyommentes talajt igényel. Gyakran az istállótrágyázott gabona vagy burgonya után vetik. Hosszú tenyészidejű, hosszúnappalos növény, közepes hő- és vízigénnyel. Fagyra nem érzékeny, már március elején vethető és késő októberben szedhető. A hosszú tenyészidő miatt utána tavaszi növény következhet. A messze északon is megterem. Maximális víz-, hő- és tápanyagigénye az intenzív gyökérfejlődés idején (július, augusztus és szeptember hónapokban) jelentkezik. A tenyészidő alatt kívánatos a 400 mm körüli csapadékkellátottság. Előnyös lehet a karbonátos, humuszos, homokos vályogtalaj, mely tápanyaggal jól ellátott. A vadon termő formák is főként ilyen termőhelyen találhatók (*Prjanisnyikov 1965, Láng 1976*).

Cserni et al. (1983) tenyészedény-kísérletben tanulmányozták a sárgarépa tápanyagreakcióját. Karbonátos homoktalajon optimális adagnak a 125 kg N, 50 kg P_2O_5 , 300 kg K_2O bizonyult, míg a hektárra számított 250 kg N depressziót okozott. A kísérleti talaj 2% humuszt, 5% $CaCO_3$ -ot, 350 mg/kg AL- P_2O_5 és 135 mg/kg AL- K_2O készlettel rendelkezett. A szerzők egy későbbi kísérletükben kimutatták, hogy a N-túladagolás a növény káros NO_3 -N-tartalmát ugrásszerűen növelheti (*Cserni et al.* 1989). Németországi tapasztalatok szerint a legtöbb talajon 100 kg/ha N-adag biztosíthatja a nagy termést, jó minőséget és nem lép fel érdemi kilúgzás szabadföldön (*Brückner 1986*).

Fink (1982) megjegyzi, hogy a kertészeti termesztésben intenzívebb a talajhasználat. Egységnyi területen nagy az input és természetesen nagyok a hozamok is. Különösen üvegházi körülmények között szükséges a bőséges trágyázás. Mivel azonban a trágyák viszonylag kis értéket képviselnek a termelési költségekben, általános a túltrágyázás. Mindez felesleges kiadást, tápanyag-diszharmoniót, kimosódást és minőségromlást okozhat. A talaj sótartalma idővel megnő, termékenysége csökkenhet. A trágyázás optimuma, ill. felső határa, maximuma nincs precíz módon megállapítva. A szerző szerint már a szántóföldi zöldszéves forgókban is 3–10-szeres lehet a táblák talajának felvehető elemtartalma, összevetve a környező nem zöldszéves forgók talajával.

Az MTA TAKI Nagyhörsök Kísérleti Telepén, a 3% humuszt tartalmazó karbonátos csernozjom vályogtalajon 1992-ben és 1994-ben természetünk Vörös óriás fajtájú sárgarépát. Az aszályos 1992-ben 14–18 t/ha gyökér és 4–5 t/ha lomb termett. A gyökér 18%, a lomb 30% légszáraz anyagot tartalmazott. A 10 t/ha gyökér és a hozzátartozó lomb termésbe épült elemek mennyisége, azaz az u.n. fajlagos elemtartalom, átlagosan 53 kg N, 15 kg P_2O_5 , 25 kg K_2O , 57 kg CaO, 13 kg MgO tömeget tett ki. Mindez lényegesen eltért a hazai szaktanácsadásban elfogadott 40–15–50–16–16= N- P_2O_5 - K_2O -CaO-MgO kg/t fajlagos mutatóktól. A száraz talajban megnehezült a döntően diffúzióval szállítódó kálium felvétele, míg a főként tömegárammal mozgó Ca és részben a N felhalmozódott (*Kádár et al.* 2000).

A mérsékelt száraz 1994. évben a maximális 26–28 t/ha gyökértermést a N-nel és P-ral 21 éve nem trágyázott kontroll kezelések adták, ahol az AL- P_2O_5 80–100, az AL- K_2O 200–250 mg/kg mennyiségnek felelt meg a szántott rétegben. A 200 mg/kg AL- P_2O_5 , ill. 350 mg/kg AL- K_2O tartalom felett a termés drasztikusan csökkent, a sárgarépa csaknem kipusztult és a talaj elgyomosodott. A kielégítő termést produkáló NP-kontroll talajon a sárgarépa fajlagos elemtartalma 37 kg N, 14 kg P_2O_5 , 56 kg K_2O , 52 kg CaO és 13 kg MgO értéket mutatott, tehát jól egyezett az elfogadott szaktanácsadási irányszámokkal, ill. megerősítette azokat. Kivételt az extrém nagy fajlagos CaO érték képezett, mely a karbonátos termőhelyet és a száraz évet tükrözte (*Kádár 2004*).

Munkánk célja bemutatni az NPK-műtrágyázás hatását a sárgarépa fejlődésére, termésére, lombjának és gyökérének ásványi összetételére karbonátos Duna-Tisza közti homoktalajon. Ellenőrizni kívánjuk itt a növény fajlagos elemtartalmának változásait és a tápláltsági állapot jellemzésére szolgáló levéldiagnosztikai határkoncentrációkat, melyek a gyakorlati szaktanácsadás során iránymutatóul szolgálhatnak a trágyaigény megállapításában.

Anyag és módszer

Az MTA TAKI Órbottyáni Kísérleti Telepe a Duna-Tisza közti homokhátság északi részén, a Gödöllői-dombvidék pereméhez közel helyezkedik el. A talajvíz tükre 5–10 m mélyen található, a talajképződési folyamatokat, ill. a trágyahatásokat nem befolyásolja. A termőhely a homoktalajokra jellemzően rossz vízgazdálkodású, aszályérzékeny, heterogén tulajdonságú és NPK tápelemekben szegény. A mütrágyázási kísérletet eredetileg Kozák Mátyás 1970 őszén állította be 10 kezeléssel és 4 ismétléssel, azaz összesen 40 db egyenként 50 m²-es parcellával kéttényezős véletlen blokk elrendezésben (Kozák 1977, Kozák és Szemes 1984).

A vizsgált kísérlet talaja csernozjom jellegű humuszos homok 60–70 cm humuszos szinttel. A szántott réteg CaCO₃- és humusztartalma 1%, az altalaj erősen karbonátos. A pH(H₂O) 7,3; a pH(KCl) 7,0 átlagosan. A P-(0, 60, 120 kg P₂O₅/ha/év) és K-mütrágyákat (0, 100, 200, 300, 400 kg K₂O/ha/év), valamint a N (0, 80, 160 kg N/ha/év) felét ősszel szántás előtt, a másik felét tavasszal szórtuk ki 25%-os pétisó, 18%-os szuperfoszfát és 50%-os kálisó formájában. A kísérletek különösen a K-hatásgörbék tanulmányozására alkalmasak kétféle NP-szinten (Kádár 2007a, b).

Kísérletben a Vörös óriás fajtájú sárgarépat termesztettük. A vetés március elején történt 2–3 cm mélyre 50 db/fm, ill. 3 kg/ha vetőmaggal, 36 cm sortávra vetve és 10–15 cm tőtávolságra egyelve. A sorközök kapálásával az állományt gyommentesen tartottuk. A gyökérképződés kezdetén június 12-én parcellánként véletlenszerűen 20–20 lombmintát gyűjtöttünk levéldiagnosztikai céllal. Betakarítás előtt szeptember 15-én parcellánként 20–20 db átlagos gyökeres növényt vettünk a lomb és gyökér ásványi összetételének vizsgálatára.

A szántott réteg talaját 1990-ben, a kísérlet 20. évében mintáztuk meg parcellánként 20–20 lefúrás anyagát egyesítve. A mintákban meghatároztuk az ammóniumlaktát-ecetsavas (AL) PK-tartalmakat Egnér *et al.* (1960) szerint. A növénymintáknak mértük a friss és a légszáraz tömegét, valamint a makro- és mikroelem tartalmukat cc.HNO₃+cc.H₂O₂ fel-tárást követően, ICP technikát alkalmazva. A nitrogént a hagyományos cc.H₂SO₄+cc.H₂O₂ roncsolás után Kjeldahl (1891) módszerével határoztuk meg.

Ami a csapadékkellátottságot illeti, az alábbiakra utalunk. Az elővetemény őszi búza betakarítása után 1991-ben még 150 mm eső esett. Nem ismert, hogy ebből a talaj mennyi csapadékot volt képes tárolni és esetleg a sárgarépa rendelkezésére bocsátani a következő évben. 1992-ben a január + február + március havi csapadékösszeg 55, áprilisban 5, májusban 23, júniusban 56, júliusban 39, augusztusban 0, szeptember közepéig 23 mm-t tett ki. A sárgarépa tenyészideje alatt 190 mm eső hullott. Mindez fele az optimálisnak, aszályos volt az április és főként az augusztus.

Kísérleti eredmények

Kezelések hatását a talaj szántott rétegének AL-PK tartalmára az 1. táblázat foglalja össze. Az adatokból látható, hogy a 20 éve trágyázásban nem részesült kontroll talajon mind az AL-K₂O, mind az AL-P₂O₅ tartalma rendkívül kicsi. Korábbi vizsgálataink alapján megállapítottuk, hogy hasonló karbonátos homoktalaj kielégítően ellátottnak minősülhet, ha az AL-P₂O₅ készlete a 150–200 mg/kg, az AL-K₂O tartalma pedig a 100–150 mg/kg tartományba esik (Kádár 1992). A kísérlet első 19 éve alatt 1971–1989 között a K₂O adagok 0, 40, 80, 120, 160 kg/ha/év mennyiséget jelentettek. Ezt követően az adagokat 2,5-szeresére növeltük, hogy a talajgazdagító K-szintek hatása szabatosan megnyilvánulhasson és a K-igényes kultúrák optimumait, ill. a K-túlsúly esetleges negatív hatásait is megismerjük. Az 1. táblázat eredményei szerint a feltalaj K-ellátottsága a 20. év végére a kielégítő tartományba kerülhetett a pozitív K-mérleggel rendelkező K4 kezelésekben. A szántott réteg alatti talaj is gazdagodhatott itt K-ban, hiszen hasonló talajon a K lemosódása, vertikális elmozdulása nem kizárt. A feltalaj AL-P készlete látványosan emelkedett már a 60 kg/ha/év P₂O₅ adaggal, a 120 kg/ha/év trágyázás nyomán pedig a kívánatos „ki-

elégítő” szintet is elérte vagy meghaladta. Az aszályos 1992. évben a termések kicsik maradtak. Különösen a tápelemekben szegény kontroll talajon, ahol a sárgarépa csaknem kipusztult. Az NP kezelések sem eredményeztek önmagukban érdemi vagy látványos termésemelkedést. A kiegészítő K-trágyázás nyomán a termések 2–3-szorosára emelkedtek, részben ellensúlyozva ezzel az aszály kedvezőtlen hatását. Betakarításkor a gyökér átlagosan 21%, míg a lomb 50% légszáraz anyagot tartalmazott. Az összes légszárazanyag hozama a kezelések függvényében 0,7–4,8 t/ha között ingadozott. A gyökér/lomb tömegaránya nem változott műtrágyázással a betakarítás idején (1. táblázat).

1. táblázat. Kezelések hatása a talaj szántott rétegének AL-oldható PK tartalmára 1990-ben és a sárgarépa termésére 1992-ben (Duna-Tisza közti karbonátos homoktalaj, Órbottyán)

Kezelés NPK (1)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Lomb (2)	Gyökér (3)	Együtt (4)	Légsz.a. együtt (5)
	kg/ha/év (6)			AL-mg/kg		1992. 09. 15-én, t/ha (7)			
000	0	0	0	54	76	0,4	2,8	3,2	0,7
110	80	60	0	46	117	0,8	4,1	4,9	1,3
111	80	60	100	61	118	1,5	13,1	14,6	3,3
112	80	60	200	81	124	1,6	11,5	13,1	3,0
113	80	60	300	99	109	2,2	16,6	18,8	4,8
220	160	120	0	45	177	1,1	7,9	9,0	2,0
221	160	120	100	58	205	1,9	12,6	14,5	3,6
222	160	120	200	86	208	1,8	13,2	15,0	3,8
223	160	120	300	111	179	2,3	16,6	18,9	4,7
224	160	120	400	133	183	2,3	17,5	19,8	4,8
SzD _{5%} (8)	-	-	-	14	52	0,9	5,3	5,9	1,6
Átlag (9)	-	-	-	77	150	1,7	12,6	14,3	3,4

Megjegyzés: A lomb átlagosan 50%, a gyökér 21% légszáraz anyagot tartalmazott. A K₂O adagok 1971–1989 között 0, 40, 80, 120, 160 kg/ha/év mennyiséget jelentettek (10)

Table 1. The effect of treatments on the AL-soluble PK content of the ploughed layer of soil in 1990 and on the yield of carrot in 1992 (calcareous sandy soil in the Danube-Tisza mid-region, Órbottyán). (1) NPK treatment, (2) Leaves, (3) Root, (4) Together, (5) Together, air dry materials, (6) kg ha⁻¹ year⁻¹, (7) on 15/09/1992, t ha⁻¹, (8) LSD_{5%}, (9) Average, (10) Note: Leaves contained 50%, root contained 21% of air dry material. K₂O dosages were 0, 40, 80, 120, 160 kg ha⁻¹ year⁻¹ between 1971–1989.

A gyökérbőkezézés kezdetén, július 12-én végzett bonitálásaink szerint a kontroll és a K-hiányos talajon a sárgarépa fejletlen, satnya maradt és elgyomosodott. A lomb ekkor 18%, a fiatal gyökér 13% szárazanyagot tartalmazott. Az együttes NPK trágyázás nyomán a kontroll parcellák termése többszörösére nőtt. Különösen a gyökerek fejlődését gátolta a tápelemek hiánya, a friss lomb/gyökér tömegaránya a kontroll parcellán 3,3 volt, míg az NP és NPK kezelésekben ez az arány 1,5–2,0 körülire szűkült (2. táblázat).

2. táblázat. Kezelések hatása a sárgarépára 1992. június 12-én gyökérrképződés elején (Duna-Tisza közti karbonátos homoktalaj, Órbottyán)

Kezelés NPK (1)	Bonitálás állományra (2)	Lomb g/20 növény (3)		Gyökér g/20 db (6)		Friss lomb és a gyökér arány (9)
		Zöld (4)	Légszáraz (5)	Nyers (7)	Légszáraz (8)	
000	1,0	49	10	15	2	3,3
110	1,5	81	16	39	5	2,1
111	3,3	98	20	50	6	2,0
112	3,0	91	17	52	7	1,8
113	4,0	149	28	96	12	1,6
220	2,5	106	22	62	8	1,7
221	3,0	104	20	52	7	2,0
222	3,8	165	31	108	13	1,5
223	3,8	197	36	150	18	1,3
224	4,3	178	32	103	13	1,7
SzD _{5%} (10)	1,0	62	11	52	6	0,6
Átlag (11)	3,1	124	24	76	10	1,6

Megjegyzés: Légszárazanyag átlagosan a friss levélben 18, gyökérben 13 % június 12-én. (12) Bonitálás: 1 – igen gyengén fejlett, 2 – gyengén fejlett, 3 – közepesen fejlett, 4 – jól fejlett, 5 – relative igen jól fejlett állomány (13)

Table 2. Effect of treatments on carrot at the beginning of root development on 12/06/1992 (calcareous sandy soil in the Danube-Tisza mid-region, Órbottyán). (1) NPK treatment, (2) Evaluation of the development, (3) Leaves g/20 plants, (4) Green, (5) Air dry, (6) Root g/20 pcs, (7) Raw, (8) Air dry, (9) Fresh leaves an root ratio, (10) LSD_{5%}, (11) Average, (12) Note: Air dry material on average in fresh leaves: 18%, in roots: 13% on 12th July, (13) Evaluation: 1 – very weakly developed, 2 – weakly developed, 3 – moderately developed, 4 – well developed, 5 – relatively very well developed population.

Az NP-trágyázással általában emelkedett a lomb Ca tartalma a levelekben, míg a K és P %-a mérséklődött mind a földfeletti, mind a földalatti növényi szervben. A javuló K-ellátottsággal együtt látványosan nőtt a K koncentrációja mindkét növényi részben és a kation-antagonizmus eredményeképpen csökkent a Ca és a Mg beépülése. A változásokat jól jellemezhetik a feltüntetett elemarányok. A K/Ca aránya 0,9–2,3 között, a K/Mg aránya 3–12 között, a K/P aránya 5–10 között módosult a kezelésekben. A nagyobb terméshez köthető optimumokat a tágabb arányok jelenthetik ezen a K-mal gyengén ellátott termőhelyen (3. táblázat). A 3. táblázat adatai arra is utalnak, hogy a K és P egyenletesen oszlik meg a fiatal levélben és a gyökérben, a lomb viszont átlagosan kétszer annyi Mg-ot és 5–6-szor annyi Ca-ot akkumulált a gyökérhez képest. Ebből adódóan a gyökérben kimutatott átlagos K/Mg aránya is kétszer, ill. a K/Ca aránya 5–6-szor tágabb a lombhoz viszonyítva. A légszáraz lomb ekkor 3,04% N, valamint 0,42% S és 3,6 mg/g NO₃-N tartalommal rendelkezett. A gyökér szegényebb volt ezen elemekben az alábbi átlagos készlettel: N 1,57%, S 0,11%, NO₃-N 2,0 mg/g légszáraz anyagban. Megemlítjük, hogy az Pb, Cd, Cr, Hg, Co, és a Mo a kimutathatósági határ alatt maradt a vizsgált növényi szervekben.

Tanulságos megvizsgálni néhány egyéb mikroelem viselkedését is. Amint a 4. táblázatban látható, az NP-kezeléssel nőhet a lomb Na és Sr, a javuló K-kínálattal pedig visszaszorulhat a Na, Sr, Ni kationok tartalma. A sárgarépa, mint általában a répapfélék Na-akkumulátor fajok. A gyökér Na-felvételét az NP-kezelés 0,15–0,25% emelte, míg a

nagyobb K-kínálat 0,07%-ra mérsékelte látványosan. Itt is nyomonkövethető a megnövelt Ni-tartalom a gyökerekben az NP-trágyázással, valamint a K-kínálat Sr és Ni elemekkel szembeni antagonistá befolyása. A Cu átlagos mennyisége mindkét növényi részben a nagyobb NP-kezelésekben 10–20%-kal visszaesik.

3. táblázat. Kezelések hatása a légszáraz sárgarépa elemösszetételére 1992. 06. 12-én (Duna-Tisza közti karbonátos homoktalaj, Órbottyán)

Kezelés NPK (1)	Ca	K	Mg	P	K/Ca	K/Mg	K/P
	%				Arány (2)		
Lomb (3)							
000	2,07	2,97	0,52	0,44	1,4	6	7
110	2,27	2,48	0,60	0,36	1,1	4	7
111	2,32	3,25	0,44	0,32	1,4	7	10
112	2,22	3,58	0,42	0,34	1,6	8	10
113	2,08	3,83	0,37	0,33	1,8	10	12
220	2,43	2,24	0,68	0,44	0,9	3	5
221	2,23	3,44	0,42	0,40	1,5	8	9
222	2,10	3,82	0,35	0,38	1,8	11	10
223	1,85	3,98	0,36	0,43	2,2	11	9
224	1,84	4,24	0,36	0,41	2,3	12	10
SzD _{5%} (4)	0,32	0,32	0,08	0,04	0,6	3	3
Átlag (5)	2,20	3,32	0,45	0,38	1,5	7	9
Gyökér (6)							
000	0,41	3,42	0,37	0,40	8,3	9	9
110	0,41	2,75	0,28	0,34	6,7	10	8
111	0,40	3,24	0,24	0,29	8,1	14	11
112	0,41	3,85	0,23	0,33	9,4	17	12
113	0,37	3,64	0,19	0,30	9,8	19	12
220	0,37	2,06	0,28	0,42	5,6	7	5
221	0,40	3,50	0,23	0,40	8,8	15	9
222	0,40	3,52	0,20	0,38	8,8	18	9
223	0,38	3,65	0,20	0,41	9,6	18	9
224	0,36	3,83	0,20	0,40	10,6	19	10
SzD _{5%} (7)	0,06	0,56	0,05	0,05	2,2	4	3
Átlag (8)	0,39	3,23	0,23	0,36	8,3	14	9

Table 3. The effects of treatments on the element composition of air dry carrot on 12/06/1992 (calcareous sandy soil in the Danube-Tisza mid-region, Órbottyán). (1) NPK treatment, (2) Proportion, (3) Leaves, (4) LSD_{5%}, (5) Average, (6) Root, (7) LSD_{5%}, (8) Average.

4. táblázat. Kezelések hatása a légszáraz sárgarépa elemösszetételére 1992. 06. 12-én (Duna-Tisza közí karbonátos homoktalaj, Órbottyán)

Kezelés NPK (1)	Na	Sr	Cu	Ni	Na	Sr	Cu	Ni
	Lomb, mg/kg (2)				Gyökér, mg/kg (3)			
000	623	243	6,1	1,6	1272	66	5,7	1,2
110	726	206	6,8	1,5	1498	53	5,6	1,7
111	413	166	6,9	1,3	1164	46	5,6	1,7
112	451	171	6,6	0,7	908	49	6,1	1,7
113	516	160	7,3	0,9	740	44	5,7	1,3
220	962	290	5,6	1,9	2534	60	4,5	2,6
221	416	243	5,9	1,4	821	59	4,9	1,8
222	514	230	6,0	1,2	680	58	4,8	1,8
223	492	226	5,9	1,0	709	60	4,7	2,0
224	361	217	5,9	1,2	696	55	4,5	1,9
SzD _{5%} (4)	299	22	0,4	0,4	400	5	0,5	0,4
Átlag (5)	545	211	6,4	1,2	1132	54	5,2	1,8

Table 4. The effects of treatments on the element composition of air dry carrot on 12/06/1992 (calcareous sandy soil in the Danube-Tisza mid-region, Órbottyán). (1) NPK treatment, (2) Leaves, mg kg⁻¹, (3) Root, mg kg⁻¹, (4) LSD_{5%}, (5) Average.

Levéldiagnosztikai szempontból a lomb optimálisnak tekintett összetétele, mely a sárgarépa kielégítő ellátottságát tükrözheti, az alábbi adatokkal jellemezhető *Bergmann* (1992) szerint a gyökéreképződés kezdetén: K 2,7–4,0%, N 2,0–3,0%, Ca 1,2–2,0%, Mg 0,4–0,8%, P 0,3–0,5%, NO₃-N 1–3 mg/g, Fe 120–300 mg/kg, Mn 70–200 mg/kg, Zn 30–80 mg/kg, Cu 7–15 mg/kg, Mo 0,5–1,5 mg/kg szárazanyagban. Kísérleti eredményeink szerint az optimális K-tartalom 4% körüli vagy e fölötti tartományt jelentette, ahol a K/Ca aránya kettő fölé, a K/Mg, ill. a K/P aránya tíz fölé emelkedett a 3. táblázatban korábban bemutatott eredményeket is figyelembe véve. A N, NO₃-N, Ca, Mg, P elemekre közölt irodalmi optimumokat elfogadhatónak találtuk kísérletünkben is.

A gyökéreképződés kezdetén vett légszáraz lomb átlagos elemtartalmát összevetve az irodalmi etalonnal megállapítható, hogy az önmagukban a koncentrációk félrevezetőek lehetnek. Szükséges az arányok, a tápláltság kiegyensúlyozottságának figyelembevétele. A *Bergmann* (1992) által közölt K és Mg tartalmakból számolt K/Mg arány optimuma szintén kettő körülnek adódik. A karbonátos, erős Ca-túlsúllyal rendelkező talajon tehát a 3% K-tartalom nem minősül kielégítő ellátottságnak. Esetünkben a jelentős Ca-túlsúlyra a 2,20% átlagos Ca-tartalom is utal. A N-bőséget jelzi a 3%-ot meghaladó N-tartalom, ill. a 3 mg/g feletti NO₃-N készlete. Ami a sárgarépa esszenciális mikroelemekkel való ellátottságát illeti látható, hogy viszonylag a lomb nagy Fe, megfelelő Mn, valamint kicsi Zn és Cu készlettel rendelkezik. Különösen a rejtett Zn-hiány említésre méltó. A Zn felvehetőségét gátolja közismerten a Ca és a P túlsúlya. A P/Zn kiegyensúlyozott aránya a fiatal növényi szövetekben számos kultúrnövény esetén 100 körülnek adódott vizsgálataink szerint (*Kádár és Elek* 1999, *Kádár* 1992, 1980, *Elek és Kádár* 1980). Kísérletünkben a nagyobb NP-szinteken a P 0,4% fölé is emelkedhet, a P/Zn aránya pedig 200 fölé, tehát a P túlsúlya a Zn-vel szemben a 200-szorosát is meghaladhatja.

Szeptember 15-én, a betakarításkor vett lomb és gyökér összetételében szintén nyo-

monkövethető a K-trágyázás hatása. A K-tartalom emelkedésével mérséklődik az antagónista Ca és Mg kationok beépülése mind a lomb, mind a gyökér szöveteiben. A lomb esetében a P%-ok is tendencia jelleggel vagy igazolhatóan csökkennek. A K/Ca, K/Mg és K/P arányok általában 2–3-szorosára tágulnak a növekvő K-szintekkel mindkét növényi részben. A felvett Ca jelentős részben a levélben maradt, míg a K inkább a gyökérben akkumulálódott. A K/Ca aránya ebből adódóan egy nagyságrenddel tágult a gyökérben a lombhoz képest. A K/Mg aránya is átlagosan több mint kétszerese a levélben mértnek, míg a K/P aránya közelálló a földfeletti és a fölalatti szervekben (5. táblázat).

A 6. táblázat eredményeiből az is megállapítható, hogy a betakarításkori előregedő lombban a N kevesebb mint 1/3-ára, a $\text{NO}_3\text{-N}$ pedig 1/10-ére zuhan. A $\text{NO}_3\text{-N}$ tartaléktápanyagot képez a fiatal növényi részekben, mely a fejlődés, érés folyamán felhasználódik. Az előregedő növény vizet és káliumot veszít. A kálium kimosódhat a szövetekből mert nem kapcsolódik a sejtalkotó anyagokhoz. A fiatal növényhez viszonyítva így a betakarításkori lomb elvesztette K-készletének több mint 2/3-át, míg a gyökér a felét. Hasonlóképpen mintegy a felére csökkent az átlagos P- és Ni-tartalom, mérséklődött a Na, Sr és Cu is a lombban. Többszörösére ugrott ugyanakkor a betakarításkori lomb Ba, Pb, Cr és Co koncentrációja, mérsékeltén pedig a Ca, Fe, Al, Mn Bo és Mo tartalma. A Mg, S, Zn, Cd elemek nem jeleztek érdemi különbséget a két mintavételi időpont között a levélben.

Az éréskori gyökérben a $\text{NO}_3\text{-N}$ és a Pb kevesebb mint 1/3-ára, Cd és a már említett K a felére esett vissza. Hígulást mutatott a N, P, S, Na, Fe, Al, Sr, Mn és Ni. Nagyságrendbeli akkumulációt jelzett ugyanakkor a Mo, valamint mérsékeltén nőtt a Ca, Mg, S, Cu elemek tartalma. A B, Zn, Cr és Co mennyisége érdemben nem változott a júniusi mintavételhez viszonyítva. Megemlítjük még, hogy a Se 0,6 mg/kg, As 0,4 mg/kg és a Hg 0,12 mg/kg mérés határ alatt maradt mindkét növényi részben a tenyészidő folyamán (6. táblázat).

A sárgarépa gazdaságilag is elfogadható maximális 2,3 t/ha lomb és 17,5 t/ha betakarításkori gyökér termésével, tehát a 4,8 t/ha légszáraz biomasszával kereken 71 kg K, 59 kg N, 58 kg Ca, 15 kg Mg, 12 kg P, 10 kg S, 4 kg Na, 2 kg Fe és 1 kg Al felvételével számolhatunk hasonló viszonyok között. Az esszenciálisnak tartott mikroelemek esetében a Mn mintegy 400 g, a B és a Zn 90 g, Cu 30 g, Ni 6 g, Cr és Mo 2 g, Co 1 g akkumulációt jelzett ha-ként. A betakarításkori gyökérbe épült a K, P, Na Ni 83–88%-a, a N, Zn, Cu, Mo 71–79%-a, a Mg, Fe, Cd, Cr 61–70%-a, valamint a S és a B 50–57%-a. Ugyanakkor az Al és Cr elemeknek 40–44%-át, míg a Ca, Sr, Mn, Ba, Pb elemeknek 32–38%-át találjuk a gyökérben, fő akkumulációs szervük a lomb volt (7. táblázat).

5. táblázat. Kezelések hatása a légszáraz sárgarépa elemösszetételére betakarításkor
1992. 09. 15-én
(Duna-Tisza közti karbonátos homoktalaj, Órbottyán)

Kezelés NPK (1)	Ca	K	Mg	P	K/Ca	K/Mg	K/P
	%				Arány (2)		
Lomb (3)							
000	3,90	0,78	0,44	0,18	0,20	1,8	4,3
110	3,60	0,58	0,46	0,18	0,16	1,3	3,2
111	3,61	0,73	0,42	0,15	0,20	1,7	4,9
112	3,66	1,02	0,38	0,15	0,28	2,7	6,8
113	3,15	1,27	0,31	0,15	0,40	4,1	8,5
220	3,09	0,58	0,48	0,20	0,19	1,2	3,4
221	3,10	0,92	0,42	0,17	0,30	2,2	4,6
222	3,18	1,33	0,38	0,15	0,42	3,5	8,9
223	3,26	1,51	0,36	0,17	0,46	4,2	8,9
224	2,63	1,45	0,31	0,16	0,55	4,7	9,1
SzD _{5%} (4)	0,60	0,23	0,06	0,03	0,08	1,2	1,8
Átlag (5)	3,18	0,99	0,40	0,17	0,31	2,5	5,8
Gyökér (6)							
000	0,93	1,74	0,54	0,29	1,9	3,2	6,0
110	0,83	1,32	0,47	0,28	1,6	2,8	4,7
111	0,46	1,61	0,25	0,27	3,5	6,4	6,0
112	0,53	1,75	0,27	0,27	3,3	6,5	6,5
113	0,49	2,14	0,23	0,28	4,4	9,3	7,6
220	0,62	0,94	0,32	0,27	1,5	2,9	3,5
221	0,42	1,56	0,26	0,33	3,7	6,0	4,7
222	0,51	1,82	0,25	0,33	3,6	7,3	5,5
223	0,49	1,91	0,28	0,30	3,9	6,8	6,4
224	0,51	1,90	0,23	0,29	3,7	8,3	6,6
SzD _{5%} (7)	0,22	0,1	0,08	0,04	1,2	1,4	1,3
Átlag (8)	0,54	1,63	0,28	0,29	3,0	5,8	5,6

Table 5. The effects of treatments on the element composition of air dry carrot at harvest on 15/09/1992 (calcareous sandy soil in the Danube-Tisza mid-region, Órbottyán). (1) NPK treatment, (2) Proportion, (3) Leaves, (4) LSD_{5%}, (5) Average, (6) Root, (7) LSD_{5%}, (8) Average.

6. táblázat. *A sárgarépa átlagos összetétele 1992-ben
(Duna-Tisza közí karbonátos homoktalaj, Órbottyán)*

Elem jele (1)	Mértékegység (2)	Lomb, légszáraz (3)		Gyökér, légszáraz (4)	
		06. 12-én (5)	09. 15-én (6)	06. 12-én (5)	09. 15-én (6)
K	%	3,32	0,99	3,23	1,63
N	%	3,04	1,73	1,57	1,07
Ca	%	2,20	3,18	0,39	0,54
Mg	%	0,45	0,40	0,23	0,28
S	%	0,42	0,42	0,11	0,14
P	%	0,38	0,17	0,36	0,29
NO ₃ -N	%	0,36	0,03	0,20	0,06
Na	mg/kg	545	449	1132	1041
Fe	mg/kg	354	580	514	319
Al	mg/kg	212	348	368	193
Sr	mg/kg	211	182	54	29
Mn	mg/kg	121	207	55	42
Ba	mg/kg	35	96	16	18
B	mg/kg	20	32	15	14
Zn	mg/kg	20	18	17	18
Cu	mg/kg	6,4	5,0	5,2	6,4
Ni	mg/kg	1,2	0,7	1,8	1,5
Pb	mg/kg	0,4	2,0	1,4	0,4
Cd	mg/kg	0,4	0,4	0,6	0,3
Cr	mg/kg	0,1	0,6	0,4	0,4
Mo	mg/kg	0,2	0,3	0,03	0,4
Se	mg/kg	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
As	mg/kg	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Co	mg/kg	<0,1	0,4	0,1	0,1
Hg	mg/kg	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12

Table 6. Average composition of carrot in 1992 (calcareous sandy soil in the Danube-Tisza mid-region, Órbottyán).

(1) Element, (2) Measurement unit, (3) Leaf, air dry, (4) Root, air dry, (5) on 12th June, (6) on 15th September.

A tervezett termés tápelemigényének becslésére szolgáló fajlagos elemtartalom, tehát a 10 t/ha gyökér + a hozzátartozó lomb elemkészlete kereken 34 kg N, 16 kg P₂O₅, 48 kg K₂O, 46 kg CaO, 16 kg MgO mennyiségnek adódott, mely jó egyezést mutat a hazai szaktanácsadásban elfogadott irányszámokkal. Kivételt az extrém nagy fajlagos CaO jelent, tükrözve a meszes termőhelyet és a száraz évszámot (7. táblázat).

7. táblázat. A sárgarépa maximális betakarításkori termésének elemfelvétele és fajlagos elemtartalma 1992-ben. (Duna-Tisza közti karbonátos homoktalaj, Órbottyán)

Elem jele (1)	Mértékegység (2)	Lomb 2,3 t/ha (3)	Gyökér 17,5 t/ha (4)	Együtt 19,8 t/ha (5)	Fajlagos* elemtartalom (6)
K	kg/ha	11,9	58,7	70,6	40,3
N	kg/ha	20,8	38,5	59,3	33,9
Ca	kg/ha	38,2	19,4	57,6	32,9
Mg	kg/ha	4,8	10,1	14,9	8,5
P	kg/ha	2,0	10,4	12,4	7,1
S	kg/ha	5,0	5,0	10,0	5,7
Na	kg/ha	0,5	3,8	4,3	2,5
Fe	kg/ha	0,7	1,1	1,8	1,0
Al	kg/ha	0,4	0,7	1,1	0,6
Mn	g/ha	248	151	399	228
Sr	g/ha	218	104	322	184
Ba	g/ha	115	65	180	103
B	g/ha	38	50	88	50
Zn	g/ha	22	65	87	50
Cu	g/ha	6	23	29	17
Ni	g/ha	0,8	5,4	6,2	3,5
Pb	g/ha	2,4	1,4	3,8	2,2
Cr	g/ha	0,7	1,4	2,1	1,2
Mo	g/ha	0,4	1,4	1,8	1,0
Cd	g/ha	0,5	1,1	1,6	0,9
Co	g/ha	0,5	0,4	0,9	0,5

*A 10 t/ha gyökér + a hozzátartozó lomb elemtartalma aratáskor kerekítve 34 kg N, 16 kg P₂O₅, 48 kg K₂O, 46 kg CaO, 16 kg MgO (7)

Table 7. The element uptake of the maximum yield of carrot at harvesting and specific element content in 1992 (calcareous sandy soil in the Danube-Tisza mid-region, Órbottyán). (1) Element, (2) Measurement unit, (3) Leaf 2.3 t ha⁻¹, (4) Root 17.5 t ha⁻¹, (5) Together 19.8 t ha⁻¹, (6) Specific element content*, (7) *The element content of 10 t roots and the leaves belonging to it consisted of 34 kg N, 16 kg P₂O₅, 48 kg K₂O, 46 kg CaO, 16 kg MgO.

IRODALOM

Bergmann, W.: 1992. Nutritional Disorders of Plants. Gustav Fischer Verlag. Jena-Stuttgart-New York.
 Brückner, U.: 1986. Nährstoffversorgung von Möhren. Gemüse. 22: 58–60.
 Cserni I.–Prohászka K.–Vidéki L.: 1983. A sárgarépa tápanyag-gazdálkodásának tanulmányozása tenyészédeny kísérletekben. Zöldségterm. Kut. Int. Bulletin. 7. 16: 95–107.
 Cserni, I.–Prohászka, K.–Patócs, I.: 1989. The effect of different N-doses on the changes in the nitrate, sugar and carotene contents of carrot. Acta Agr. Hung. 38: 341–348.
 Egnér, H.–Riehm, H.–Domingo, W.R.: 1960. Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. K-Lantbr. Högsk. Ann. 26: 199–215.
 Elek É.–Kádár I.: 1980. Állóskultúrák és szántóföldi növények mintavételi módszere. MÉM NAK. Budapest.
 Finck, A.: 1982. Fertilizers and Fertilization. Verlag Chemie. Weinheim, Deerfield, Beach Florida, Basel.

- Kádár I.*: 1980. Növényanalízis alkalmazása az agrokémiai szaktanácsadásban és kutatásban. *Agrokémia és Talajtan*. 29: 323–344.
- Kádár I.*: 1992. A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete. Budapest. 356.
- Kádár I.–Elek É.*: 1999. A búza (*Triticum aestivum* L.) ásványi táplálása meszes csernozjom talajon. I. Növénytermelés. 48: 311–322.
- Kádár I.–Radics L.–Daood, H.*: 2000. Mikroelem-terhelés hatása a sárgarépa termésére karbonátos csernozjom talajon. *Agrokémia és Talajtan*. 49: 427–446.
- Kádár I.*: 2004. Tápanyagellátás hatása a sárgarépa (*Daucus carota* L.) karbonátos csernozjom talajon. *Agrokémia és Talajtan*. 53: 93–110.
- Kádár I.*: 2007a. Mútrágyázás hatása a sáfrányos szeklice (*Carthamus tinctorius* L.) termésére és fejlődésére. *Növénytermelés*. 56. 235–243.
- Kádár I.*: 2007b. Mútrágyázás hatása a sáfrányos szeklice (*Carthamus tinctorius* L.) elemfelvételére. *Agrokémia és Talajtan*. 56: 61–72.
- Kjeldahl, J.*: 1891. Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern. *Zeitschr. f. analyt. Chemie*. 22: 366–382.
- Kozák M.*: 1977. A kálium műtrágyázás hatása a búza, kukorica és takarmányborsó termésére és tápanyagtartalmára. *Agrokémia és Talajtan*. 26: 363–378.
- Kozák M.–Szemes I.*: 1984. Összefüggések a lucerna tápanyagellátottsága, szénhozama és a karbonátos homoktalajok tulajdonságai között. *Agrokémia és Talajtan*. 33: 245–252.
- Láng G.*: 1976. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Prjanisnyikov, D.N.*: 1965. Csasztnoe zemledelie. Izbrannüe szocsinenija. II. Izdatel'stvo „Kolosz”. Moszkva.

A szerző levelezési címe – Address of the author:

Dr. Kádár Imre
MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete
Budapest
Herman O. u. 15.
H-1022

Néhány eltérő genotípusú napraforgó (*Helianthus annuus* L.) hibrid trágyareakciójának vizsgálata

¹BÍRÓ JÁNOS–²PEPÓ PÉTER

¹Syngenta Seeds Kft., Budapest

²Debreceni Egyetem AMTC MTK, Növénytudományi Intézet

Összefoglalás

Tartamkísérletben, csernozjom talajon, száraz, meleg évjáratban (2007. év) vizsgáltuk eltérő genotípusú napraforgó hibridek trágyareakcióját, agronómiai és kórtani tulajdonságait a Hajdúsági löszháton. A csernozjom talaj humusztartalma 2,6–2,7% volt, a kísérlet beállítási évében az AL-oldható P₂O₅ 130–150 mg kg⁻¹, az AL-oldható K₂O 240–260 mg kg⁻¹ volt. A kísérlet split-plot elrendezésű volt, a főparcellát a trágyakezelések, az alparcellát a vizsgált napraforgó hibridek jelentették. Az összes parcellaszám 120 volt.

Kutatási eredményeink azt bizonyították, hogy a vizsgált hibridek a száraz, aszályos évjáratához kiválóan adaptálódtak, amelyet elősegítettek a csernozjom talaj kiváló víz- és tápanyag-gazdálkodási tulajdonságai.

Tartamkísérletünk legfontosabb eredményeit, megállapításait a következőkben foglalhatjuk össze.

- A trágyázás hatására nőtt a napraforgó hibridek növénymagassága (kontroll kezelésben 142–153 cm, N₁₅₀+PK kezelésben 152–175 cm), a szárdőlés mértéke pedig az N_{opt}+PK kezelésig mérsékelten, ezt meghaladó műtrágya adagoknál pedig szignifikánsan romlott (kontroll kezelésben 4,6–16,1%; N₁₅₀+PK kezelésben 15,5–28,7%). Kedvező szárszilárdságot az NK Delfi hibrid mutatott.
- Trágyázás hatására a Diaporthe fertőzöttség (kontroll 14–18%, N₁₅₀+PK 21–28%) és a tányérbetegségek mértéke (kontroll 7,1–18,1%, N₁₅₀+PK 16,0–32,8%) nőtt ugyan, de a száraz, meleg időjárás miatt ez a növekedés mértékelt volt. Kedvező betegségtoleranciát mutatott az NK Kondi és az NK 55010 hibrid.
- A csernozjom talaj kedvező tápanyag-ellátottsága miatt a tartamkísérletben elsősorban nitrogén hatást lehetett meghatározni harmonikusan foszfor- és kálium-ellátás mellett.
- A kísérleti eredmények a vizsgált napraforgó genotípusok hibridspecifikus trágyareakcióját mutatták. A hibridspecifitást a következő paraméterek bizonyították.
 - A napraforgó hibridek eltérő természetes tápanyaghasznosító képessége (a kontroll kezelésben a hibridek termése 4200–4900 kg ha⁻¹ között változott, a különbség 700 kg ha⁻¹ volt).
 - Különbözött a hibridek realizált termésmaximuma (5400–5900 kg ha⁻¹, a különbség 500 kg ha⁻¹ volt).
 - A genotípusok eltérő optimális műtrágya adagnál adták a termésmaximumot (az Nopt+PK kezelése az alábbiak voltak: N₃₀+PK= NK 55010; N₆₀+PK=NK Alego, NK Delfi, NK Ferti; N₉₀+PK=NK Kondi).

Kutatási eredményeink azt bizonyították, hogy a hibridspecifikus trágyázás esetén növelhetjük a napraforgó hibridek terméseredményét, javíthatjuk az agronómiai hatékonyságot és a környezetvédelmi feltételeknek is jobban megfelelelhetünk.

Examining the fertiliser reaction of some sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids of different genotypes

¹J. BÍRÓ–²P. PEPÓ

¹Syngenta Seeds Ltd., Budapest

²University of Debrecen Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Debrecen

Summary

We examined the fertiliser reaction, and agronomic and pathological characteristics of sunflower hybrids of different genotypes in a long-term experiment on chernozem soil in a dry and warm year (2007) on the Hajdúság loess ridge. The humus content of chernozem soil was 2.6–2.7%, the AL-soluble P_2O_5 was 130–150 mg kg⁻¹, whereas the AL-soluble K_2O was 240–260 mg kg⁻¹ in the year of establishing the experiment. The experiment had a split-plot design, the main plot was represented by the fertiliser treatments, whereas the examined sunflower hybrids constituted the subplots. The total number of plots was 120.

Our research results showed that the examined hybrids became excellently adapted to the dry and droughty year, that was also helped by the outstanding water and nutrient balance features of chernozem soils. The most important results and statements of our long-term experiments are as follows:

- The height of plants increased as the result of fertilisation (it was 142–153 cm in the control treatment and 152–175 cm in the treatment with fertiliser amounts $N_{150}+PK$), whereas the extent of lodging increased moderately until the treatment $Nopt+PK$ and it significantly increased when greater fertiliser amounts were applied (it was 4.6–16.1% in the control treatment, whereas it was 15.5–28.7% in the treatment $N_{150}+PK$). The hybrid NK Delfi showed a favourable stalk strength.
- Although the extent of Diaporthe infection (control 14–18%, $N_{150}+PK$ 21–28%) and head diseases (control 7.1–18.1%, $N_{150}+PK$ 16.0–32.8%) grew as a result of fertilisation, this increase was moderate due to the dry, warm weather. The hybrids NK Kondi and NK 55010 showed favourable disease tolerance.
- Due to the favourable extent of nutrient supply of chernozem soil, the effect of nitrogen could be determined, when phosphorous and potassium were also applied.
- Research results showed the hybrid-specific fertiliser reaction of the examined sunflower genotypes. The specific features of hybrids were defined by the following parameters.
 - The different natural nutrient utilising ability of sunflower hybrids (the yield of hybrids in the control treatment varied between 4200–4900 kg ha⁻¹, with a difference of 700 kg ha⁻¹).
 - The maximum yield was also different (5400–5900 kg ha⁻¹, difference was 500 kg ha⁻¹).
 - Different genotypes produced maximum yields when different fertiliser doses were applied ($Nopt+PK$ treatments were the following: $N_{30}+PK= NK 55010$; $N_{60}+PK= NK Alego$, NK Delfi, NK Ferti; $N_{90}+PK= NK Kondi$).

Our research results showed that hybrid-specific fertilisation can increase the yield results of sunflower hybrids, and that the agronomic efficiency and the requirements of environmental protection can also be met.

Bevezetés, irodalmi áttekintés

Az olajnövények, közöttük a napraforgó egyre nagyobb jelentőséggel bírnak a magyar növénytermesztés szerkezetében. Az elmúlt másfél évtizedben jelentős változások következtek be mind a napraforgó agrotechnikájában, mind a termesztés biológiai alapjaiban. *Pepó* (2007) vizsgálatai szerint a napraforgó hibridek választéka 1990 és 2005 között több mint négyszeresére növekedett, miközben a hibridek túlnyomó többsége (83%) az átlagos és intenzív agrotechnikát igénylők csoportjába került át az extenzív típusból. A hazai és nemzetközi irodalmi adatok túlnyomó többsége azt bizonyítja, hogy a napraforgó kedvező természetes tápanyaghasznosító képességű és relatíve mérsékelt trágyaigényű növény. Különösen fontos – a nitrogénellátás meghatározó szerepe mellett – a harmonikus tápanyagviszapótlás (makro-, mezo- és mikroelemek viszapótlása).

A napraforgó természetésének számos kritikus eleme (vetéstechnológia, tápanyagellátás, növényvédelem stb.) ismert. A napraforgó a talajok természetes tápanyagkészletét jól hasznosító növényi kultúra. A túlzott mértékű műtrágyázás esetén növényvédelmi, agronómiai problémák léphetnek fel, hiányos tápanyagellátás esetén csökken a termés mennyiség. A trágyázás hatását és hatékonyságát jelentős mértékben befolyásolják az agroökológiai (talaj, időjárás) és agrotechnikai feltételek. Az évszámot (*Borbélyné et al.* 2007), a globális klímaváltozás (*Várallyay* 2007) hatásai jelentkeznek részben a termés mennyiségben, részben a termésbiztonságban (*Birkás et al.* 2006). A kijuttatott műtrágyák érvényesülését, különösen a nitrogénét erőteljesen befolyásolják a talaj-növény rendszerben lezajló folyamatok (*Németh* 2006). A hazai és külföldi kísérleti eredmények azt bizonyították, hogy – a feltételektől függően – a napraforgó trágyaigénye mérsékelt (40–60 kg ha⁻¹ N+PK) intervallumban (*Stulin* 1991, *Taha et al.* 1999, *Pepó* 2001), ill. magasabb (75–120 kg ha⁻¹+PK) intervallumban (*Malik et al.* 1992, *Reddy és Shaik* 2000) mozogott. *Kádár és Vass* (1988) Nyírségi savanyú homoktalajon végzett kísérletei szerint a trágyázás nélkül a napraforgó termése 750 kg ha⁻¹ volt. A harmonikus NPK ellátás hatására a termés közel megduplázódott (1430 kg ha⁻¹) és igen jelentős volt a mezoelemek (Ca, Mg) hatása is (NPK+CaMg kezelésben 2645 kg ha⁻¹ termés). Tápanyaggal jól ellátott csernozjom talajon minimális P és K hatást és mérsékelt N-hatást tapasztaltak *Kádár et al.* (2001). Vizsgálataik szerint a túltrágyázás nem a termést, hanem a betegségekkel szembeni fogékonyságot növelte (a *Marophomina*, *Alternaria* és *Sclerotinia* fertőzőttség növekedett). Ugyanakkor megállapítható az is, hogy más növényekkel ellentétben (kukorica, búza) a napraforgó esetében rendkívül kevés számú kísérleti eredménnyel találkozunk, melyek a napraforgó hibridek hibridspecifikus tápanyagellátásáról közölnek releváns adatokat (*El Nakhlawy* 1993, *Vasudevan et al.* 1997, *Pepó et al.* 2002, *Pepó és Biró* 2003).

Anyag és módszer

A split-plot elrendezésű, négyismétléses tartamkísérlet 1983. tavaszán került beállításra a Debreceni Egyetem AMTC MTK Növénytudományi Intézet Látóképi Kísérleti Telepén. A talaj kedvező víz- és tápanyaggazdálkodási tulajdonságokkal jellemezhető, a művelt réteg humusztartalma 2,6–2,7%. A talaj a kísérlet beállításakor közepes AL-oldható P₂O₅ (130–150 mg kg⁻¹) és jó AL-oldható K₂O (240–260 mg kg⁻¹) értékkel volt jellemezhető. A jelenlegi talajvizsgálati adatok szerint a kezelések hatására ezek az értékek jelentősen változtak. Az AL-oldható P₂O₅ a kontroll kezelésben 75–90 mg kg⁻¹, az N₁₅₀P_{112,5}K_{132,5} kezelésben 230–250 mg kg⁻¹. Az AL-oldható K₂O a kontroll kezelésben 180–200 mg kg⁻¹, az N₁₅₀P_{112,5}K_{132,5} kezelésben pedig 300–385 mg kg⁻¹ volt. A bruttó és betakarított parcellaterület megegyezett (18 m²).

A kísérleti eredmények közül a 2007. évi eredményeket értékeljük. Az elővetemény őszi búza volt. A kísérlet vetését 2007 április 11-én végeztük. A sorsáv 0,76 m, a vetésmélység 5–6 cm, az állománysűrűség valamennyi hibridnél 58 ezer ha⁻¹ volt. A vetéssel egy menetben talajfertőtlenítés (Force 12 kg ha⁻¹) történt. A gyomirtást preemergensen

(Galigan 1,0 l ha⁻¹ + Harness 1,5 l ha⁻¹) végeztük. Fungicid kezelés az állományban nem történt. Az augusztus végi – szeptemberi csapadékos időjárás miatt a betakarítást 2007 szeptember 21-én végeztük el napraforgó adapterrel felszerelt Sampo parcellakombájnnal.

A trágyázási tartamkísérletben a kezeléseket az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat. A tartamkísérlet műtrágya kezelései.

Kezelés (1)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	kg ha ⁻¹		
Ø	0	0	0
1	30	22,5	26,5
2	60	45	53
3	90	67,5	79,5
4	120	90	106
5	150	112,5	132,5

Table 1: Fertiliser treatments of the long-term experiment. (1) Treatment.

A nitrogén adag 50%-át, a foszfor és kálium dózisok 100%-át összesen Kemira Optima (10:15:18 összetételű) műtrágyával juttattuk ki. A tavaszi N-adagot (a másik 50%-ot) 34%-os ammóniumnitrát műtrágya formájában adtuk ki a parcellákra.

A kísérletben a következő napraforgó genotípusok vizsgálatát végeztük el: NK Alego, NK 55010, NK Kondi, NK Delfi, NK Ferti. A split-plot elrendezésű kísérletben a tápanyagkezelések a főparcellát, a hibridek az alparcellákat jelentették. A kísérletben szereplő parcellák száma 120 volt.

A 2007. vegetációs periódus meteorológiai adatait a 2. táblázatban közöljük.

2. táblázat. A vegetációs periódus fontosabb meteorológiai adatai (Debrecen)

Meteorológiai paraméterek (1)	III. (6)	IV. (7)	V. (8)	VI. (9)	VII. (10)	VIII. (11)	Összesen (12) Átlag (13)
Csapadék (mm) (2)	33,5	42,4	58,8	79,5	65,7	60,7	340,6
30 éves átlag (3)	14	3,6	54,0	22,8	39,7	77,6	211,7
2007. év (4)							
Hőmérséklet (°C) (5)	5,0	10,7	15,8	18,7	20,3	19,8	15,02
30 éves átlag (3)	9,1	12,6	18,4	22,2	23,3	22,3	17,98
2007. év (4)							

Table 2: Main meteorological data of the vegetation period (Debrecen). (1) Meteorological parameter, (2) Precipitation (mm), (3) 30 years average, (4) 2007, (5) March, (6) April, (7) May, (8) June, (9) July, (10) August, (11) Total precipitation (mm), (12) Average temperature (°C).

A fenometriai (növénymagasság, szárdőlés) és kórtani vizsgálatokat (Diaporthe helianthi, tányérbetegségek) négy ismétlésben, ismétlésenként 30 növényen határoztuk meg. Megdőlő szárú növénynek a 45°-nál nagyobb mértékű megdőlést mutató növényeket tekintettük, míg a 10%-nál erősebben fertőzött növények, ill. tányérok jelentették a Diaporthe, ill. tányérbetegségek előfordulásának %-os mértékét. Meghatároztuk a betakarításkor a kombájnnal termést (kg parcella⁻¹), a kaszatnedvességet, majd standardizáltuk a terméseredményeket (8% kaszatnedvességre átszámított értékek).

Eredmények és értékelésük

A napraforgó kedvező adaptációs képességgel rendelkező növény. Jól adaptálódik a relatíve kedvezőtlen időjárási feltételekhez. A 2007. vegetációs periódus időjárása száraz, meleg volt szinte valamennyi hónapban, márciustól augusztusig terjedő időszakban. A sokévi átlaghoz képest mintegy 130 mm-rel kevesebb csapadék hullott, a tenyészidőszak átlaghőmérséklete pedig közel 3 °C-kal haladta meg az átlagot. A száraz, meleg időjárás hatására a levél-, szár- és tányérbetegségek lényegesen kisebb mértékben fordultak elő az állományokban a 2007. évben. A napraforgó kedvező adaptációs képessége a kiváló víz- és tápanyaggazdálkodású csernozjom talajon megfelelően érvényesülhetett. A napraforgó hibridek kedvező állományfejlődését bizonyítják a növénymagasság mérési adatok (3. táblázat). A vizsgált hibridek növénymagassága a műtrágyázás nélküli, kontroll kezelésben is kedvező volt (142–153 cm), mely értékek az $N_{30-90}+PK$ kezelésekben ($N_{30-90}+PK$) szignifikánsan növekedtek (152–171 cm). Az $N_{60}+PK$ kezelésnél nagyobb trágyaadagoknál a növénymagasság vagy gyakorlatilag azonos szinten mozgott (NK Alego 163–166 cm; NK Delfi 167–192 cm), vagy a növekedés nem volt szignifikáns (NK Kondi 171–176 cm, NK 55010 159–164 cm; NK Ferti 162–166 cm). A relatíve kedvező vegetatív fejlődés ellenére a szárdőlés mértéke (3. táblázat) kedvezően alacsony szinten mozgott a kontroll és az $N_{30-60}+PK$ kezelésekben. A hibridek szárdőlésének mértéke a kontroll kezelésben 4,6–16,1%, az $N_{30}+PK$ kezelésben 6,3–14,0%, az $N_{60}+PK$ kezelésben pedig 5,7–19,9% között változott. A szárdőlés mértéke az $N_{90-120-150}+PK$ kezelésekben növekedett meg szignifikáns mértékben valamennyi vizsgált hibridnél, viszont ezek a trágyaadagok a terméseredmény szempontjából már túlzott nagyságúnak bizonyultak. A legnagyobb műtrágya dózissnál ($N_{150}+PK$) a szárdőlés mértéke 15,5–28,7% között változott hibridtől függően. A szárszilárdság tekintetében legkedvezőbb tulajdonságokkal az NK Delfi hibrid rendelkezett (kontroll kezelésben 4,6%; $N_{150}+PK$ kezelésben 15,5% szárdőlés).

3. táblázat. A tápanyagellátás hatása a napraforgó hibridek agronómiai paramétereire (Debrecen, 2007).

Hibrid (1)	Agronómiai tulajdonság (2)	Műtrágya kezelés (3)					
		0	$N_{30}+PK$	$N_{60}+PK$	$N_{90}+PK$	$N_{120}+PK$	$N_{150}+PK$
NK Alego	szárdölés (%) (4)	16,1	14,0	19,9	26,5	24,3	28,7
	növ.mag. (cm) (5)	149,1	156,7	162,2	165,6	166,3	163,4
NK 55010	szárdölés (%) (4)	9,7	11,8	16,2	15,5	19,4	24,0
	növ.mag. (cm) (5)	142,1	151,5	150,8	158,7	160,3	163,5
NK Kondi	szárdölés (%) (4)	8,2	10,7	10,0	14,1	13,7	17,2
	növ.mag. (cm) (5)	152,9	164,4	172,6	171,3	175,8	174,7
NK Delfi	szárdölés (%) (4)	4,6	6,3	5,7	11,2	12,8	15,5
	növ.mag. (cm) (5)	152,8	159,2	167,5	169,0	167,3	169,0
NK Ferti	szárdölés (%) (4)	8,1	11,3	12,0	16,9	16,1	19,6
	növ.mag. (cm) (5)	147,5	152,7	159,0	164,2	162,1	165,8
SzD _{5%} (6)	szárdölés (%) (4)	3,9					
	növ.mag. (cm) (5)	10,2					

Table 3: The effect of nutrient supply on the agronomic parameters of sunflower hybrids (Debrecen, 2007). (1) Hybrid, (2) Agronomic characteristic, (3) Fertiliser treatment, (4) Lodging (%), (5) Plant height (cm), (6) LSD_{5%}.

A száraz, meleg időjárás következtében a napraforgó legfontosabb betegségei (Diaporthe helianthi, tányérbetegségek) mérsékelt szinten jelentek meg a vizsgált hibridek állományában a 2007. vegetációs periódusban (1. ábra). A bizonyos évjáratokban komoly termésvesztést előidéző Sclerotinia sclerotiorum olyan kismértékű megbetegedést

1. ábra. A trágyázás hatása a napraforgó hibridek *Diaporthe helianthi* és tányérbetegségek fertőzöttségére. (Debrecen, 2007)

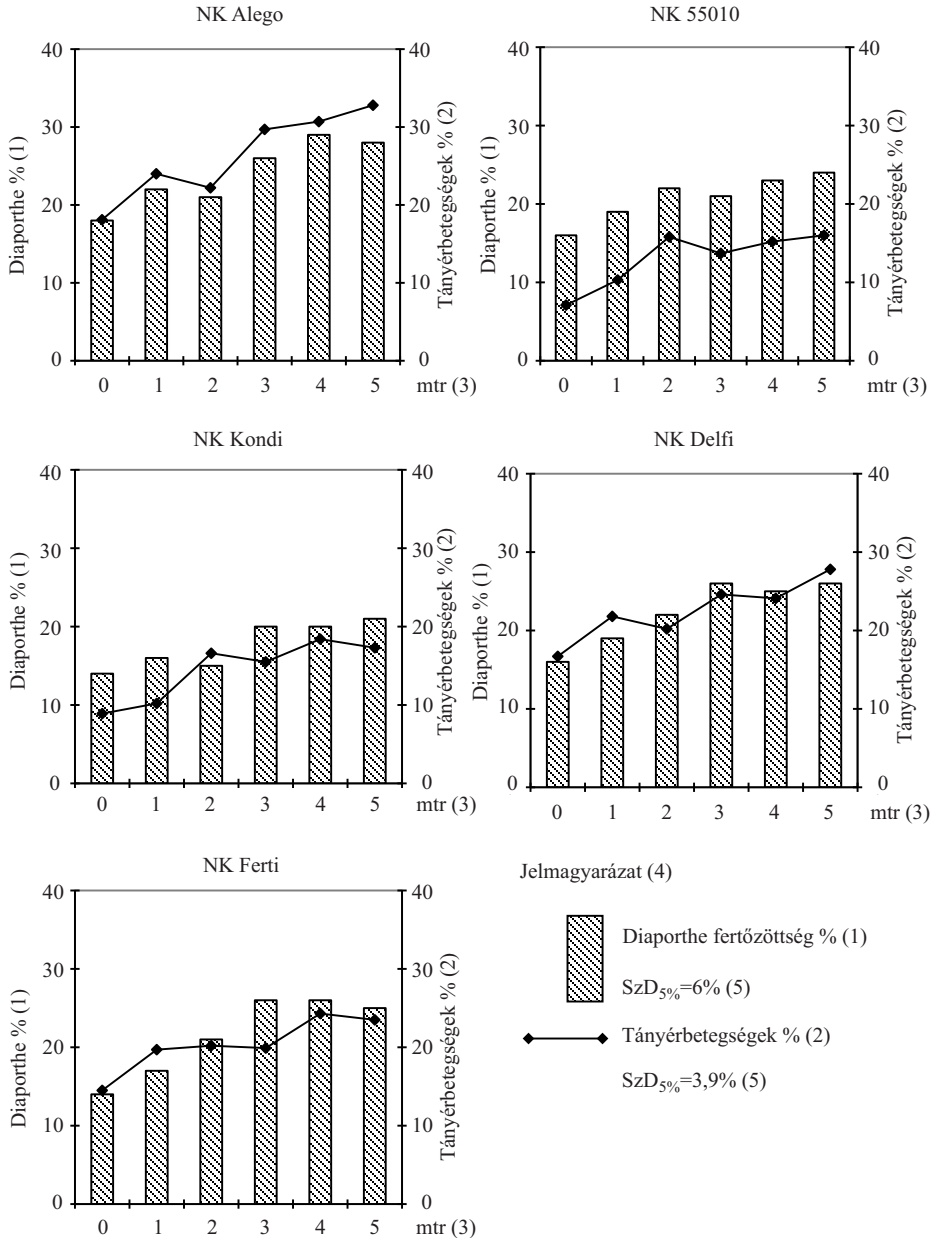


Figure 1. Effects of fertilisation on sunflower hybrids' *Diaporthe helianthi* infection and head diseases (Debrecen, 2007). (1) *Diaporthe* (%), (2) Head diseases (%), (3) Fertiliser treatments, (4) Legend, (5) $LSD_{5\%}$.

okozott mind a száron (0,6–2,5%), mind a tányéron (0,3–1,4%), valamint a hibridek közötti különbség is minimális volt, így ezen adatok külön értékelésétől eltekintünk. A műtrágya adagok növekedésével a Diaporthe és tányérbetegségek fertőzöttségének mértéke növekedett a vizsgált hibrideknél. A Diaporthe fertőzöttség a kontroll kezelésben 14–18% volt hibridtől függően, míg az $N_{150}+PK$ kezelésben a fertőzöttség 21–28%-ra növekedett. A kontroll és az $N_{opt}+PK$ kezelések között nem volt szignifikáns növekedés a Diaporthe fertőzöttség esetében. A statisztikailag igazolható növekedést csak az $N_{opt}+PK$ adagok felett lehetett megállapítani a kontroll kezeléshez viszonyítva.

A tányérbetegségek (*Sclerotinia*, *Botrytis*, *Alternaria* stb.) esetében hasonló megállapításokat tehetünk (1. ábra). A kontroll kezelésben a tányérbetegségek 7,1–18,1%, míg az $N_{150}+PK$ kezelésben 16,0–32,8% fertőzöttséget mutattak. A betegségek mérsékelt megjelenése ellenére a hibridek toleranciájában különbségeket állapíthatunk meg. Mind a Diaporthe, mind a tányérbetegségekkel szemben a legkedvezőbb toleranciát – a növekvő adagú műtrágya kezelések mellett is – az NK Kondi és az NK 55010 hibridek mutatták. Hangsúlyozni szükséges ugyanakkor azt is, hogy a többi vizsgált hibrid kórtani tulajdonságai is kedvező értékűek voltak.

A tartamkísérleteink eredményei a vizsgált napraforgó hibridek hibridspecifikus trágyareakcióját bizonyították (4. táblázat).

4. táblázat. A trágyázás hatása a napraforgó hibridek termésére (Debrecen, 2007).

Mtr. kezelés (1)	Termés (kg ha ⁻¹) (2)				
	NK Alego	NK 55010	NK Kondi	NK Delfi	NK Ferti
∅	4190	4642	4892	4418	4303
$N_{30}+PK$	4460	5696	5460	4837	5017
$N_{60}+PK$	5362	5109	5300	5561	5545
$N_{90}+PK$	5185	5085	5943	5258	5028
$N_{120}+PK$	5216	4942	5282	5026	4953
$N_{150}+PK$	4782	5006	5360	5101	4765
SzD _{5%} (3)	347				

Table 4. The effect of fertilisation on the yield of sunflower hybrids (Debrecen, 2007). (1) Fertiliser treatment, (2) Yield (kg ha⁻¹), (3) LSD_{5%}.

A 2007. tenyészév száraz, meleg időjárása miatt a betegségek minimális mértékben fordultak elő a napraforgó hibridek állományaiiban, a vízhiányt a csernozjom talajban tárolt vízkészlet részben képes volt kompenzálni. Ennek következtében a 2007. tenyészévben igen kedvező terméseredményeket értünk el. A hibridspecifikus trágyareakciót több mutatóval jellemezhetjük. Különbség volt a hibridek természetes tápanyaghasznosító képességében, melyet a kontroll kezelés terméseredményei mutatnak (4200–4900 kg ha⁻¹ hibridtől függően). Rendkívül figyelemre méltó, hogy ezt a kiváló termésszintet a műtrágyázással tovább lehetett növelni. Az optimális műtrágyakezelésekben a hibridek terméseredménye 5400–5900 kg ha⁻¹ között változott. A műtrágyázás hatására kapott maximális terméstöbblet 1100–1200 kg ha⁻¹ volt a 2007 tenyészévben. Ez a hibridek jó trágyareakcióját bizonyította. A genotípusok hibridspecifikus tápanyagreakciója az előbb említettekén túlmenően az eltérő műtrágya optimumban is megnyilvánult ($N_{30}+PK=NK$ 55010; $N_{60}+PK=NK$ Alego, NK Delfi, NK Ferti; $N_{90}+PK=NK$ Kondi).

A HO típusú hibrideknél a termőképességben elért genetikai haladást jól bizonyította, hogy az ilyen típusú hibrid (NK Ferti 5500 kg ha⁻¹) terméseredménye gyakorlatilag megegyezett a normál hibridek (NK Alego, NK 55010, NK Kondi, NK Delfi) termésével (5400–5900 kg ha⁻¹). A tartamkísérletben elsősorban a nitrogén trágyahatások érvényesültek harmonikus PK ellátás mellett.

Következtetések

Csernozjom talajon végzett tartamkísérleteink eredményei azt bizonyították, hogy a száraz, meleg évszázhoz a vizsgált hibridek kiválóan tudtak adaptálódni részben a kedvező talajtulajdonságok miatt. A trágyázás hatására a Diaporthe-fertőzöttség (kontroll 14–18%, N₁₅₀+PK 21–28%) és a tányérbetegségek mértéke (kontroll 7,1–18,1%, N₁₅₀+PK 16,0–32,8%) nőtt ugyan, de a száraz, meleg időjárás miatt ez a növekedés mérsékelt volt. Kísérleti eredményeink azt bizonyították, hogy a napraforgó hibridek hibridspecifikus tápanyagreakcióját a kontroll kezelésben mért természetes tápanyaghasznosító képességgel (2007. évben 4200–4900 kg ha⁻¹), a realizált maximális termékkel (5400–5900 kg ha⁻¹) és az optimális műtrágya adaggal (N₃₀₋₆₀₋₉₀+PK hibridtől függően) jellemezhetjük. A tartamkísérletben elsősorban a nitrogén trágyahatások érvényesültek harmonikus PK ellátás mellett.

IRODALOM

- Birkás, M.–Dexter, A.R.–Kalmár, T.–Bottlik, L.: 2006. Soil quality – soil condition – production stability. Cereal Research Communications. 35. 2: 257–260.
- Borbélyné, H. É.–Csajbók, J.–Lesznyákné, M.: 2007. Relations between the yield of sunflower and the characteristics of the cropyear. Cereal Research Communications. 35. 2: 285–288.
- El Nakhlawy F.S.: 1993. Defoliation effects on yield components and quality of sunflower. Alexandria Journal of Agricultural Research. 38. 3: 257–267.
- Kádár I.–Lukács D.–Vörös J.–Szilágyi J.: 2001. A napraforgó (*Helianthus annuus* L.) műtrágyázása meszlepedékes vályog csernozjom talajon. Növénytermelés. 50. 2–3: 297–308.
- Kádár I.–Vass E.: 1988. Napraforgó műtrágyázása és meszezése savanyú homoktalajon. Növénytermelés. 37. 6: 541–547.
- Malik, M.A.–Akram, M.–Tanyir A.: 1992. Effect of planting geometry and fertilizer on growth, yield and quality of a new sunflower cultivar 'SF-100'. Journal of Agricultural Research Lahore. 30. 1: 59–63.
- Németh, T.: 2006. Nitrogen in the soil-plant system, nitrogen balances. Cereal Research Communications. 34. 1: 61–65.
- Pepó P.–Bíró J.: 2003. A napraforgó hibridspecifikus trágyázása. Növénytermelés. 52. 1: 75–85.
- Pepó P.–Zsombik L.–Borbélyné H.É.: 2002. A napraforgó-termesztés agrotechnikai fejlesztési lehetőségei. Gyakorlati Agrofórum. 13. 1: 19–22.
- Pepó P.: 2001. Napraforgó – eredményesen. Magyar Mezőgazdaság. 56. 47: 12–13.
- Pepó P.: 2007. A hibridspecifikus napraforgó-termesztés néhány agrotechnikai eleme. Agrofórum. 18. 11: 10–14.
- Reddy, M.P.–Shaik, M.M.S.: 2000. Influence of nitrogen and phosphatic fertilizer on growth, yield components and yield of sunflower. Crop Research Hisar. 20. 2: 293–296.
- Stulin, A.F.: 1991. Productivity of sunflowers under systematic application of fertilizers in a crop rotation on leached chernozem in the central chernozem zone. Agrokimiya. 10: 64–70.

- Taha, M.–Acharyya, N.–Mishra, B.K.*: 1999. Effect of irrigation and nitrogen on yield and quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.) Journal of the Indian Society of Soil Science. 47. 4: 695–700.
- Várallyay Gy.*: 2007. Láng István, Csete László és Jolánkai Márton (szerk): A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok (A VAHAVA Jelentés). Agrokémia és Talajtan. 56. 1: 199–202.
- Vasudevan, S.N.–Virupakshappa, K.–Venugopal, N.–Bhaskar, S.*: 1997. Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to phosphorus, sulphur, micronutrients and humic acid under irrigated conditions on red sandy-loam soil. Indian Journal of Agricultural Sciences. 67. 3: 110–112.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Bíró János
Syngenta Seeds Kft.
Budapest
Alkotás u. 41.
H-1123

Dr. Pepó Péter
Debreceni Egyetem AMTC MTK Növénytudományi Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032

Gyomirtószeres kezelések és évjárat hatása őszi búzák sütőipari jellemzőinek alakulására

TANÁCS LAJOS

SZTE Mezőgazdasági Kar, Hódmezővásárhely

Összefoglalás

2004 és 2005 években herbiciddel kezelt négy őszi búzafajta a GK Garaboly, GK Kalász, GK Verecke, GK Petúr egyes siker, reológiai és esésszám vizsgálati adatait értékeltük. Két év során a fajta hatása mindegyik sütőipari jellemzőre, míg az évjárat hatása a sikerterülés kivételével a nedves siker tartalomra, sütőipari értékszámra, vízfelvevő képességre és az esésszámra volt megbízható. A kezelés hatása csak a sikerterülés esetében mutatkozott 1% -os szinten statisztikailag megbízhatónak. A többi jellemzőre a herbicid hatás indifferens volt.

A herbicid kezelések esetében a standardhoz viszonyítva két év és négy búza átlagában csak a Lintur (Dicamba + triasulfuron) hatása csökkentette szignifikánsan a sikerterülés adatait.

Az évjáratok esetében a nedves siker tartalom, vízfelvevő képesség értékei négy búza átlagában 2004-ben szignifikánsan nagyobbak voltak, mint 2005-ben, míg a sikerterülés, sütőipari értékszám, esésszám esetében nem mutatkozott megbízható különbség.

Kulcs szavak: őszi búza, herbicid kezelések, évjárat, nedves siker tartalom, sikerterülés, sütőipari értékszám, vízfelvevő képesség, esésszám

The effect of herbicide treatments and years on the baking parameters of winter wheat

L. TANÁCS

Faculty of Agriculture, University of Szeged, Hódmezővásárhely

Summary

In 2004 and 2005 four winter wheat varieties (GK Garaboly, GK Kalasz, GK Verecke, GK Petur) were treated by herbicides and some gluten content, rheological and falling number values were evaluated. During these two years the effect of variety significantly affected all baking parameters. The wet gluten content, valorigraphic value, water absorption capacity and falling number were significantly affected by year but not the gluten spread. The effect of the treatment proved to be reliable only in the case of gluten spread at the 1% level. Considering the other parameters the herbicide effect was indifferent.

Concerning the herbicide treatments, the effect of Lintur (Dicamba + triasulfuron) significantly decreased the gluten spread parameter values as an average of two years and four wheat varieties, compared to the control.

The effect of years on wet gluten content and water absorption capacity, as an average of four wheat varieties, was significantly higher in 2004, compared to the rainier 2005.

No significant differences were found between the results of the two years concerning gluten spread, valorigraphic value and falling number.

Key words: winter wheat, herbicide treatments, year, wet gluten content, gluten spread, valorigraphic value, water absorption capacity, falling number.

Bevezetés, irodalmi áttekintés

A búzanemesítésnek és termesztésnek fontos követelménye a megfelelő terméshozam elérése mellett, a termesztési körülményekhez való alkalmazkodó képesség (*Kristó I. 2006, 2007a, 2007b*), a jó malom-, sütőipari és beltartalmi tulajdonságok biztosítása (*Sipos et al. 2006*), míg fogyasztói szempontból a késztermék minőségének a biztosítása. A megfelelő tápanyagpótlás biztosítása mellett (*Kassai et al. 2006, Matuz et al. 2007, Németh 2006, Jolánkai et al. 2006*), a sűrű állományú búzavetéseket az elgyomosodástól, csak herbicidek széles körű és szakszerű alkalmazásával tudjuk megvédeni (*Tóth 2005*), viszont gyomirtószeres alkalmazása, befolyásolja a búza fenológiáját és egyes sütőipari jellemzők értékeit (*Gerő et al. 2002, Tanács et al. 1999, 2000, 2005, Tanács és Gerő 2001*).

Tanács et al. sütőipari vizsgálatai szerint (1993) a GK Kata és a GK Csűrös őszi búzafajta esetében a Dikamin D és a Dikotex 40 vegyszer szignifikánsan csökkentette az esésszám értékeket.

Tanács et al. (1999) egy másik kísérletében a Protugan, a DMA 6 - D a 2,4-D észter, az Optica és az Optica trio szignifikánsan növelte a nedves és száraz sikértartalom értékeit, míg a sikerterület esetében csak az Optica herbicidnek volt hasonló hatása.

Tanács et al. (2000) 6 fajttal folytatott kísérleteikben a Protugan, Banvel - 480, DMA 6-D, Mecaphar, Optica, Segal 65 WG herbicidek hatására 6 fajta átlagában a nedves, és szárazsiker tartalom adatai nem tértek el szignifikánsan a kontrolltól. Az egyes fajta x herbicid kezelés kombinációkat tekintjük át, akkor számos esetben a herbicidek szignifikánsan növelték, vagy csökkentették az egyes fajta x száraz- és nedves sikértartalmát. A sikerterületnél is volt fajta x kezelés hatás, mert hat búza átlagában a DMA 6-D herbicid nyomán, szignifikáns az eltérés a kontrollhoz viszonyítva.

Szentpétery et al. (2001), 1995–2000 között vizsgálta a Mv-21, az Alföld 90, a Fatima 2, a Mv-Magdaléna és a Mv-Pálma búzafajták és egyes herbicidek (Starane 250 EC, Fluorixipir, Pardner, Bromoxynil, Banvel 480, Dicamba) kezelések kölcsönhatásait, provokatív dózisban, a szokásosnál későbbi, a kalászhányás fenofázisában alkalmazva. Ezek a szerek kisebb mértékű, összességükben nem szignifikáns eltéréseket okoztak a beltartalmi jellemzőkben. A Mv-21-es fajtánál, az Alföldnél viszont a Pardner és a Banvel 1997-ben és 1999-ben is a farinográfus értékszámokban szignifikáns mértékű növekedést eredményezett.

Az évjárat hatása is megbízhatóan befolyásolhatja a búzaliszt minőségi jellemzőit. Az eddigi vizsgálati tapasztalataink nyomán az eltérő évjáratok szignifikánsan befolyásolták a búzák szemterméséből előállított lisztek technofunkcionális tulajdonságait (*Tanács et al. 2005, 2006, Tanács 2007*). *Tóth et al. (2007)* lényeges eltéréseket állapított meg eltérő időjárású évjáratok hatására a búzalisztek alveográfus jellemzőinek vizsgálatai során. Ezt erősíti meg *Pepó et al. (2005)* véleménye, hogy műtrágyázás mellett, a kontinentális, hosszú, meleg, száraz nyári klimatikus körülmények döntően befolyásolhatják a sütőipari minőséget.

A glutenin sikermolekula tulajdonságai jelentősen befolyásolhatják az alveográfus W jellemző értékeit és egyben a reológiai tulajdonságokat is (*Tóth et al. 2006*).

Vizsgálataink célja volt, hogy a herbicid kezelések és az évjárat, hogyan befolyásolják a búzafajták nedves sikértartalom, sikerterület, egyes reológiai résztulajdonságok, mint a sütőipari értékszám, vízfelvevő képesség és az esésszám értékeinek az alakulását a 2004–2005-ös években.

Anyag és módszer

Szántóföldi kísérlet.

A háromtényezős, négyismétléses, véletlen blokk elrendeződésű búza szántóföldi kísérletet a GK Közhasznú Társaság, Szeged - Öthalmi telepén, közepes nitrogén-, jó foszfor- és káliumszolgáltató képességű, mélyben sós, réti csernozjom talajon, borsó elővetemény után állították be. A parcellák méretei: 1 m széles és 10 m hosszúak voltak. Egy parcella terület 10 m² volt. Anyag és energiatakarékossági szempontokat figyelembe véve csak 3 ismétlés anyagát vizsgáltuk be.

A talaj humusztartalma 2,8–3,2%, a talajvíz szódalúgossága 68,9 mg/l, a pH-érték 7,9 volt. A kísérleteket 2003. november 6-án és 2004. november 4-én vetették, 500 szem/m² vetőmagnormával. A herbicidek kijuttatásának időpontja 2004. április 24-e, 2005. május 9-e volt, 1–2. nóduszos állapotban. Az aratás időpontja 2004. július 16., 2005. július 20. volt.

A kísérletben a következő négy őszi búzafajta szerepelt: GK Garaboly, GK Kalász, GK Verecke és a GK Petúr.

A kísérletben alkalmazott herbicid kezelések hatóanyagait, dózisait az 1. táblázat tartalmazza. A kontrollként alkalmazott szerkombinációkat, így a Solar (Cinidon-etil) + Duplosan DP (Diklorprop-P) + Granstar (Tribenuron-metil) csak az egyes kezelésekben alkalmazták az agrotechnikusok a növényvédelmi kezelések folyamán (1. táblázat).

1. táblázat. *Herbicid kezelések, hatóanyagai és dózisa*

Kezelés kód (1)	Kereskedelmi név (2)	Hatóanyag (3)	Dózisok (4)	
			2004. év	2005. év
10	SOLAR, DUPLOSAN DP, GRANSTAR	200 g/l cinidon-etil 600 g/l diklorprop-P 75% tribenuron-metil	2004	
			0,2 l/ha+1,5 l/ha+5 g/ha	
2	LINTUR	Dicamba + triasulfuron	2005	
			0,2 l/ha+1,5 l/ha+5 g/ha	
2	LINTUR	Dicamba + triasulfuron	150 g/ha	150 g/ha
3	MUSTANG	Florasulam	0,6 l/ha	0,6 l/ha
4	AURÓRA SUPER	1,5% karfentrazon-etil + 60% mekoprop-P	1,2 l/ha	1,2 l/ha
5	ARRAT + DASH	25% tritoszulfuron + 50% dikamba 37% metil-oleát és metil- palmitát	0,2 l/ha	0,2 l/ha

Megjegyzés: *standard a Solar, Duplosan DP és Granstar kezelés volt, amelyet csak a kontroll parcellákon alkalmaztak (5)*

Table 1. Herbicide treatments, active agents, chemical name and rate. (1) Code of treatment, (2) Commercial name, (3) Active agent, (4) Rate, (5) Note: Solar, Duplosan DP and Granstar treatment was the control.

A 2003–2004. és a 2004–2005. termesztési időszakban szignifikáns eltérés nem mutatkozott a hőmérséklet és a csapadék összeg tekintetében. Az április–május–június hónapokat tekintve 2004-ben a csapadék összege 53 mm-rel kevesebb volt, mint 2005-ben. A hőösszeg viszont, azonos hónapokat értékelve 2005-ben 32,2 °C-al kisebb volt, mint 2004-ben. A 2004. és a 2005. évben április–május–június hónapok során, a havi átlag hőmérsékletben nem mutatkozott lényeges különbség.

A szemtermés lisztminőségi tulajdonságait a Szegedi Tudományegyetem, Mérnök Kar, Élelmiszermérnöki Intézet laboratóriumaiban határoztuk meg. A liszt előállításnál a MSZ 6367/9-1980, a sikér vizsgálatoknál a MSZ ISO 5531:1993, a valorigráfos vizs-

gálatok esetében a MSZ 5530-3:1995, míg az esésszám megállapításánál a MSZ ISO 3093:1995 szabványokat alkalmaztam.

A vizsgálatokban összesen 40 kezeléskombináció (4 fajta \times 5 herbicid \times 2 év), 3 ismétléssel szerepelt. A kapott adatokat háromtényezős varianciaanalízissel értékeltük.

Eredmények és értékelésük

Az adatok variancia analízise (2. táblázat) szerint a kezelés hatása a sikerterülésre, sütőipari értékszámra, vízfelvevő képességre, esésszámra 0,1%-os, míg a nedves sikértartalomra 1%-os szinten volt statisztikailag megbízható.

2. táblázat. *Herbiciddel kezelt őszi búzafajták sütőipari értékeinek varianciaanalízise (Szeged–Óthalom, 2004–2005)*

Variancia forrása (1)	Szabadság fok (2)	Nedves sikértartalom (MQ) (3)	Sikerterülés (MQ) (4)	Sütőipari értékszám (MQ) (5)	Vízfelvevő képesség (MQ) (6)	Esésszám (MQ) (7)
Ismétlés (8)	2					
Kezelés (9)	39	4,34**	1,58***	391,49***	44,96***	6155,40***
Fajta (A) (10)	3	14,19***	8,96***	3642,78***	348,29***	56831,21***
Herbicid kezelés (B) (11)	4	0,85ns	1,07**	22,53ns	6,40ns	896,53ns
Évjárat (C) (12)	1	60,72***	0,42ns	1502,38***	566,81***	35055,01***
Fajta \times kezelés (A \times B) (13)	12	1,47ns	0,93**	32,71ns	1,91ns	643,20ns
Fajta \times évjárat (A \times C) (14)	3	8,14**	0,64ns	380,11**	3,50ns	4220,27**
Kezelés \times évjárat (B \times C) (15)	4	2,11ns	2,45***	57,73ns	11,67**	393,53ns
Kölcsönhatás (A \times B \times C) (16)	12	1,00***	0,60ns	81,97ns	3,01***	747,71***
Hiba (17)	78	0,05	0,37	65,34	0,60	135,34

*, **, *** P 5%, 1%, 0,1% szinten szignifikáns, ns nem szignifikáns

Table 2. Analysis of variances on herbicide treatments on valorigraphic value of winter wheat varieties. (1) Source of variance, (2) Degrees of freedom, (3) Wet gluten content, (4) Gluten spread, (5) Valirographic index, (6) Water absorption capacity, (7) Falling number, (8) Replication, (9) Treatment, (10) Variety, (11) Herbicide, (12) Year, (13) Varieties \times treatment, (14) Varieties \times year, (15) Treatment \times year, (16) Interaction, (17) Error. *, **, *** P= significant at the 5.0, 0.1% and 0.1% levels, ns = non significant.

Fajta (A) hatása mind az öt értékelt sütőipari jellemzőre 0,1%-os szinten megbízható volt. A herbicid kezelés (B) tényező hatása csak a sikerterülésre volt 1%-an szignifikáns. Az évjárat (C) tényező hatása a nedves sikértartalom, sütőipari értékszám, vízfelvevő képesség és esésszám esetében 0,1%-os szinten statisztikailag megbízhatónak mutatkozott, míg a sikerterülésre közömbös volt.

Kölcsönhatásokat értékelve a következők állapíthatók meg: fajta \times herbicid kezelés interakció (A \times B) csak a sikerterülésre volt megbízható 1%-os szinten. A fajta \times év kölcsönhatás (A \times C) a nedves sikértartalomra, sütőipari értékszámra, esésszámra 1%-os szinten mutatkozott szignifikánsnak, míg a sikerterülésre és a vízfelvevő képességre indifferens volt.

A kezelés \times évjárat kölcsönhatások (B \times C) a sikerterülésre 0,1%-os, míg a vízfelvevő

képességre 1%-os szinten volt szignifikáns. A fajta \times kezelés \times év ($A \times B \times C$) interakciók a nedves sikértartalomra, vízfelvevő képességre és esésszámra 0,1%-os szinten mutatkoztak statisztikailag megbízhatónak. A kölcsönhatás a sikerterülésre és a sütőipari érték számra indifferensnek mutatkozott.

Nedves sikértartalom. Két év során négy búzafajta átlagában a standardhez (Solar+ Duplosan DP+Granstar) viszonyítva az alkalmazott gyomirtószeres hatása nem okozott megbízható eltérést (3. táblázat). A kezelés \times fajta kölcsönhatások esetében standardhez hasonlítva GK Kalásznál a Lintur, Mustang, Arrat+Dash, a GK Petúrnál a Lintur, Aurora super herbicidek okoztak szignifikáns növekedést 2004-ben. 2005. évben GK Kalásznál Lintur és Mustang, GK Vereckénél Lintur, Mustang, Aurora super, GK Petúrnál Mustang, Aurora super, Arrat+Dash herbicidek hatása megbízhatóan csökkentette az értékeket, míg a GK Kalásznál az Arrat+Dash szignifikánsan növelte a jellemző értékeit.

3. táblázat. A herbicid kezeléseket hatása a nedves sikértartalomra (%-ban) (Szeged-Óthalom, 2004–2005)

Herbicid kezelés (1)	2004				2005				2 év herbicid kezelés átlagok (3)
	Fajta (2)				Fajta (2)				
	GK Garaboly	GK Kalász	GK Verecke	GK Petúr	GK Garaboly	GK Kalász	GK Verecke	GK Petúr	
Solar Duplosan DP + Granstar	34,32	33,17	33,95	33,63	33,03	33,20	31,86	34,54	33,46
Lintur	33,90	33,97	33,88	34,56	33,03	<u>32,05</u>	<u>30,10</u>	34,48	33,25
Mustang	34,40	34,61	33,78	34,11	33,04	<u>32,32</u>	<u>30,02</u>	<u>33,08</u>	33,17
Aurora super	34,30	33,61	33,96	34,28	33,10	33,03	<u>30,17</u>	<u>33,06</u>	33,19
Arrat + Dash	34,35	33,61	33,36	33,95	33,15	34,47	32,11	<u>32,59</u>	33,60
Fajta átlag (4)	34,25	34,80	33,79	34,11	33,07	33,01	30,85	33,55	33,33
SZD _{5%} bármely két kezelés között, 1b ₁ c ₁ bca a ₄ b ₅ c ₂ (5)					0,56				
SZD _{5%} fajta átlagok között, a ₁ –a ₄ (6)					0,80				
SZD _{5%} kezelés átlagok között, b ₁ –b ₅ (7)					0,80				

Table 3. The effect of herbicide treatments on the wet gluten content (percentage). (1) Herbicide treatment, (2) Variety, (3) The means of herbicide treatments, (4) Variety mean, (5) Between any two values, (6) Between variety means, (7) Between herbicide treatment means.

Négy búza átlagában az év átlagok között szignifikáns különbség mutatkozott. A fajta átlagok 2004-ben megbízhatóan nagyobb nedves sikértartalom értéket mutattak, mint 2005-ben. A fajták között – a GK Petúr kivételével – ez a trend érvényesült, vagyis a többi búza értéke szignifikánsan nagyobb volt 2004-ben, mint 2005-ben (4. táblázat).

Sikerterülés. Sikerterülés értéke a Lintur gyomirtószeres kezelés hatására két év során négy búza átlagában a standardhez viszonyítva megbízhatóan csökkent (5. táblázat). A fajta \times kezelés interakció eredményeképpen 2004-ben a GK Vereckénél Lintur hatására szignifikáns csökkenés figyelhető meg, míg a GK Petúr búzafajtánál Arrat+Dash kezelés nyomán megbízható növekedést tapasztaltunk. 2005. évben a GK Garaboly búzafajtánál Mustang kezelés hatása szignifikáns növekedést eredményezett. Ugyan akkor a GK Verecke búzáznál a standardhez viszonyítva mindegyik, míg a GK Petúrnál a Lintur és az Aurora super gyomirtószer hatása eredményezett szignifikáns csökkenést (5. táblázat).

4. táblázat. Az évjárat hatása a nedves sikértartalomra (%-ban)
(Szeged–Óthalom, 2004–2005)

Évek (1)	Fajta (2)				Év átlag (3)
	GK Garaboly	GK Kalász	GK Verecke	GK Petúr	
2004	34,25	34,03	33,79	34,11	34,04
2005	33,07	33,01	30,85	33,55	32,62
Fajta átlag (4)	33,66	33,52	32,32	33,83	33,33
SZD _{5%} bármely két kezelés közt, a ₁ c ₁ –a ₄ c ₃ (5)			0,56		
SZD _{5%} fajta átlagok között, a ₁ –a ₄ (6)			0,80		
SZD _{5%} kezelés átlagok között, c ₁ –c ₂ (7)					0,80

Table 4. The effect of years on the wet gluten content (percentage). (1) Years, (2) Variety (3) Year mean, (4) Variety mean, (5) Between any two values, (6) Between variety means (7) Between year means.

5. táblázat. Herbicid kezelések hatása a sikerterülésre (mm/óra-ban)
(Szeged–Óthalom, 2004–2005)

Herbicid kezelés (1)	2004				2005				2 év herbicid kezelés átlagok (3)
	Fajta (2)				Fajta (2)				
	GK Garaboly	GK Kalász	GK Verecke	GK Petúr	GK Garaboly	GK Kalász	GK Verecke	GK Petúr	
Solar Duplosan DP + Granstar	3,36	2,86	3,11	3,58	2,83	3,17	4,33	5,00	3,53
Lintur	3,00	3,05	<u>1,88</u>	3,52	2,93	2,83	<u>2,83</u>	<u>4,00</u>	<u>3,01</u>
Mustang	3,15	2,87	3,17	3,67	3,83	2,67	<u>2,50</u>	4,17	3,25
Aurora super	2,83	3,69	3,92	4,50	2,18	3,67	<u>2,33</u>	<u>4,00</u>	3,39
Arrat + Dash	3,35	3,65	4,00	4,68	2,17	2,67	<u>3,00</u>	4,33	3,48
Fajta átlag (4)	3,14	3,22	3,22	3,99	2,79	3,00	3,00	4,30	3,33
SZD _{5%} bármely két kezelés között, 1b ₁ c ₁ bca a ₄ b ₅ c ₂ (5)			0,99						
SZD _{5%} fajta átlagok között, a ₁ –a ₄ (6)			0,44						
SZD _{5%} kezelés átlagok között, b ₁ –b ₅ (7)					0,44				

Table 5. The effect of herbicide treatments in the gluten spread (mm/in hour). (1) Herbicide treatment, (2) Variety, (3) Means of herbicide treatments, (4) Variety mean, (5) Between any two values, (6) Between variety means, (7) Between herbicide treatment means.

Négy fajta átlagában az év átlagok között nincs megbízható eltérés (6. táblázat). A fajta átlagoknál sem mutatkozott szignifikáns eltérés két évben a sikerterülés értékeinél.

Sütőipari értékszám. Két év során négy búza átlagában kezelések hatására megbízható eltérés nem mutatkozott a standardhez viszonyítva. A fajta x kezelés interakciók során sem volt megbízható eltérés a sütőipari értékszámban a standardhez hasonlítva (7. táblázat).

6. táblázat. Az évjárat hatása a sikerterülésre (mm/óra-ban)
(Szeged-Óthalom, 2004–2005)

Évek (1)	Fajta (2)				Év átlag (3)
	GK Garaboly	GK Kalász	GK Verecke	GK Petúr	
2004	3,14	3,22	3,22	3,99	3,39
2005	2,79	3,00	3,00	4,30	3,27
Fajta átlag (4)	2,96	3,11	3,11	4,15	3,33
SZD _{5%} bármely két kezelés közt, a ₁ c ₁ –a ₄ c ₃ (5)			0,99		
SZD _{5%} fajta átlagok között, a ₁ –a ₄ (6)			0,44		
SZD _{5%} kezelés átlagok között, c ₁ –c ₂ (7)					0,70

Table 6. The effect of years on the gluten spread (mm/in hour). (1) Years, (2) Variety, (3) Year mean, (4) Variety mean, (5) Between any two values, (6) Between variety means, (7) Between year means.

7. táblázat. A herbicid kezelések hatása a sütőipari értékszámra
(Szeged-Óthalom, 2004–2005)

Herbicid kezelés (1)	2004				2005				2 év herbicid kezelés átlagok (3)
	Fajta (2)				Fajta (2)				
	GK Garaboly	GK Kalász	GK Verecke	GK Petúr	GK Garaboly	GK Kalász	GK Verecke	GK Petúr	
Solar Duplosan DP + Granstar	57,67	71,40	78,37	70,00	58,23	83,67	79,77	91,80	73,86
Lintur	62,87	72,70	74,37	63,10	53,13	80,03	89,50	85,60	72,66
Mustang	59,60	75,83	85,37	73,67	56,27	86,97	71,73	85,97	74,43
Aurora super	56,03	76,33	74,40	75,47	59,37	88,77	81,93	82,43	74,34
Arrat + Dash	50,80	74,90	77,07	69,80	56,30	82,40	84,23	83,17	72,33
Fajta átlag (4)	57,39	74,23	77,91	70,41	56,66	84,37	81,43	85,79	73,53
SZD _{5%} bármely két kezelés között, 1b ₁ c ₁ bca a ₄ b ₅ c ₂ (5)					13,13				
SZD _{5%} fajta átlagok között, a ₁ –a ₄ (6)					5,87				
SZD _{5%} kezelés átlagok között, b ₁ –b ₅ (7)									6,57

Table 7. The effect of herbicide treatment on the valorigraphic value. (1) Herbicide treatment, (2) Variety, (3) Means of herbicide treatments, (4) Variety mean, (5) Between any two values, (6) Between variety means, (7) Between herbicide treatment means.

Négy búzafajta átlagában két év során megbízható érték különbség nem mutatkozott a sütőipari értékszám-ban. A GK Petúr esetében szignifikáns évjárat hatása érzékelhető 2004 és 2005 között (8. táblázat).

8. táblázat. Az évjárat hatása a sütőipari értékszámra (Szeged–Óthalom, 2004–2005)

Évek (1)	Fajta (2)				Év átlag (3)
	GK Garaboly	GK Kalász	GK Verecke	GK Petúr	
2004	57,39	74,23	77,91	70,41	69,99
2005	56,66	84,37	81,43	85,79	77,06
Fajta átlag (4)	57,03	79,30	79,67	78,10	73,53
SZD _{5%} bármely két kezelés közt, a ₁ c ₁ –a ₄ c ₃ (5)				13,13	
SZD _{5%} fajta átlagok között, a ₁ –a ₄ (6)				5,87	
SZD _{5%} kezelés átlagok között, c ₁ –c ₂ (7)					9,29

Table 8. The effect of years on the valorigraphic value. (1) Years, (2) Variety, (3) Year mean, (4) Variety mean, (5) Between any two values, (6) Between variety means, (7) Between year means.

Vízfelvevő képesség. Két év során négy búza átlagában a standardhez viszonyítva nem volt szignifikáns eltérés. 2004-ben a fajta × kezelés interakciók során a GK Vereckénél az Aurora super hatása megbízhatóan növelte, míg a GK Petúrnál az Arrat+Dash szignifikánsan csökkentette az értékeket. 2005-ben a GK Kalász búzánál a Mustang és az Aurora super, míg a GK Vereckénél a Mustang hatása szignifikánsan csökkentette a vízfelvevő képesség értékeit. Ugyan akkor a GK Petúrnál a Lintur megbízhatóan növelte a vízfelvevő képesség értékeit (9. táblázat).

9. táblázat. Herbicid kezeléseik hatása a vízfelvevő képességre (%-ban) (Szeged–Óthalom, 2004–2005)

Herbicid kezelés (1)	2004				2005				2 év herbicid kezelés átlagok (3)
	Fajta (2)				Fajta (2)				
	GK Garaboly	GK Kalász	GK Verecke	GK Petúr	GK Garaboly	GK Kalász	GK Verecke	GK Petúr	
Solar Duplosan DP + Granstar	59,87	66,27	61,60	61,80	55,40	63,87	58,60	55,40	60,35
Lintur	59,60	67,20	60,93	61,20	56,87	64,27	59,33	58,53	60,99
Mustang	59,20	68,07	60,40	61,47	54,67	<u>61,73</u>	<u>56,73</u>	55,33	59,70
Aurora super	59,80	67,67	64,13	62,67	55,07	<u>61,73</u>	57,07	55,73	60,48
Arrat + Dash	58,60	67,47	61,53	<u>59,53</u>	55,93	63,73	57,07	55,00	59,86
Fajta átlag (4)	59,41	67,33	61,72	61,33	55,59	63,07	57,76	56,00	60,28
SZD _{5%} bármely két kezelés között, 1b ₁ c ₁ bca a ₄ b ₅ c ₂ (5)					1,96				
SZD _{5%} fajta átlagok között, a ₁ –a ₄ (6)					2,76				
SZD _{5%} kezelés átlagok között, b ₁ –b ₅ (7)									2,76

Table 9. The effect herbicide treatment on the water absorption capacity (percentage). (1) Herbicide treatment, (2) Variety, (3) Means of herbicide treatments, (4) Variety mean, (5) Between any two values, (6) Between variety means, (7) Between herbicide treatment means.

Négy búza átlagában megbízható érték különbség volt a vízfelvevő képesség értékekben az évjáratok között. A fajták közötti értékek is szignifikánsan különböztek a négy búzánál az évjáratok függvényében (10. táblázat).

10. táblázat. Évjárat hatása a vízfelvevő képességre (%-ban)
(Szeged-Óthalom, 2004–2005)

Évek (1)	Fajta (2)				Év átlag (3)
	GK Garaboly	GK Kalász	GK Verecke	GK Petúr	
2004	59,41	67,33	61,72	61,33	62,45
2005	55,59	63,07	57,76	56,00	58,10
Fajta átlag (4)	57,50	65,20	59,74	58,67	60,28
SZD _{5%} bármely két kezelés közt, a ₁ c ₁ –a ₄ c ₃ (5)			1,96		2,76
SZD _{5%} fajta átlagok között, a ₁ –a ₄ (6)			2,76		
SZD _{5%} kezelés átlagok között, c ₁ –c ₂ (7)					

Table 10. The effect of years on the water absorption capacity (percentage). (1) Years, (2) Variety, (3) Year mean, (4) Variety mean, (5) Between any two values, (6) Between variety means, (7) Between year means.

Esésszám. A standardhez viszonyítva négy búza átlagában két év alatt az esésszám értékekben nem mutatkozott statisztikailag megbízható eltérés. A fajta × kezelés kölcsönhatásoknál (11. táblázat) 2004 évben GK Kalásznál az Aurora super hatására szignifikáns növekedés, míg a GK Peturnál ugyan ezen gyomirtószer hatására megbízható csökkenés volt megfigyelhető.

11. táblázat. Herbicid kezelések hatása az esésszáma (sec.-ban)
(Szeged-Óthalom, 2004–2005)

Herbicid kezelés (1)	2004				2005				2 év herbicid kezelés átlagok (3)
	Fajta (2)				Fajta (2)				
	GK Garaboly	GK Kalász	GK Verecke	GK Petúr	GK Garaboly	GK Kalász	GK Verecke	GK Petúr	
Solar Duplosan DP + Granstar	319,33	391,00	394,67	434,67	308,33	370,33	407,67	350,33	372,04
Lintur	317,67	409,00	385,67	417,33	<u>274,33</u>	<u>332,00</u>	383,33	385,33	363,08
Mustang	334,33	389,67	412,33	417,00	297,33	<u>338,67</u>	404,67	359,67	369,21
Aurora super	321,00	424,67	414,67	<u>389,33</u>	297,00	361,67	409,67	380,00	374,75
Arrat + Dash	295,00	397,33	410,00	424,00	284,00	<u>321,33</u>	386,67	362,67	360,13
Fajta átlag (4)	317,47	402,33	403,47	416,47	292,20	344,80	398,40	367,60	367,84
SZD _{5%} bármely két kezelés között, 1b ₁ c ₁ bca a ₄ b ₅ c ₂ (5)					29,28				41,29
SZD _{5%} fajta átlagok között, a ₁ –a ₄ (6)					41,29				
SZD _{5%} kezelés átlagok között, b ₁ –b ₅ (7)									

Table 11. The effect of herbicide treatment on the falling number (sec.). (1) Herbicide treatment, (2) Variety, (3) Means of herbicide treatments, (4) Variety mean, (5) Between any two values, (6) Between variety means, (7) Between herbicide treatment means.

2005-ben GK Garabolynál Lintur herbicid hatására, míg a GK Kalásznál Lintur, Mustang és Arrat+Dash hatására statisztikailag megbízható csökkenés volt megfigyelhető. GK Petúr esetében az Aurora super gyomirtószert hatás szignifikáns növekedést eredményezett az esésszám értékekben.

Az év átlagok között négy búza átlagában nincs megbízható eltérés. Viszont a fajta átlagok esetében a GK Kalász és a GK Petúr búzáknál szignifikáns különbség mutatkozott az esésszám értékekben (12. táblázat).

12. táblázat. *Évjárat hatása az esésszáma (sec.-ban)*
(Szeged-Óthalom, 2004–2005)

Évek (1)	Fajta (2)				Év átlag (3)
	GK Garaboly	GK Kalász	GK Verecke	GK Petúr	
2004	317,47	402,33	403,47	416,47	384,93
2005	292,20	344,80	398,40	367,60	350,75
Fajta átlag (4)	304,83	373,57	400,93	392,03	367,84
SZD _{5%} bármely két kezelés közt, a ₁ c ₁ –a ₄ c ₃ (5)			29,28		41,29
SZD _{5%} fajta átlagok között, a ₁ –a ₄ (6)			41,29		
SZD _{5%} kezelés átlagok között, c ₁ –c ₂ (7)					

Table 12. The effect of years on the falling number (sec.). (1) Years, (2) Variety, (3) Year mean, (4) Variety mean, (5) Between any two values, (6) Between variety means, (7) Between year means.

Következtetések

Solar (Cinidon-etil) + Duplosan DP (Diklórprop-P) + Granstar (Tribenuron-metil) (e kezelések a standardok), Lintur (Dicamba+triasulfuron), Mustang (Floraszulam), Aurora super (Karfentazon-etil + mecoprop-P), Arrat (Tritoszulfuron + dicamba) + Dash (Metiloleát és metil-palmitát) herbicidekkel kezelt GK Garaboly, GK Kalász, GK Verecke és GK Petúr búzafajtáknál vizsgáltuk a nedves sikértartalom, sikerterülés, sütőipari értékszám, vízfelvívő képesség és az esésszám értékek alakulását két viszonylagosan csapadékos évben (2004 és 2005). Eredményeink részben megegyeznek, részben különböznek a korábbi irodalmi utalások adataival (Tanács et al. 1993, Tanács et al. 1999, Tanács et al. 2000, Tanács és Gerő 2001, Tanács et al. 2005).

Korábbi vizsgálatainkban (Tanács et al. 1993) a GK Kata valorigráfos értékszámát minden herbicid csökkentette, a Belgran (Izoproturon+ioxinil+mekopron), Aniten D (2,4 D + flurenol), Banvel M (MCPA+dicamba), Illoxan (Diklofop-etil), Ipl-Flo (Izoproturon), Starane (Fluroxipir) okozta minőségromlás statisztikailag megbízhatónak mutatkozott. Jelen vizsgálatainkban ilyen tendenciák nem érvényesültek.

Az 1997-es vizsgálatokban résztvevő GK Óthalom, GK Pinka, GK Kalász, GK Élet, GK Zugoly, GK Hattas búzáknál a Protugán (Izoproturon), DMA-6 (2,4-D észter), 2,4-D észter (2,4-D észter), Optica (Mecoprop-p (DMA-só) és Optica Trio (Diklorprop-p +MCPA + mecoprop-p) herbicidekkel kezelt parcellák szemtermésében, a kezeletlen kontrollhoz viszonyítva hat búzafajta átlagában a nedves sikértartalom megbízhatóan nőtt (Tanács et al. 1999), ugyan akkor az Optica Trio (Diklorprop-p+MCPA + mecoprop-p) a valorigráfos értékszámot, míg a 2,4-D észter (2,4 észter), Optica (Mecoprop-p DMA-só), Optica Trio (Diklorprop-p+ MCPA+me coprop-p) a vízfelvívő képességet csökkentette szignifikánsan (Tanács et al. 2000).

A 2001–2002-es vizsgálataink során (Tanács et al. 2003, 2004) a GK Garaboly, GK Kalász, GK Miska és GK Petúr búzáknál, a Granstar (Tribenuron-metil) kontrollhoz viszo-

nyítva a Duplosan DP (Diklorprop-p), Lintur (Dicamba+triasulfuron), Mecaphar (MCPA), Mustang (Floraszulam) herbicidek hatására a nedves sikértartalom, sikerterülés, esésszám, valamint a sütőipari értékszám, vízfellevő képesség sütőipari jellemzők viszonylatában nem tapasztaltunk megbízható eltérést.

A jelenlegi vizsgálataink során, az alkalmazott herbicidek hatására a vizsgált sütőipari jellemzőkre – a sikerterülés kivételével – két év és négy búza átlagában a kontrollhoz viszonyítva, nincs megbízható eltérés. Természetesen, egyes fajtáknál a herbicid kezelések hatására egy-egy vizsgált minőségi jellemző esetében mutatkozott megbízható eltérés a kontrollhoz viszonyítva.

Ezek az eltérések azt igazolták, hogy a fajták minőségi tulajdonságai gyomirtószeres kezelések és az évjárat hatására pozitív és negatív irányba egyaránt változhatnak.

Az évjárat hatásnak nagy jelentősége van egyes sütőipari jellemzők alakulására (Tanács *et al.* 2005, Sipos *et al.* 2006). Jelenlegi vizsgálataink is ezt erősítik meg.

Az újabb búzafajták és újabb herbicidek kölcsönhatásait ajánlatos tesztelni, különösen az egyre melegebb éghajlati hatások függvényében. A kapott eredmények jelzés értékűek, és felhívják a figyelmet arra, hogy a helyes növényvédelmi beavatkozásoknak is hatása lehet a búza technológiai minőségére és beltartalmi értékére.

Köszönetnyilvánítás

Hálás köszönetemet fejezem ki dr. Petróczi István Mihály osztályvezető Úrnak és a GK Kht. Szeged, Agrotechnikai Osztály munkatársainak a vizsgálati anyag, rendelkezésre bocsátásáért, és az agrotechnikai munkák elvégzéséért, valamint Török Gabriella mérnök tanárnőnek a sütőipari minősítési vizsgálatokban nyújtott segítségéért.

IRODALOM

- Gerő L.–Tanács L.–Soós J.: 2002. Herbiciddel kezelt búzaállományok sütőipari minőségi jellemzőinek alakulása. Sütőiparosok, Pécek XVIII. 8: 44–46.
- Kassai, K.–Nyárai, H. F.–Jolánkai, M.–Szentpétery, Zs.: 2006. Investigation nutritional relationship among weediness, yield and quality of winter wheat. Cereal Research Communications. 34. 1: 533–536.
- Kristó, I.–Petróczi, I. M.–Gyuris, K.–Torma, M.: 2006. The effect of crop density on yield component enhancing food production efficiency. Cereal Research Communications. 34. 1: 557–560.
- Kristó, I.–Gyuris, K.–Torma, M.–Hódi Szél, M.–Petróczi, I. M.: 2007a. Investigation of sowing date and seeding rate on the yield of winter wheat. Cereal Research Communications. 35. 2: 685–688.
- Kristó I.–Hódiné Szél M.–Gyapjas J.–Szekeres A.–Petróczi I. M.: 2007b. A vetésidő és a vetéssűrűség hatása az őszi búza fajták terméshozamára. Agrár- és Vidékfejlesztési Szemle, 2. 2: 17–22.
- Jolánkai, P.–Tóth, Z.–Kismányoki, T.: 2006. Effect of nitrogen and pesticides on the yield and protein content of winter wheat. Cereal Research Communications. 34. 1: 509–512.
- Matuz, J.–Krisch, J.–Véha, A.–Petróczi, I. M.–Tanács, L.: 2007. Effect of the fertilization and the fungicide treatment on the alveographic quality of winter wheat. Cereal Research Communications. 35. 2: 1193–1196.
- Németh, T.: 2006. Nitrogén on the soil – plant system, nitrogen balances. Cereal Research Communications. 34. 1: 61–65.
- Pepó, P.–Sipos, P.–Győri, Z.: 2005. Effects of fertilizer application on the baking quality of winter wheat varieties in a long term experiment under continental climatic conditions in Hungary. Cereal Research Communications. 33. 4: 825–832.
- Sipos, P.–Tóth, Á.–Mars, É.–Győri, Z.: 2006. Effect of weather conditions on the alveographic W value of winter wheat. Cereal Research Communications. 34. 1: 657–660.
- Szentpétery Zs.–Hegedűs Z.–Jolánkai M.–Kárpáti M.: 2001. Növényvédelmi kezelések hatása a búzafajták termésmennyiségének és minőségének alakulására. Növénytermelés. 50. 2–3: 177–187.
- Tanács, L.–Petróczi, I. M.–Matuz, J.–Huhn, E.–Gerő, L.: 1993. Effect of herbicides on flour quality of two winter wheat varieties. Acta Alimentaria. 22. 4: 315–323.

- Tanács L.–Matuz J.–Hampel Gy.–Nagy E.-né:* 1999. Peszticidés állomány kezelések hatása a búzafajták szemtermésének sikerjére és esésszámára. *Növénytermelés*. 48. 5: 485–496.
- Tanács L.–Matuz J.–Petróczi I. M.–Kovács Zs.:* 2000. Vegyszeres állománykezelések hatása a búzafajták szemtermésének sikértartalmára, sikerterülésére és esésszámára. *Növénytermelés*. 49. 5: 487–499.
- Tanács L.–Gerő L.:* 2001. Herbicidés és fungicidés kezelések hatása őszi búzafajták szemtermésének sikértartalmára, sikerterülésére és esésszámára. *Növénytermelés*. 50. 4: 407–417.
- Tanács L.–Gerő L.–Soós J.–Petróczi I. M.:* 2003. Gyomirtószeres állománykezelések és az évjárat hatása búzafajták szemtermésének sikértartalmára, sikerterülésére és esésszámára. *Növénytermelés*. 52. 6: 623–635.
- Tanács L.–Gerő L.–Soós J.–Petróczi I.:* 2004. Gyomirtószeres állomány kezeléseknek és évjáratnak a hatása búzafajták szemterméséből készített lisztek sütőipari és reológiai tulajdonságaira. *Növénytermelés*. 53. 1–2: 43–60.
- Tanács, L.–Matuz, J.–Gerő, L.–Petróczi, I. M.:* 2005. Effects herbicides and crop years on the quality of winter wheat varieties. *Cereal Research Communications*. 33. 4: 801–808.
- Tanács L.–Véha A.–Petróczi I. M.:* 2006. Műtrágyával és fungiciddel kezelt aestivum búzák nedves sikértartalom, valorigráfós és alveográfós vizsgálatai az évjáratok függvényében. *Növénytermelés*. 55. 5–6: 335–355.
- Tanács, L.:* 2007. Seasonal and genotype effect on the alveographic value of winter wheats. *Cereal Research Communications*. 35. 2: 1197–1200.
- Tóth, Á.–Sipos, P.–Borbély, M.–Uri, Cs.–Elek, Á.–Mars, É.–Győri, Z.:* 2006. Connections between glutenin proteins and rheological properties of winter wheat. *Cereal Research Communications*. 34. 1: 693–696.
- Tóth, Z.:* 2005. The effect of different ways of chemization on the crop yield of winter wheat. XLVIIth Georgikon Days, Keszthely, 29–30 September.
- Tóth Á.–Sipos P.–Győri Z.:* 2007. Őszi búzafajták alveográfós minősítésének jelentősége aszályos, csapadékos és átlagos időjárási körülmények között. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*. 53. 3: 156–166.

A szerző levelezési címe – Address of the author:

Dr. Tanács Lajos
Szegedi Tudományegyetem
Mezőgazdasági Kar Hódmezővásárhely
Hódmezővásárhely
Andrássy út 15.
H-6801

Az öntözés hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére száraz évjáratban csernozjom talajon

¹PEPÓ PÉTER–¹DÓKA LAJOS–²BERÉNYI SÁNDOR–¹VAD ATTILA

¹Debreceni Egyetem AMTC MTK, Növénytudományi Intézet

²Debreceni Egyetem AMTC MTK, Agrokémiai és Talajtani Tanszék

Összefoglalás

Tartamkísérletben, csernozjom talajon, száraz, meleg évjáratban (2007. év) vizsgáltuk az öntözés, vetésváltás, trágyázás és tőszám hatását a kukorica termésére. A vízellátás, öntözés kukorica termésére gyakorolt hatását a vetésváltás jelentős mértékben befolyásolta, míg a tápanyagellátás és a tőszám csak módosította. A legnagyobb vízhiány és terméseszkökenés monokultúrában következett be öntözés nélkül (a tápanyag és a tőszámkezelések átlagában a termésmaximum monokultúrában 4132 kg ha⁻¹, bikultúrában 7597 kg ha⁻¹, trikultúrában 7801 kg ha⁻¹ volt). Az öntözés hektáronkénti átlagos termésmenővelő hatása monokultúrában 3137 kg (Ö₂), illetve 3965 kg (Ö₃); bikultúrában 1665 kg (Ö₂), illetve 2343 kg (Ö₃); trikultúrában 1850 kg (Ö₂), illetve 2566 kg (Ö₃) volt.

Az öntözés hektáronkénti termésmenővelő hatása a legjobb trágya és tőszámkezelésekben az alábbiak szerint változott 2007. évben:

– monokultúrában 2322 kg (Ö₂), illetve 4561 kg (Ö₃)

– bikultúrában 2165 kg (Ö₂), illetve 3264 kg (Ö₃)

– trikultúrában az Ö1 40 ezer tó/ha növényzámmal bázisként tekintve 2485 kg (Ö₂), illetve 2888 kg (Ö₃).

Monokultúrában a trágyaadag és a tőszám növelése öntözés nélkül jelentős termésmenődepressziót okozott (kontroll kezelésben 2573 kg ha⁻¹, N240+PK-ban 2102 kg ha⁻¹ 80 ezer ha⁻¹ tőszámmál). Öntözés nélkül valamennyi vetésváltásban az optimális tőszámmak 40 ezer ha⁻¹ bizonyult, míg öntözés esetén monokultúrában 40 ezer ha⁻¹ (Ö₂ és Ö₃), bikultúrában 60 ezer ha⁻¹ (Ö₂ és Ö₃), trikultúrában 80 ezer ha⁻¹ (Ö₂ és Ö₃) volt az optimális tőszám. Optimális műtrágya adag kijuttatása esetén a termésmenőmaximumot monokultúrában öntözés nélkül N₆₀₋₁₈₀+PK (tőszámtól függően), öntözve N₁₈₀+PK (Ö₂) – N₁₈₀₋₂₄₀+PK (Ö₃); bikultúrában öntözés nélkül N₁₂₀+PK, öntözve N₁₂₀+PK (Ö₂ és Ö₃); trikultúrában öntözés nélkül N₆₀+PK, öntözve N₆₀+PK (Ö₂) – N₁₂₀+PK (Ö₃) kezelésekben kaptuk. Az agrotechnikai tényezők optimalizálásával csernozjom talajon 10⁻¹ t ha⁻¹ termés biztonságosan realizálható évjáratról függetlenül.

Effect of irrigation on the yield of maize (*Zea mays* L.) on chernozem soil in a dry year

¹P. PEPÓ–¹L. DÓKA–²S. BERÉNYI–¹A. VAD

¹Institute of Plant Sciences

²Department of Agricultural Chemistry and Soil Science, University of Debrecen, Debrecen

Summary

The effect of irrigation, crop sequence, fertilisation and plant density on the yield of maize was investigated in a dry, hot year (2007) in a long-term experiment on chernozem soil. The effect of water supplies and irrigation

on the maize yield was influenced to a considerable extent by the crop sequence, while nutrient supplies and plant density had a smaller modifying effect. The greatest level of water deficiency and yield loss was recorded in continuous maize without irrigation (averaged over nutrient and plant density treatments, the maximum yield was 4132 kg ha⁻¹ in continuous maize, 7597 kg ha⁻¹ in a biculture and 7801 kg ha⁻¹ in a triculture). The average yield increases per hectare achieved by means of irrigation were 3137 kg (Ö₂ treatment) and 3965 kg (Ö₃) in continuous maize, 1665 kg and 2343 kg in a biculture, and 1850 kg and 2566 kg in a triculture.

In 2007 the yield-increasing effect of irrigation per hectare (Ö₂ and Ö₃ treatments, respectively) in the best fertiliser and plant density treatments was as follows: 2322 and 4561 kg in continuous maize, 2165 and 3264 kg in a biculture, and 2485 and 2888 kg in a triculture, compared with a basic plant density of 40.000/hectare.

In continuous maize an increase in the fertiliser rate and plant density without irrigation led to considerable yield depression (2573 kg ha⁻¹ in the control and 2102 kg ha⁻¹ in the N₂₄₀+PK treatment at a plant density of 80 000/ha). In all the crop sequences the optimum plant density without irrigation was 40 000/ha, while in the case of the Ö₂ and Ö₃ rates of irrigation it was 40 000/ha for continuous maize, 60 000/ha for the biculture and 80 000/ha for the triculture. The optimum fertiliser rates giving maximum yields were found to be N₆₀₋₁₈₀+PK (depending on plant density) for non-irrigated continuous maize and N₁₈₀+PK (Ö₂), N₁₈₀₋₂₄₀+PK (Ö₃) in the irrigated treatments, N₁₂₀+PK for the biculture irrespective of irrigation, and N₆₀+PK in the non-irrigated and Ö₂ treatments and N₁₂₀+PK in the Ö₃ treatment for the triculture. By optimising agronomic factors, a yield of 10⁻¹ t ha⁻¹ can be reliably achieved on chernozem soil, irrespective of the year.

Bevezetés, irodalmi áttekintés

A kukorica nagy produktivitású, de az agroökológiai és agrotechnikai feltételekre érzékeny növény. Magyarországon a kukoricát 1,1–1,2 millió ha-on termesztik. Az országos termésátlag az évjáratról és a termesztéstechnológiától függően 4–7 t ha⁻¹ között változik. (Pepó et al. 2006). Győrffy (1976) megállapítása szerint a kukorica termésére ható növénytermesztési tényezők közül a trágyázás 27%-kal, a fajta 26%-kal, az ápolás 24%-kal, a növényszám 20%-kal, a mélyművelés 3%-kal részesedett a termésmnövekedésből. Nagy (1996) kísérletei szerint az öntözés és a trágyázás, a növényszám és a trágyázás között pozitív kölcsönhatást lehetett megállapítani. A trágyázás 48%-kal, az öntözés 28%-kal, a talajművelés 18%-kal, a növényszám 6%-kal növelte a kukorica termését. Az agrotechnikai tényezők mellett különösen fontos az időjárási tényezők (Huzsvai és Nagy 2005, Pepó et al. 2005) hatása a kukorica termésére. Várallyay (2007) szerint a globális klímaváltozás hatását is figyelembe kell vennünk.

A vízellátás különösen fontos egyrészt a kukorica megfelelő termésszintjének eléréséhez, másrészt más agrotechnikai elem hatékony érvényesüléséhez. Ruzsányi (1990) a kísérletében a talajban a legnagyobb vízhiányt monokultúrás termesztés esetén kapta a vetésváltásban termesztett kukoricához képest. Pepó et al. (2005) kutatási eredményei szerint a monokultúrás termesztésben jelentős trágyareakció az optimális vízellátottságú évjáratban várható. A kukorica a vízellátásra érzékeny növény, az öntözés hatását és hatékonyságát az évjárat és az agrotechnikai tényezők egyaránt befolyásolják (Ruzsányi 1992, Berényi et al. 2007).

Az agrotechnikai elemek hatása a talaj-növény rendszerben komplex módon érvényesül (Németh 2006). Különösen fontos tényező a harmonikus tápanyagellátás. Ezen belül is mind agronómiai, mind környezetvédelmi szempontból kiemelkedő szerepe van a nitrogén visszapótlásnak. A hazai és külföldi szakirodalom az optimális N-adagot széles intervallumban (N=60–240 kg ha⁻¹) határozta meg talajtól, klimatikus tényezőktől, genotípustól, agrotechnikai tényezőktől függően (Bocz és Nagy 1981, Berzsényi 1993, Liang és MacKenzie 1994, Sárvári 1995, Pepó és Turcsán 1998, Kovačević et al. 2006, Izsáki 2007).

Az öntözés és trágyázás hatását – sok tényező mellett – jelentősen befolyásolja a vetésváltás (Győrffy 1976, Sárvári és Győri 1982, Sárvári és Szabó 1998). Pepó (2001) vizsgálatai szerint száraz, aszályos évjárat, valamint a monokultúrás termesztés együttes hatására 4,8–5,9 t ha⁻¹-ral csökkent a kukorica termése. Monokultúrás termesztésben nagyobb műtrágya adagok kijuttatása válik indokolttá (Sárvári és Szabó 1998, Pepó 2001).

A kukorica termesztésben igen fontos termést befolyásoló agrotechnikai tényező a tőszám szakszerű megválasztása. Az optimális tőszámot befolyásolják az ökológiai tényezők (Széll és Csala 1984, Nagy 1988, Pepó et al. 2005), a genotípus (Sárvári et al. 2002, Pepó 2001), a tápanyagellátás (Berzsenyi és Lap 2006, Pepó et al. 2006).

A szakirodalmi adatok összegezeként megállapítható, hogy az agroökológiai, biológiai és agrotechnikai tényezők hatásukat nem külön-külön, egyedileg, hanem kölcsönhatásban, interaktív módon fejtik ki (Pepó et al. 2007).

Anyag és módszer

A vizsgálatokat a Debreceni Egyetem AMTC MTK Növénytudományi Intézet Látóképi Kísérleti Telepén Ruzsányi László professzor által 1983-ban beállított polifaktoriális tartamkísérletben 2007-ben végeztük. A kísérlet talaja mészlepedékes csernozjom. A talaj kísérlet előtti kiindulási állapotát közepes humusztartalom (2,8%) és foszforellátottság (AL-oldható P_2O_5 133 mg kg^{-1}), valamint kedvező káliumellátottság (AL-oldható K_2O 240 mg kg^{-1}) jellemezte. A pH_{KCl} -érték 6,2; az Arany-féle kötöttségi szám 43. A talajt közepes vízbefogadó és jó víztartó képesség jellemezi. A talajvízszint 6–8 m mélységben helyezkedik el.

A polifaktoriális tartamkísérletben az alábbi tényezők szerinti kezeléseket végeztük.

- vetésváltás
monokultúra: kukorica
bikultúra: búza-kukorica
trikultúra: borsó-búza-kukorica
- trágyázás

Műtrágyakezelés jele	N	P_2O_5	K_2O
	kg ha^{-1}		
1	0	0	0
2	60	45	45
3	120	90	90
4	180	135	135
5	240	180	180

A nitrogén műtrágyát 50%-ban ősssel – 50%-ban tavasszal, a foszfor- és kálium műtrágyákat 100%-ban ősssel juttattuk ki.

- növényszám
40 ezer tő ha^{-1} , 60 ezer tő ha^{-1} , 80 ezer tő ha^{-1}

– öntözés

\ddot{O}_1 = nem öntözött, \ddot{O}_2 = féladagú öntözés, \ddot{O}_3 = teljes adagú öntözés.

2007-ben – valamennyi vetésváltás esetében – az alábbi öntözési kezeléseket alkalmaztuk:

- \ddot{O}_1 kezelés = nem volt öntözés
- \ddot{O}_2 kezelés = 4×25 mm öntözés (összesen 100 mm)
- \ddot{O}_3 kezelés = 4×50 mm öntözés (összesen 200 mm)

A kísérletben alkalmazott többi agrotechnikai elem műveletet optimális minőségben végeztük. A kísérlet vetését 2007. április 20-án végeztük el. A termesztett hibrid a Reseda (PR 37M81) volt. A *Diabrotica virgifera* ellen a monokultúrában a vetéssel egy menetben talajfertőtlenítést (Force 1,5 G 12 kg ha^{-1}) alkalmaztunk. A bi- és trikultúrában állományvédekezést hajtottunk végre (2007. 07. 17. Karate Zeon 0,3 l ha^{-1}). A kísérletek betakarítását 2007. szeptember 26–27-én végeztük.

A kísérlet kétszeresen osztott parcellás elrendezésű volt. A parcellák területe 41,4 m^2 volt.

Eredmények

A kukorica a tápanyag- és vízellátásra érzékeny növényfaj. Különösen fontos a megfelelő vízellátás a kukorica növekedése, fejlődése és termésképződése időszakában. A 2007. év tenyészidőszaka a kukorica növekedése és fejlődése szempontjából kifejezetten kedvezőtlen volt. A tenyészidő előtt és a tenyészidő kezdetén (május-június) lehullott csapadék mennyisége lényegesen elmaradt az optimálistól, sőt a sokévi átlagtól is. Ezért vált szükségessé, hogy 2007. május 04–06-án, május 23–24-én, június 06–08-án, június 28–29-én az \ddot{O}_2 jelű kezelésben 25–25 mm (összesen 100 mm), az \ddot{O}_3 jelű kezelésben 50–50 mm (összesen 200 mm) öntözővizet juttassunk ki. Az \ddot{O}_1 jelű kezelés öntözésben nem részesült. A csapadékhiány 2007-ben magas hőmérsékleti értékkel párosult a (vegetációs periódus sokévi átlaghőmérsékletével [16,82 °C] szemben +2 °C-os többlet [18,80 °C]), (1. táblázat).

1. táblázat. Fontosabb agrometeorológiai adatok (Debrecen, 2007)

Meteorológiai paraméterek (1)	IV. (6)	V. (7)	VI. (8)	VII. (9)	VIII. (10)	IX. (11)	Összesen (12) Átlag (13)
Csapadék (mm) (2)	42,4	58,8	79,5	65,7	60,7	38,0	345,1
30 éves átlag (3)	3,6	54,0	22,8	39,7	77,6	86,1	283,8
Hőmérséklet (°C) (5)	10,7	15,8	18,7	20,3	19,8	15,8	16,82
30 éves átlag (3)	12,6	18,4	22,2	23,3	22,3	14,0	18,80
2007. év (4)							

Table 1. Major agrometeorological parameters (Debrecen, 2007). (1) Meteorological parameters, (2) Rainfall (mm), (3) 30-year average, (4) (2007), (5) Temperature (°C), (6) April, (7) May, (8) June, (9) July, (10) August, (11) September, (12) Total rainfall (mm), (13) Average temperature (°C).

A vízellátottság kukorica terméseredményére gyakorolt hatását a vetésváltás jelentős mértékben befolyásolta. A termésre a tápanyagellátás és a tőszám is hatással volt. A 25 éves monokultúrás termesztés esetén (2. táblázat) öntözés nélkül (\ddot{O}_1) a kukorica maximális termése 3874–5681 kg ha⁻¹ között változott trágyaadagtól és tőszámtól függően. A kedvező előveteményű bi- (3. táblázat) és trikkultúra (4. táblázat) vetésváltásban a csernozjom talaj vízkészlete 2006-ban kevésbé csökkent le, így az öntözés nélküli (\ddot{O}_1) kezelésben a monokultúra kezeléseivel összehasonlítva nagyobb termést kaptunk (bikkultúrában 7156–7929 kg ha⁻¹, trikkultúrában 7214–8192 kg ha⁻¹ maximális termés trágyaadagtól és tőszámtól függően). Az aszályos 2007. évben az öntözés termésmenővelő kedvező hatása volt, különösen a monokultúrában. Az öntözés termésmenővelő hatása jelentős volt mind a féladagú (\ddot{O}_2), mind a teljesadagú (\ddot{O}_3) kezeléseknél. Az \ddot{O}_2 és \ddot{O}_3 kezelések között az öntözés termésmenővelő hatása mérsékelt volt. A tőszám és a műtrágya kezeléseknél átlagában (1. ábra) az öntözés termésmenővelő hatása az aszályos 2007-ben monokultúrában 3137 kg ha⁻¹ (\ddot{O}_2) és 3965 kg ha⁻¹ (\ddot{O}_3), bikkultúrában 1665 kg ha⁻¹ (\ddot{O}_2) és 2343 kg ha⁻¹ (\ddot{O}_3), trikkultúrában 1850 kg ha⁻¹ (\ddot{O}_2) és 2566 kg ha⁻¹ (\ddot{O}_3) volt. A víz- és tápanyagellátás kölcsönhatása mindhárom vetésváltási változatban érvényesült. Különösen jelentős volt ez az interaktív hatás a monokultúrában. Öntözés nélkül (\ddot{O}_1), az elégtelen vízellátás negatív hatását növelte a növekvő trágyaadag és a nagyobb tőszám. Monokultúrában (2. táblázat) 40 ezer ha⁻¹ tőszámnál a maximális termés 5681 kg ha⁻¹ ($N_{180}+PK$), 60 ezer ha⁻¹-nél 4316 kg ha⁻¹ ($N_{120}+PK$), 80 ezer ha⁻¹-nél 3874 kg ha⁻¹ ($N_{60}+PK$) volt. A rendkívül aszályos 2007-ben monokultúrában nagy állománysűrűség (80 ezer ha⁻¹) és nagy műtrágya adag ($N_{240}+PK$) jelentős terméscsökkenést okozott. Az öntözetlen parcellákon (\ddot{O}_1) a termés (2102 kg ha⁻¹) kevesebb volt, mint a kontroll kezelésében (2573 kg ha⁻¹).

2. táblázat. *Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica termésére (kg ha⁻¹) monokultúrában (Debrecen, 2007)*

Vízellátás (1)	Műtrágyázás jele (2)	Monokultúra (3)		
		40 ezer ha ⁻¹ (4)	60 ezer ha ⁻¹ (5)	80 ezer ha ⁻¹ (6)
Ö ₁ (7)	1	3679	2685	2573
	2	4384	3465	3874
	3	4854	4316	3227
	4	5681	2691	2609
	5	3717	2487	2102
Ö ₂ (8)	1	5495	5015	4836
	2	7265	6482	6021
	3	7612	7021	6696
	4	8003	7456	7154
	5	7115	6831	6404
Ö ₃ (9)	1	5570	5210	4946
	2	7895	7105	6452
	3	8780	8449	7041
	4	9240	8586	7690
	5	10 242	8007	6615
SzD _{5%} (10)		582		

Table 2. Effects of agronomic factors on the yield (kg ha⁻¹) in a monoculture (Debrecen, 2007). (1) Water supply, (2) Fertilizer treatment, (3) Monoculture, (4) 40 thousand ha⁻¹, (5) 60 thousand ha⁻¹, (6) 80 thousand ha⁻¹, (7) Ö₁ = Non-irrigated, (8) Ö₂ = Half-rate irrigation, (9) Ö₃ = Full-rate irrigation, (10) LSD_{5%}.3. táblázat. *Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica termésére (kg ha⁻¹) bikultúrában (Debrecen, 2007)*

Vízellátás (1)	Műtrágyázás jele (2)	Bikultúra (3)		
		40 ezer ha ⁻¹ (4)	60 ezer ha ⁻¹ (5)	80 ezer ha ⁻¹ (6)
Ö ₁ (7)	1	6742	6258	6032
	2	7464	7012	6941
	3	7929	7706	7156
	4	7519	7096	6916
	5	7621	6829	6742
Ö ₂ (8)	1	7956	8005	7673
	2	8868	8501	8249
	3	9446	9871	9073
	4	9250	9240	8362
	5	9192	9032	8210
Ö ₃ (9)	1	8202	8413	8175
	2	9372	9735	9540
	3	10 523	10 970	10 205
	4	9556	9965	9152
	5	9319	9189	8790
SzD _{5%} (10)		540		

Table 3. Effects of agronomic factors on the yield (kg ha⁻¹) in a biculture (Debrecen, 2007). (1) Water supply, (2) Fertilizer treatment, (3) Biculture, (4) 40 thousand ha⁻¹, (5) 60 thousand ha⁻¹, (6) 80 thousand ha⁻¹, (7) Ö₁ = Non-irrigated, (8) Ö₂ = Half-rate irrigation, (9) Ö₃ = Full-rate irrigation (10) LSD_{5%}.

4. táblázat. *Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica termésére (kg ha⁻¹) trikultúrában (Debrecen, 2007)*

Vizellátás (1)	Műtrágyázás jele (2)	Trikultúra (3)		
		40 ezer ha ⁻¹ (4)	60 ezer ha ⁻¹ (5)	80 ezer ha ⁻¹ (6)
Ö ₁ (7)	1	7938	6716	6526
	2	8192	7998	7214
	3	7797	7062	6615
	4	7630	6802	6727
	5	7096	6630	6092
Ö ₂ (8)	1	7858	7962	7365
	2	9273	9452	10 677
	3	8921	9096	10 156
	4	9020	9020	9479
	5	8776	8902	8832
Ö ₃ (9)	1	7964	8152	8069
	2	9929	10 358	10 548
	3	10 135	10 679	11 080
	4	9445	9880	10 168
	5	9356	9918	9850
SzD _{5%} (10)		647		

Table 4. Effects of agrotechnical elements on the yields (kg ha⁻¹) in triculture (Debrecen, 2007). (1) Water supply, (2) Fertilizer treatments, (3) Triculture, (4) 40 thousand ha⁻¹, (5) 60 thousand ha⁻¹, (6) 80 thousand ha⁻¹, (7) Ö₁ = Non-irrigated, (8) Ö₂ = Half-water irrigation, (9) Ö₃ = Full-water irrigation (10) LSD_{5%}.

1. ábra. *Az öntözés hatása a kukorica termésére (trágyakezelések, tőszámok átlagában) (Debrecen, 2007)*

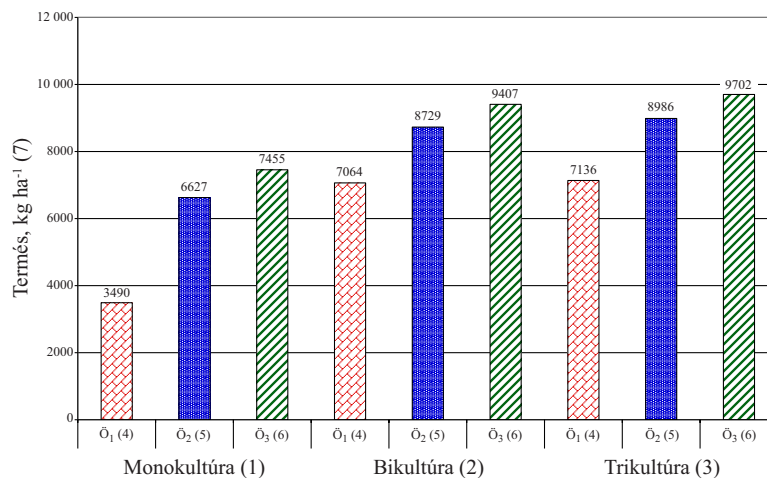


Figure 1. Effect of irrigation on the yield of maize (averaged over fertilizer and plant density treatments) (Debrecen, 2007). (1) Monoculture, (2) Biculture, (3) Triculture, (4) Ö₁ = Non-irrigated, (5) Ö₂ = Half-rate irrigation, (6) Ö₃ = Full-rate irrigation, (7) Yield (kg ha⁻¹).

Monokultúrában öntözés esetén az optimális műtrágya adag \ddot{O}_2 -ben $N_{180}+PK$ (7154–8003 kg ha⁻¹), \ddot{O}_3 -ban $N_{180-240}+PK$ (7690–10242 kg ha⁻¹) volt, optimális tőszámnak pedig a 40 ezer ha⁻¹ bizonyult mind az \ddot{O}_2 , mind az \ddot{O}_3 kezeléseiben.

Bikultúrában a különböző vízellátottsági kezeléseiben (\ddot{O}_1 , \ddot{O}_2 , \ddot{O}_3) optimális műtrágya adagnak az $N_{120}+PK$ kezelés bizonyult (\ddot{O}_1 -ben 7156–7929 kg ha⁻¹, \ddot{O}_2 -ben 9073–9446 kg ha⁻¹, \ddot{O}_3 -ban 10205–10970 kg ha⁻¹ maximális termés). Nem öntözve (\ddot{O}_1) az optimális tőszám 40 ezer ha⁻¹ volt, míg az öntözött kezeléseiben (\ddot{O}_2 és \ddot{O}_3) az optimum 60 ezer ha⁻¹-ra növekedett.

Trikultúra vetésváltásban a nem öntözött kezelésben (\ddot{O}_1) az $N_{60}+PK$ kezelés volt az optimális (a vetésváltásban szereplő borsó kedvező hatása), a termésmaximumok 7214–8192 kg ha⁻¹ intervallumban változtak. A féléladagú öntözés esetén (\ddot{O}_2) a trágyaoptimum $N_{60}+PK$ maradt, míg a nagyobb termések realizálásához szükséges nagyobb trágyaigény érvényesült a teljes adagú öntözés (\ddot{O}_3) esetén (az optimális műtrágya kezelés $N_{120}+PK$ volt, a termésmaximum 10135–11080 kg ha⁻¹ között változott). Trikultúrában öntözés nélküli (\ddot{O}_1) kezelésben az optimális tőszám 40 ezer ha⁻¹, míg öntözve a műtrágya-kezelések átlagában (\ddot{O}_2 és \ddot{O}_3 -ban egyaránt) 80 ezer ha⁻¹ volt.

Következtetések

Rendkívül meleg, száraz, aszályos évjáratban (2007. év) a vízellátás meghatározó hatású volt a kukorica termésére. A vízellátás, öntözés kukorica termésére gyakorolt hatását a vetésváltás jelentős mértékben befolyásolta, míg a tápanyagellátás és a tőszám csak módosította. Csernozjom talajon végzett tartamkísérleti eredményeink szerint öntözés nélkül (\ddot{O}_1) a tőszámok átlagában a kukorica termésmaximuma monokultúrában 4132 kg ha⁻¹, bikultúrában 7597 kg ha⁻¹, trikultúrában 7801 kg ha⁻¹ volt. Monokultúrában öntözés nélkül a trágyaadag és a tőszám növelése jelentős termésdepressziót okozott. Nagy műtrágya adagnál ($N_{240}+PK$) és tőszámnál (80 ezer ha⁻¹) a nem öntözött kezelésben (\ddot{O}_1) a kukorica termése (2102 kg ha⁻¹) a kontroll kezelésben kapott termésmennyiség alá csökkent (2573 kg ha⁻¹), ami felhívja a figyelmet az ökológiai és agrotechnikai tényezők összhangjának a fontosságára. Az aszályos évben az öntözés termésnövelő hatása jelentős volt monokultúrában (\ddot{O}_2 -ben 3137 kg ha⁻¹, \ddot{O}_3 -ban 3965 kg ha⁻¹ a műtrágya adagok és tőszámok átlagában), míg bikultúrában (\ddot{O}_2 -ben 1665 kg ha⁻¹, \ddot{O}_3 -ban 2343 kg ha⁻¹) és trikultúrában (\ddot{O}_2 -ben 1850 kg ha⁻¹, \ddot{O}_3 -ban 2566 kg ha⁻¹) az öntözés termésnövelő hatása ettől mérsékeltebb volt. Az optimális műtrágya adagot a vízellátás és vetésváltás egyaránt meghatározta. Monokultúrában nem öntözött kezelésben (\ddot{O}_1) az $N_{60-180}+PK$, öntözve (\ddot{O}_2 és \ddot{O}_3) az $N_{180-240}+PK$, bikultúrában \ddot{O}_1 -ben, \ddot{O}_2 -ben, \ddot{O}_3 -ban egyaránt az $N_{120}+PK$, trikultúrában az \ddot{O}_1 -ben és \ddot{O}_2 -ben az $N_{60}+PK$, az \ddot{O}_3 -ban az $N_{120}+PK$ kezelés bizonyult optimálisnak. Az optimális tőszám monokultúrában száraz (\ddot{O}_1) és öntözött (\ddot{O}_2 , \ddot{O}_3) kezeléseiben 40 ezer ha⁻¹, bikultúrában nem öntözve (\ddot{O}_1) 40 ezer ha⁻¹, öntözve (\ddot{O}_2 és \ddot{O}_3) 60 ezer ha⁻¹, trikultúrában nem öntözve (\ddot{O}_1) 40 ezer ha⁻¹, öntözve (\ddot{O}_2 és \ddot{O}_3) 80 ezer ha⁻¹ volt. A tartamkísérleti eredményeink tehát azt bizonyították, hogy megfelelő vízellátás, öntözés esetén nagyobb műtrágya adagok és tőszámok alkalmazása indokolt. Tehát szoros interaktív hatást lehetett megállapítani az évjárat és vízellátás (öntözés), valamint az agrotechnikai tényezők (vetésváltás, trágyázás, tőszám) között. Az agrotechnikai tényezők optimalizálásával csernozjom talajon az évjáratától függetlenül 10–11 t ha⁻¹ termés biztonságosan realizálható.

Köszönetnyilvánítás

A kutatások részben az OMFB 00896/2005. projekt támogatásával kerültek megvalósításra.

IRODALOM

- Berényi, S.–Vad, A.–Pepó, P.*: 2007. Effects of fertilization and cropyears on maize (*Zea mays* L.) yields in different crop rotations. *Cereal Research Communications*. 35. 2: 241–244.
- Berzsenyi Z.*: 1993. Növényanalízis a kukoricatermesztési kutatásokban. Akadémiai doktori értekezés tézisei, Martonvásár.
- Berzsenyi Z.–Lap D. Q.*: 2006. A növényszám hatásának vizsgálata különböző tenyészidejű kukorica (*Zea mays* L.) hibridek vegetatív és reprodukzív szerveinek növekedésére Richards-függvényvel. *Növénytermelés*. 55. 3–4: 17–23.
- Bocz E.–Nagy J.*: 1981. A kukorica víz- és tápanyagellátásának optimalizálása és hatása a termés tömegére. *Növénytermelés*. 30. 6: 539–547.
- Györfly B.*: 1976. A kukorica termésére ható növénytermesztési tényezők értékelése. *Agrártudományi Közlemények*. 35. 239–266.
- Huzsvai, L.–Nagy, J.*: 2005. Effect of weather on maize yields and the efficiency of fertilization. *Acta Agronomica Hungarica*. 53. 1: 31–39.
- Izsáki, Z.*: 2007. N and P impact on the yield of maize in a long-term trial. *Cereal Research Communications*. 35. 4: 1701–1711.
- Kovačević, V.–Rastija, M.–Rastija, D.–Josipović, M.–Šeput, M.*: 2006. Response of Maize to Fertilization with KCl on Gleysol of Sava Valley Area. *Cereal Research Communications*. 34. 2–3: 1129.
- Liang, B.C.–MacKenzie, A. F.*: 1994. Corn yield, nitrogen uptake and nitrogen use efficiency as influenced by nitrogen fertilization. *Canadian Journal of Soil Science*. 74. 2: 235–240.
- Nagy J.*: 1988. A műtrágyázás és az öntözés hatása a kukoricahibridek termésére. I., II. *Növénytermelés*. 37. 4–5: 327–336., 461–468.
- Nagy, J.*: 1996. The effects of tillage, fertilization, plant density and irrigation on maize (*Zea mays* L.) yields. *Acta Agronomica Hungarica*. 44. 4: 347–354.
- Németh, T.*: 2006. Nitrogen in the soil-plant system, nitrogen balances. *Cereal Research Communications*. 34. 1: 61–65.
- Pepó P.–Turcsán J.*: 1998. Környezetbarát nitrogéntrágyázás vizsgálata öntözéses kukoricatermesztésben. Öntözéses gazdálkodás. 19–28.
- Pepó P.*: 2001. A genotípus és a vetésváltás szerepe a kukorica tápanyagellátásában csernozjom talajon. *Növénytermelés*. 50. 2–3: 189–202.
- Pepó P.–Vad A.–Berényi S.*: 2005. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica termésére monokultúrás termesztésben. *Növénytermelés*. 54. 4: 317–326.
- Pepó, P.–Vad, A.–Berényi, S.*: 2006. Effect of some agrotechnical elements on the yield of maize on chernozem soil. *Cereal Research Communications*. 34. 1: 621–624.
- Pepó, P.–Zsombik, L.–Vad, A.–Berényi, S.–Dóka, L.*: 2007. Agroecological and management factors with impact on the yield and yield stability of maize (*Zea mays* L.) in different crop rotation. *Analele Universitatii Oradea, Facultatea de Protectia Mediului*. 13: 181–187.
- Ruzsányi L.*: 1990. A növények elővetemény-hatásának értékelése vízháztartási szempontból. *Növénytermelés*. 40. 1: 71–77.
- Ruzsányi L.*: 1992. A főbb növénytermesztési tényezők és a vízellátás kölcsönhatásai. Akadémiai doktori értekezés tézisei, Debrecen.
- Sárvári M.–Futó Z.–Zsoldos M.*: 2002. A vetésidő és a tőszám hatása a kukorica termésére 2001-ben. *Növénytermelés*. 51. 3: 291–307.
- Sárvári M.–Győri Z.*: 1982. A monokultúrában és vetésváltásban termesztett kukorica. *Növénytermelés*. 31: 177–185.
- Sárvári M.–Szabó P.*: 1998. A termesztési tényezők hatása a kukorica termésére. *Növénytermelés*. 47. 2: 213–221.
- Sárvári M.*: 1995. A kukorica hibridek termőképessége és trágyareakciója réti talajon. *Növénytermelés*. 44. 2: 179–191.
- Széll E.–Csala G.*: 1984. Az aszály hatása a kukoricára. *Magyar Mezőgazdaság*. 38: 9.
- Várallyay Gy.*: 2007. Láng István, Csete László és Jolánka Márton (szerk.): A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok (A VAHAVA Jelentés). *Agrokémia és Talajtan*. 56. 1: 199–202.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Dr. Pepó Péter–Dóka Lajos–Vad Attila
Debreceni Egyetem AMTC MTK Növénytudományi Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032

Berényi Sándor
Debreceni Egyetem AMTC MTK Agrokémiai és Talajtani Tanszék
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032

Magtermő vöröshagyma állományok megporzó rovarnépeiségeinek szerkezete a Makó környéki termőtájon

¹TANÁCS LAJOS–²BENEDEK PÁL–¹BODNÁR KÁROLY

¹MOLNÁR IMRE–¹MONOSTORI TAMÁS

¹SZTE Mezőgazdasági Kar, Hódmezővásárhely

²Nyugat-magyarországi Egyetem, Mezőgazdasági- és Élelmiszertudományi Kar, Mosonmagyaróvár

Összefoglalás

Három éven keresztül rendszeres felméréseket végeztünk virágzó, magtermő vöröshagyma táblákat megporzó rovarnépeiségek megállapítása céljából, a Szegedi Gabonakutató Kht. Makói Hagymakutató Kísérleti Telepének parcelláin, Makó és Kiszombor határában. A három éves munkánk során 2263 vadméh, 24 fullánk és 152 Diptera példányt gyűjtöttünk be és értékeltünk, különböző szempontok szerint. A rovar anyag feldolgozása során 56 méhalkatú, 11 egyéb fullánk és 21 légyfajt sikerült kimutatnunk. A vöröshagyma megporzását elsősorban a vadméh és a mézelő méhek végzik. Három év során domináns faj az *Andrena flavipes* Pz. (35,97%), míg szubdomináns fajoknak mutatkoztak a *Bombus terrestris* (L.) (16,66%), és a *Lasioglossum malachurum* (K.) (13,74%). Kísérő fajok voltak a *Halictus simplex* (Blüthgen), *Andrena carbonaria* (L.), *Andrena thoracica* (F.), *Lasioglossum calceatum* (Scop.), *Bombus lapidarius* (L.), *Halictus quadricinctus* (F.), *Halictus maculatus* Sm., *Andrena tibialis* (K.), *Halictus veneticus* Ebmer. A légy népeiségeken belül az *Eristalis tenax* L., *Eristalis arbustorum* L. és a *Stratiomys longicornis* Scop., valamint a *Lucilia* fajok voltak a legjelentősebb vöröshagyma viráglátogatók.

Megfigyeléseink során azt tapasztaltuk, hogy virágzó vöröshagyma táblákon a méhalkatúak azok a rovarok, amelyek a virágok megporzását ténylegesen elvégzik. Adataink különösen meggyőző bizonyítékot szolgáltatnak ahhoz a korábbi megállapításhoz, hogy a virágzó vöröshagymának nincs specializált, meghatározott rovarfajokból álló viráglátogató köre, hiszen a Makói termőtájon évszázados múltú tekint vissza a vöröshagyma termesztés, s ennyi idő bőségesen elegendő lett volna specializált megporzó rovarok megtelepedéséhez és elszaporodásához. Megállapítottuk, hogy a hagyma virágok megporzásában néhány polilektikus (széles tápnövény pollen spektrumú), közönséges vadméh faj a legjelentősebb és ezekhez helytől függő összetételben több más szinten polilektikus vadméh és egyéb rovar, leginkább légyalkatúak csatlakoztak.

Vadméh sűrűségi értékek, 2005-ben átlagban 321 pl/ha; 2006-ban 859 pl/ha; 2007-ben 1837 pl/ha. Három év átlagában 1006 pl/ha.

Világosan kitűnt, hogy a rovar sűrűséget jelentősen befolyásolta a hőmérséklet alakulása, míg a méhalkatúak diverzitására döntő hatása van a virágzó hagyma táblákat szegélyező ruderalis és közvetlen természet-közeli állapotokat megközelítő területek szomszédsága. A különböző hagymafajták viszont (*Makói bronz*, *Makói fehér*, *Makométa*, *Makolor*) nem befolyásolták a méhalkatú közösség összetételét és a sűrűségét.

A magtermést a vöröshagyma fajta döntően befolyásolja, valamint az évjárat és az egyéb ökológiai tényezők is. 2007-ben a magfogyás mértéke a Makói Bronz fajtánál 243 kg/ha volt, amely kiemelkedő.

Kulcsszavak: megporzó rovarok, vadméhek, légyalkatúak, nem méhalkatú hártyásszárnyúak, rovarmegporzás, vöröshagyma, magtermesztés.

Structure of pollinating insect assemblages in seed onion fields in the traditional onion growing area of Makó

¹L. TANÁCS–²P. BENEDEK–¹K. BODNÁR–¹I. MOLNÁR–¹T. MONOSTORI

¹ Faculty of Agriculture, University of Szeged, Hódmezővásárhely

² Faculty of Agricultural and Food Sciences, University of West Hungary, Mosonmagyaróvár

Summary

Detailed surveys were made during three consecutive years on the pollinating insect assemblages in flowering seed onion fields at the Onion Research Unit of the Cereal Research Institute, Szeged, near two settlements, Makó and Kiszombor (Hungary), in the centre of an area where onion growing has been a traditional industry for more than 150 years. The insect material collected consisted of 2263 wild bee specimens, 24 specimens of *non-Apoïd Hymenoptera* and 152 specimens of *Brachycerous Diptera*. As many as 59 *Apoïd species*, 11 other *non-Apoïd Aculeate Hymenoptera* and 21 *Brachycerous Diptera* species were registered. The honeybee, *Apis mellifera* L. was the most abundant visitor to flowering onion fields throughout the survey, but wild bees were also fairly abundant. In the wild bee assemblages *Andrena flavipes* Pz. was the dominant species (36%), and 2 other *Apoïds*, subdominant (*Bombus terrestris* (L.), *Lasioglossum malachurum* (K.) were subdominant with ratios of 14–17%; *Halictus simplex* (Blüthgen), *Andrena carbonaria* (L.), *Andrena thoracica* (F.), *Andrena labialis* (K.), *Andrena tibialis* (K.), *Andrena dorsata* (K.), *Halictus quadricinctus* (F.), *Halictus maculatus* Sm., *Halictus veneticus* Ebmer, *Lasioglossum calceatum* (Scop.), *Anthophora pubescens* F., *Bombus lapidarius* (L.), and *Bombus heliferanus* Seidl were additional species, with ratios of 1–4 %. Among the *Brachycerous Diptera*, *Eristalis tenax* L., *Eristalis arbustorum* L., *Stratiomys longicornis* Scop. and some *Lucilia* species were the most frequent visitors to onion inflorescences.

In spite of the range of insect species recorded, *Apoïd Hymenoptera*, wild bees and the honeybee, were clearly the most important pollinating agents in flowering seed onion fields, while the other insects registered played a minor role in onion pollination in this traditional onion-growing region. Of the wild bees some widely polylectic species were the most important flower visitors and a number of other wild bees with a wide range of pollen acceptance joined them on flowering seed onion crops in much smaller numbers. Some large-bodied *Brachycerous Diptera* were additional pollinating agents. The long tradition of onion growing in the study area would have provided ample opportunity for specialized onion-pollinating wild bees to settle and multiply but no specialized wild bees were detected. Thus corroborating earlier findings that no specialized flower-visiting communities exist on onion fields in Hungary (and probably all over Europe) where onion (*Allium cepa*) is a native plant.

The wild bee density was 321/ha in 2005, 859/ha in 2006, 1837/ha in 2007 (averaging 1006/ha over the three year period).

The wild bee density was definitely influenced by the air temperature and also by the existence or absence of uncultivated or relatively undisturbed areas in the vicinity of the seed onion fields inspected. The onion cultivars, on the other hand (*Makói bronz*, *Makói fehér*, *Makométa*, *Makolor*) had little influence on the species structure or density of the pollinating wild bee assemblages. Seed set was definitely influenced by bee pollination activity, but was clearly dependent on the seed-setting capacity of the cultivars and the effect of the prevailing weather, particularly during the flowering period of onion crops. In 2007, a very good seed yield was obtained for cultivar *Makói bronz* (243 kg/ha), as a consequence of very intense wild bee activity and the favourable weather during onion flowering.

Key words: pollinating insects, wild bees, flies, non-*Apis* Hymenoptera, insect pollination, onion, seed growing

Bevezetés

Évtizedekkel korábban már sok kutató vizsgálta a virágzó vöröshagyma táblákat látogató és megporzó rovarnépeségek sűrűségét és összetételét. A korábbi eredmények

arra utaltak (Benedek et al. 1975), hogy a viráglátogató rovarnépességek összetétele változó. Bohart et al. (1970) vizsgálatai nyomán a rovarok közül a méhszerűek és a darazsak a leghatásosabb megporzók. Korábbi megfigyelések és vizsgálatok azt bizonyítják, hogy Európa és Észak-Amerika különböző régióiban és területein a virágzó vöröshagyma táblákon több rovarcsoport fajai, így a vadméhek, mézelő méhek, darazsak, legyek, bogarak, illetve tripszek rendszeresen előfordultak (Agati 1952, Kordakova 1956, Lederhouse et al. 1968, Bohart et al. 1970, Benedek és Gaál 1972, Benedek 1974, Benedek et al. 1975, Benedek 1975). E munkákban a szerzők legtöbbször a viráglátogató és megporzó rovarok fajlistájára szorítkozik. Egyes vöröshagyma megporzók faji különbözőségének és mennyiségi viszonyainak a közlésére Benedek (1974), valamint munkatársai (Benedek et al. 1975) és az elmúlt években Tanács és Benedek (2007) vállalkoztak. Benedek egyik munkájában (1975) már a faji különbözőség, a viráglátogatók összetételének és sűrűségi adatrendszerének a közlése mellett, részletesen leírta a viráglátogató rovarok táplálkozási viszonyait. Analizálta a vöröshagyma táblákon előfordult, hátrésszárnú rovarok által gyűjtött pollen rakományok virágpor összetételét.

Az elmúlt három évben, 2005–2006–2007-ben, 30 év után ismét vizsgálatokat végeztünk az OTKA KO-1083 (2004–2007) nyert pályázat keretében, a GK Kht. Szeged, Makói Hagymakutató Kísérleti Telep, Makó és Kiszombor térségében magfogásra beállított virágzó vöröshagyma táblák megporzó rovarnépességek összetételének és sűrűségi viszonyainak a megállapítása céljából.

Anyag és módszer

A felvételezéseket a GK Kht. Szeged Makói Hagymakutató Állomás kísérleti területén végeztük, Makó és Kiszombor határában. Virágzó hagymafajták voltak 2005-ben *Makói Bronz*, *Makói Fehér*, *Makolor*, *Makométa*, míg 2006-ban *Makométa*, *Makolor*, *Makói Bronz* és 2007-ben a *Makói Bronz*. A virágzó, magfogásra beállított különböző hagymafajták táblái minimum 1–5 km távolságra helyezkedtek el egymástól, Makó és Kiszombor határában. A táblák nagysága 2005-ben, 2006-ban 1–5 ha között váltakozott. 2007-ben a virágzó Makói Bronz vöröshagyma tábla területe Kiszombor határában 10,8 ha volt.

A talajtípus mezőségi öntés talaj kategóriába sorolható, amely jó kultúrállapotú, gyommentes volt. Elővetemény minden alkalommal a búza volt. A táblaszegélyek mentén 1–2 méteres ruderális sáv húzódtott. A 2005-ben, 2006-ban a kiszombori vizsgálati parcellákat öntöző csatornák mellé telepítették, ahol a viszonylagosan 10-15 méter széles természetközeli területek húzódtak a hagymatáblák mellett. 2007-ben a felvételezési és gyűjtési hely Kiszombor térségében, közvetlen a román határ mentén, természetközeli területek közelében húzódtott. Ezek az ökológiai tényezők növelték a virágzó vöröshagyma táblán előforduló vadméh fajok diverzitását. A gyűjtések helyei és időpontjai: Makó, 2005. VII. 5., 6., 7., 8., 18.; Kiszombor, 2005. VII. 5., 6., 7., 8., 18.; Makó, 2006. VI. 27., 28., VII. 5. 6., 8.; Kiszombor, 2006. VII. 7., 8., 17, 18.; Kiszombor, 2007. VI. 19., 23., 24., VII. 1., 3.

Egy-egy sor virágboritottsága kb. 50 cm szélességnek felelt meg. A sorok mentén lassan (100 m/5 perc sebességgel) haladva, lepkehálóval történt a rovarok befogása. Ezt a műveletet 10×50 m²-en ismételtük meg. Így, egy felvételezés alkalmával 500 m²-en történt a viráglátogató, illetve megporzó rovarok begyűjtése. 2005-ben, 2006-ban egy-egy vizsgálati napon 3 különböző virágzó vöröshagyma tábla felvételezése történt meg Makó és Kiszombor határában 9 és 14 óra között. Az utolsó, 2007-es évben az önálló Makói Hagyma Kutató Állomás felszámolása miatt, már csak Kiszombor határ menti térségében egy 10,8 ha-os táblán végeztünk vizsgálatokat. E táblát vetőmag előállítás céljából hagyták meg. A táblát három részre tagoltuk és a felvételezési terület, különböző részen átlós irányban haladva naponta 9 és 14 óra között 3 alkalommal történtek felvételezések a megporzó rovarok diverzitásának és denzitásának a megállapítása céljából.

A gyűjtött rovarok még aznap preparálásra, majd később identifikálásra kerültek. A 2005, 2006 és 2007-ben elvégzett felvételezések és gyűjtések során, a vöröshagyma virágzatokon összesen 2263 *Apoidea-t*, 24 egyéb *Aculeata* példányt, valamint 152 légy

egyedet sikerült begyűjtenünk. A mézelő méhek begyűjtésére nem került sor. A vöröshagyma virágján begyűjtött példányok nyomán, rovar közösségben a fajok aránya, pontosabban %-os aránya képezte éves, illetve 3 évi viszonylatban a dominancia értékelés alapját.

Az éves sűrűség értékelés alapját alkotta a naponta $10 \times 50 \text{ m}^2$, azaz 500 m^2 -es területű sávban berepült, majd begyűjtött rovarok száma. Így módon, a gyűjtéseket naponta háromszor megismételtük. Egy-egy évben 5 napon át, végeztünk gyűjtéseket, illetve felvételezéseket. Így, az egy évben, a 15 felvételezés során gyűjtött rovarszámot matematikailag átlagoltuk, majd arányszorzó alkalmazásával $10\,000 \text{ m}^2$ -re vonatkoztattuk és állapítottuk meg pl/ha dimenzióban, az éves, illetve a három évi vadméh sűrűség adatokat.

Eredmények és értékelés

A hagyma virágját látogató rovar közösségek faji összetétele:

Az elmúlt három évben, 2005-ben, 2006-ban, 2007-ben 15 vizsgálati nap során 45 felvételezést végeztünk Makó és Kiszombor környéki virágzó hagyma táblákon. A vizsgálatok eredményeként 56 méhalkatú, 11 egyéb fullánkös és 21 légyfajt határoztunk meg.

A vizsgálataink során a hagyma viráglátogató rovarok tekintetében a vadméhek (2263 példány) képeztek olyan mennyiséget, amely lehetővé tette objektív módon, a méhalkatú közösség szerkezeti és sűrűségi értékelését (1. táblázat). A három éves vizsgálatok során, a vöröshagymán a mézelő méh fajjal együtt 56 méhalkatú, 11 egyéb *Hymenoptera* (2. táblázat) és 21 *Diptera* fajt (3. táblázat) mutattunk ki.

1. táblázat. A 2005–2007. években magtermő vöröshagyma táblákon begyűjtött viráglátogató méhalkatúak besorolása rajzási csoportok és klíma-tűrőképesség szerint

Fajok (1)	Rajzási csoportok (2)	Klíma-tűrőképesség (3)	2005. példányszám (4)	2006. példányszám (5)	2007. példányszám (6)	Összes példány (7)	%-os megoszlás (8)
<i>Hylaeus gibba</i> Saund	h.f.	e.e.	1	-	-	1	0,04
<i>Melitta leporina</i> (Pz.)	r.r.	e.e.	2	1	1	4	0,18
<i>Andrena carbonaria</i> (L.)	h.b.	h.i.	4	12	85	101	4,46
<i>Andrena cordialis</i> Mor.	h.b.	e.e.	-	4	3	7	0,31
<i>Andrena dorsata</i> (K.)	h.b.	e.e.	1	5	2	8	0,35
<i>Andrena falsifica</i> Perk.	k.r.	e.h.	-	-	1	1	0,04
<i>Andrena flavipes</i> Pz.	h.b.	e.e.	73	64	677	814	35,98
<i>Andrena helvola</i> (L.)	k.r.	h.i.	-	-	1	1	0,04
<i>Andrena impunctata</i> Per.	h.b.	e.h.	1	1	4	6	0,27
<i>Andrena labialis</i> (K.)	h.b.	h.i.	2	11	45	58	2,56
<i>Andrena lepida</i> Schenck	h.b.	e.e.	1	-	-	1	0,04
<i>Andrena minutuloides</i> Perez	h.b.	e.e.	4	-	-	4	0,18
<i>Andrena morio</i> Brullé	h.b.	e.e.	1	-	-	1	0,04
<i>Andrena ovatula</i> (K.)	h.b.	h.i.	2	-	-	2	0,09
<i>Andrena thoracica</i> (F.)	h.b.	e.e.	-	13	59	72	3,18

(A táblázat folytatása a következő oldalon)

(Folytatás)

Fajok (1)	Rajzási csoportok (2)	Klíma-tűrő-képesség (3)	2005. példányszám (4)	2006. példányszám (5)	2007. példányszám (6)	Összes példány (7)	%-os megoszlás (8)
<i>Andrena tibialis</i> (K.)	h.b.	e.h.	-	7	11	18	0,80
<i>Andrena variabilis</i> Sm.	h.b.	e.e.	-	1	1	2	0,09
<i>Normada fucata</i> Pz.	h.b.	e.e.	3	-	5	8	0,35
<i>Halicetus aegyptiacus</i> F.	h.b.	e.e.	-	2	-	2	0,09
<i>Halicetus crassepunctatum</i> (Blüthg.)	h.b.	h.i.	-	-	3	3	0,13
<i>Halicetus eurygnathus</i> Blüth.	h.b.	e.e.	-	-	5	5	0,22
<i>Halicetus leucozonium</i> (Schrk.)	h.b.	h.i.	3	-	-	3	0,13
<i>Halicetus maculatus</i> Sm.	h.b.	e.e.	17	-	13	30	1,33
<i>Halicetus patellatus</i> Mor.	h.b.	e.e.	3	-	-	3	0,13
<i>Halicetus quadricinctus</i> (F.)	h.b.	h.i.	-	31	5	36	1,59
<i>Halicetus rubicundus</i> (Christ.)	h.b.	h.i.	1	1	-	2	0,09
<i>Halicetus simplex</i> (Blüthg.)	h.b.	e.e.	80	69	28	177	7,82
<i>Halicetus subauratus</i> (Rossi)	h.b.	e.e.	1	1	9	11	0,49
<i>Halicetus tumulorum</i> (L.)	h.b.	h.i.	2	-	-	2	0,09
<i>Halicetus veneticus</i> (Ebmer)	h.b.	e.e.	1	3	8	12	0,53
<i>Lasioglossum calceatum</i> (Scop.)	h.b.	h.i.	5	33	30	68	3,01
<i>Lasioglossum discum</i> (Smith)	h.b.	e.e.	-	-	1	1	0,04
<i>Lasioglossum laticeps</i> (Schrk.)	h.b.	h.i.	-	-	2	2	0,09
<i>Lasioglossum malachurum</i> (K.)	h.b.	e.e.	13	112	186	311	13,75
<i>Lasioglossum politum</i> (Schck.)	h.b.	e.e.	-	1	-	1	0,04
<i>Lasioglossum semilucens</i> Alfken	h.b.	e.h.	-	-	1	1	0,04
<i>Lasioglossum villosulum</i> (K.)	h.b.	h.i.	-	-	1	1	0,04
<i>Sphecodes ferruginatus</i> Hag.	k.r.	e.h.	3	-	-	3	0,13
<i>Sphecodes monilicornis</i> (K.)	k.r.	h.i.	2	-	2	4	0,18
<i>Rhophitoides canus</i> Ev.	r.r.	e.h.	-	3	-	3	0,13
<i>Megachile centuncularis</i> (L.)	r.r.	h.i.	-	1	-	1	0,04
<i>Megachile ericetorum</i> Lep.	k.r.	h.i.	-	-	2	2	0,09
<i>Tetralonia hungarica</i> Friese	k.r.	e.e.	-	1	-	1	0,04
<i>Eucera pollinosa</i> Smith	k.r.	s.e.	-	-	2	2	0,09
<i>Anthidium lituratum</i> Pz.	r.r.	e.e.	-	-	1	1	0,04
<i>Anthophora pubescens</i> F.	k.r.	e.e.	-	7	-	7	0,31
<i>Anthophora salviae</i> Mor.	k.r.	s.e.	-	1	-	1	0,04
<i>Ceratina cucurbitacina</i> Rossi	k.r.	e.e.	-	-	3	3	0,13
<i>Xylocopa violaceae</i> (L.)	k.r.	e.h.	-	-	2	2	0,09

(A táblázat folytatása a következő oldalon)

(Folytatás)

Fajok (1)	Rajzási csoportok (2)	Klíma-tűrőképesség (3)	2005. példányszám (4)	2006. példányszám (5)	2007. példányszám (6)	Összes példány (7)	%-os megoszlás (8)
<i>Bombus helferanus</i> Seidl	h.f.	h.i.	-	6	-	6	0,27
<i>Bombus hortorum</i> (L.)	h.f.	h.i.	-	2	1	3	0,13
<i>Bombus lapidarius</i> (L.)	h.f.	h.i.	-	10	55	65	2,87
<i>Bombus pascuorum</i> (Scop.)	h.f.	e.h.	-	1	-	1	0,04
<i>Bombus silvarum distinctus</i> (Vogt)	h.f.	h.i.	-	2	-	2	0,09
<i>Bombus terrestris</i> (L.)	h.f.	e.h.	14	238	124	376	16,63
<i>Apis mellifera</i> L.				Megszámolatlan nagyon sok dolgozó			
Mindösszesen (9)			240	644	1379	2263	100,00

Magyarázat a rajzási csoportokhoz: r. r. = rövid rajzású nyári fajok, k. r. = közepes rajzású fajok (késő tavaszi + kora nyári), h. b. = hosszú rajzású bivoltin fajok, h. f. = hosszú rajzású, folyamatosan szaporodó, euszociális fajok
Magyarázat a klíma-tűrőképességhez: s. e. = stenoocikus eremophil, e. e. = euryocikus eremophil, h. i. = hyper-euryocikus intermediár, e. h. = euryocikus hylophil, s. e. = stenoocikus hylophil

Table 1. Distribution of wild bees collected on onion inflorescences, according to their seasonal flight periods and climate tolerance gathered at in the years 2005–2007. (1) Wild bee species, (2) Type of seasonal flight period, (3) Climate tolerance, (4) No. of specimens, 2005, (5) 2006, (6) 2007, (7) Total number of specimens, (8) Percentage distribution, (9) Total number of wild bees. Flight periods: r. r. = short-flight high-summer species, h. b. = bivoltine bees with a long seasonal flight period, k. r. = bees with medium flight period (late spring + early summer), h. f. = eusocial bees with a long seasonal flight period, (9) Climate tolerance: s. e. = Stenoecious eremophilous species, e. e. = Euryecious eremophilous species, h. i. = Hyper-euryecious intermediary species, e. h. = Euryecious hylophilous species, s. e. = Stenoecious hylophilous species.

a. A hagyma táblákat látogató méhalkatúak dominancia viszonyai

2005-ben kodomináns fajoknak mutatkoztak a *Halictus simplex* (Blüthgen) és az *Andrena flavipes* Pz.

Szubdomináns fajok voltak a *Halictus maculatus* Sm., *Lasioglossum malachurum* (K.), *Bombus terrestris* (L.).

2006-ban domináns faj volt a *Bombus terrestris* (L.), míg szubdomináns fajoknak mutatkoztak a *Lasioglossum malachurum* (K.), *Halictus simplex* (Blüthgen), és az *Andrena flavipes* Pz.

2007-ben domináns faj volt az *Andrena flavipes* Pz. és szubdomináns fajoknak mutatkoztak a *Lasioglossum malachurum* (K.), és a *Bombus terrestris* (L.).

2005, 2006, 2007-ben, három év átlagában domináns faj volt az *Andrena flavipes* Pz. (35,98%).

Szubdomináns fajoknak mutatkoztak a *Bombus terrestris* (L.) (16,66%) és a *Lasioglossum malachurum* (K.) (13,74%).

Kísérő fajok voltak a *Halictus simplex* (Blüthgen), 7,82; *Andrena carbonaria* (L.), 4,46; *Andrena thoracica* (F.), 3,18; *Lasioglossum calceatum* (Scop.), 3,01; *Bombus lapidarius* (L.), 2,87; *Halictus quadricinctus* (F.), 1,59; *Halictus maculatus* Sm., 1,33; *Andrena tibialis* (K.), 0,80; *Halictus veneticus* Ebmer, 0,53%-kal.

A 3 év alatt a virágzó vöröshagyma táblákon Makó és Kiszombor határában még 43 egyéb vadméh faj került begyűjtésre (1. táblázat).

2. táblázat. A 2005–2007. években magtermő vöröshagyma táblákon begyűjtött viráglátogató nem méhalkatú hártvászárrnyú rovarok faji összetétele

Faj megnevezése (1)	2005 Makó és Kiszombor (2)	2006 Makó és Kiszombor (3)	2007 Kiszombor (4)	Összes példány (5)	%-os megoszlás (6)
Scolioidea					
<i>Scolia insubrica</i> (Scopoli)	1	-	2	3	12,50
<i>Scolia sexmaculata</i> Müller	2	-	-	2	8,33
<i>Scolia hirta</i> (Schrk.)	-	-	2	2	8,33
Vespidae					
<i>Polistes dominulus</i> (Christ, 1791)	1	-	6	7	29,16
<i>Polistes nimpha</i> (Christ, 1791)	1	-	-	1	4,17
<i>Ancistrocerus claripennis</i> Thomson	1	-	-	1	4,17
<i>Bembix rostrata</i> (Linnaeus)	1	-	-	1	4,17
<i>Tachytes panzeri</i> Dufour	1	-	-	1	4,17
Sphecidae					
<i>Philanthus triangulum</i> (F.)	-	-	4	4	16,66
<i>Bembix rostrata</i> (L.)	-	-	1	1	4,17
Pompilidae					
<i>Cryptocheilus versicolor</i> (Scop.)	-	-	1	1	4,17
Összesen (7)	8	-	16	24	100,00

Table 2. Non-Apoid Hymenoptera collected on seed onion fields in 2005–2007. (1) Species, (2) No. of specimens collected in Makó in 2005, (3) In Makó and Kiszombor in 2006, (4) In at Kiszombor in 2007, (5) Total number of specimens (6) Percentage distribution, (7) Total.

b. A virágzó hagyma táblákat látogató vadméhek sűrűségének viszonyainak alakulása három egymást követő esztendőben

Vadméh sűrűség értékek, 2005-ben átlagban 321 pl/ha; 2006-ban 859 pl/ha; 2007-ben 1837 pl/ha. Három év átlagában 1006 pl/ha volt (1. ábra). A vizsgálati évek viszonylatában a jelentős pl/ha adat különbség, az időjárási és a táblákat környező területek eltérő jellegére vezethetők vissza. 2005-ben a kis denzitás fő oka a virágzás időszakában a csapadékos időjárás. A másik ok, hogy a 2006–2007-es felvételezések során a vizsgált táblák Kiszombor térségében terültek el ruderalis és természetközeli területek közelségében. A két tényező jóval nagyobb vadméh sűrűséget eredményezett 2006-ban, de főleg 2007-ben. A 2007-es vizsgálati időszak (VI. 19-től VII. 3-ig tartott) előtt virágoztak közvetlen, a virágzó vöröshagyma táblát szegélyező ruderalis és természet-közeli területeken a bőséges pollen-, és nektárforrást nyújtó pillangós, ajakos és érdeslevelű félkultúr, illetve gyomnövények. A virágzó hagymatáblát környékező ruderalis és természet-közeli területek talajának a háborítatlansága is eredményezhette a bőséges pollen és nektárforrás mellett, a nagy vadméh sűrűséget 2007-ben. A vöröshagyma virágzása általában 12–15 napig tart. A megporzó vadméh közösség sűrűsége a felvételezéseink során, az első héten általában 20–30%-kal nagyobb volt, mint a virágzás második szakaszában. A 9 és 13 óra között tartott felvételezések során 9–11 közötti időszakban volt legnagyobb a vadméhek sűrűsége. A napi felvételezések folyamán, e napszaki periódusban mutatkozott legnagyobb a vadméh egyedek vöröshagyma viráglátogató aktivitása.

3. táblázat. A 2005–2007. években magtermő vöröshagyma táblákon begyűjtött viráglátogató legyek faji összetétele

Faj megnevezése (1)	2005 (2)	2006 (2)	2007 (2)	Összes példány (3)	%-os megoszlás (4)
1. Eristalis arbustorum L.	6	22	1	29	19,07
2. Eristalis abusiva Coll.	-	1	-	1	0,66
3. Eristalis tenax L.	-	42	5	47	30,91
4. Eristalinus aeneus Scopoli	2	9	-	11	7,24
5. Eristalinus sepulchralis L.	1	2	-	3	1,97
6. Stratiomys cenisia Meigen	1	-	-	1	0,66
7. Stratiomys longicornis Scopoli	4	8	-	12	7,90
8. Stratiomys equestris Meigen	1	1	1	3	1,97
9. Stratiomys singularior (Harris)	-	-	1	1	0,66
10. Spilomyia saltuum F.	1	-	-	1	0,66
11. Syrítta pipiens L.	-	1	-	1	0,66
12. Lucilia silvarum Meigen	2	-	-	2	1,32
13. Lucilia pilosiventris Kramer	-	1	-	1	0,66
14. Lucilia richardsi Collin	-	1	-	1	0,66
15. Lucilia illustris Meigen	-	-	6	6	3,95
16. Lucilia sericola Meigen	-	-	5	5	3,29
17. Chrysops viduatus Fabricius	-	-	7	7	4,60
18. Atylotus rusticus (Linné)	-	-	4	4	2,63
19. Heptatoma pellucens Fabricius	-	-	1	1	0,66
20. Sarcophagidae ssp.	2	-	3	5	3,29
21. Pollenia ssp.	4	3	3	10	6,58
Összesen (5)	24	91	37	152	100,00

Table 3. Diptera species collected in onion fields in 2005–2007. (1) Species, (2) No. of specimens collected in 2005, 2006, 2007, (3) Total number of specimens, (4) Percentage distribution, (5) Total.

1. ábra. A vöröshagyma táblákat látogató vadméhek sűrűségi viszonyai

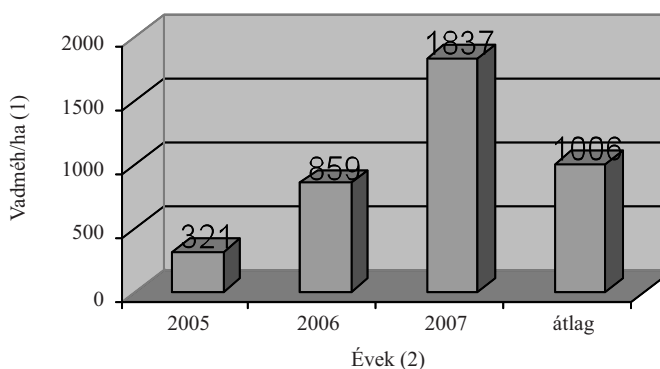


Figure 1. Density of wild bees in onion fields. (1) Wild bee density/ha, (2) Years.

c. *A legjelentősebb vöröshagyma megporzó vadméh fajok sűrűsége és a közösségen belüli %-os megoszlása a három vizsgált év átlagában (4. táblázat).*

Az adatokból kitűnik, hogy a domináns *Andrena flavipes* Pz., a vöröshagyma viráglátogató közösségnek 3 éves átlagban, több mint az egynegyedét (27%), a szubdomináns fajok a *Bombus terrestris* (L.), és a *Lasioglossum malachurum* (K.) közel a negyedét (együttesen 22,82%), míg a három faj együtt majdnem a felét (49,82%) képezték.

4. táblázat. *A vadméh közösség dominancia viszonyai virágzó vöröshagyma táblákon*

Dominancia (1)	Fajok (2)	pl/ha/év (3)	% (4)
Domináns faj (5)	<i>Andrena flavipes</i> Pz.	271,33	27,00
Szubdomináns fajok (6)	<i>Bombus terrestris</i> (L.)	125,67	12,50
	<i>Lasioglossum malachurum</i> (K.)	103,67	10,32
Kísérő fajok (7)	<i>Halictus simplex</i> (Blüthg.)	59,00	5,87
	<i>Andrena carbonaria</i> (L.)	33,67	3,35
	<i>Andrena thoracica</i> (F.)	24,00	2,39
	<i>Lasioglossum calceatum</i> (Scop.)	22,67	2,26
	<i>Bombus lapidarius</i> (L.)	21,67	2,16
	<i>Halictus quadricinctus</i> (F.)	12,00	1,19
	<i>Halictus maculatus</i> Sm.	10,00	1,00
	<i>Andrena tibialis</i> (K.)	6,00	0,60
	<i>Halictus veneticus</i> Ebner	4,00	0,40

Table 4. Dominance relations of the wild bee population. (1) Dominance, (2) Species, (3) No. of specimens/ha/year, (4) Percentage, (5) Dominant species, (6) Subdominant species, (7) Accompanying species.

d. *A vöröshagymát megporzó vadméh közösség alakulását rajzási és klíma-tűrőképesség szerint értékeltük (5., 6. táblázat).*

A rajzási csoport szerinti értékelésben (5. táblázat) három év átlagában a hosszú rajzásidejű kétnemzedékű megporzók – *Andrena flavipes* Pz., *Andrena carbonaria* (L.), *Andrena thoracica* (F.), *Andrena labialis* (K.), *Lasioglossum malachurum* (K.), *Halictus simplex* (Blüthgen) és más bányász-, és karcsúméh fajok – a viráglátogató közösségnek, több mint a háromnegyedét alkották. A folyamatosan szaporodó hosszú rajzásidejű, nagy repülési sugarú és energia forgalmú poszméh fajok (*Bombus terrestris* (L.), *Bombus lapidarius* (L.) szerepe jelentős a vöröshagyma viráglátogatásában. A klíma-tűrőképesség szerinti értékelésben (6. táblázat), a szélesebb melegkedvelő, euryók eremophil fajok (*Andrena flavipes* Pz., *Andrena thoracica* (F.), *Lasioglossum malachurum* (K.), *Halictus simplex* (Blüthgen) fajok aránya legjelentősebb a hagymavirágját látogató vadméh közösségen belül. Számottevő a közösségen belül még a *Bombus terrestris* (L.) faj nagy példányszáma következtében a szélesebb hidegkedvelő, euryók *hylophil* és a közömbös *hyper-euryók intermediär* (*Andrena carbonaria* (L.), *Halictus quadricinctus* (F.) *Bombus lapidarius* (L.) fajokból álló csoportok aránya is. A különböző virágzó vöröshagyma táblákon tevékenykedő mézelő méhek sűrűségi adatai éves, vagy felvételezési helyek szerinti értékelésben, részben környezeti, részben antropogén hatásból ki-folyólag, szignifikánsan eltértek. Ezért e faj nem került értékelésre.

5. táblázat. Vöröshagymát megporzó vadméhek megoszlása rajzási csoportok szerint, 2005–2006–2007-ben

Rajzási csoportok (1)	2005, Makó és Kiszombor (2)		2006, Makó és Kiszombor (3)		2007, Kiszombor (4)		2005–2006–2007 évek összesítésében (5)	
	pl. (6)	%	pl. (6)	%	pl. (6)	%	pl. (6)	%
Rövid rajzású nyári fajok (7)	2	0,83	5	0,78	2	0,15	9	0,40
Közepes rajzású fajok (8)	5	2,08	9	1,40	13	0,94	27	1,19
Hosszú rajzású kétnemzedékű fajok (9)	218	90,83	371	57,60	1184	85,86	1773	78,35
Hosszú rajzású folyamatosan szaporodó fajok (10)	15	6,26	259	40,22	180	13,05	454	20,06
Mindösszesen (5)	240	100,00	644	100,00	1379	100,00	2263	100,00

Table 5. Distribution of wild bees pollinating onion in 2005–2006–2007, according to seasonal flight activity. (1) Flight groups, (2) 2005, Makó and Kiszombor, (3) 2006, Makó and Kiszombor, (4) 2007, Kiszombor, (5) Total 2005–2007, (6) No., (7) Summer species with a short flight period, (8) Species with an intermediate flight period, (9) Bivoltine species with long periods (10) Eusocial species with long flight periods.

6. táblázat. Vöröshagymát megporzó vadméhek megoszlása klíma-tűrőképesség szerint, 2005–2006–2007-ben

Klímátűrő-képesség szerinti csoportok (1)	2005, Makó és Kiszombor (2)		2006, Makó és Kiszombor (3)		2007, Kiszombor (4)		2005–2006–2007 évek összesítésében (5)	
	pl. (6)	%	pl. (6)	%	pl. (6)	%	pl. (6)	%
Stenök eremophil fajok (7)	-	-	1	0,16	2	0,15	3	0,13
Euryök eremophil fajok (8)	201	83,75	284	44,10	1002	72,66	1487	65,71
Hypereuryök intermedier fajok (9)	21	8,75	109	16,93	232	16,82	362	16,00
Euryök hylophil fajok (10)	18	7,50	250	38,81	143	10,37	411	18,16
Stenök hylophil fajok (11)	-	-	-	-	-	-	-	-
Mindösszesen (5)	240	100,00	644	100,00	1379	100,00	2263	100,00

Table 6. Distribution of wild bees pollinating onion in the years 2005–2006–2007, according to their climatic demands. (1) Climate tolerance, (2) 2005, Makó and Kiszombor, (3) 2006, Makó and Kiszombor, (4) 2007, Kiszombor, (5) 2005–2007, Total, (6) Piece, (7) Stenoecious eremophilous species, (8) Euryoecious eremophilous species, (9) Hypereuryoecious intermediary species, (10) Euryoecious hylophilous species (11) Stenoecious hylophilous species.

A három év során, a vöröshagyma virágokat látogató, kevés példányszámban (24 példány) tevékenykedő egyéb *Hymenoptera* csoportoknak nincs jelentőségük a magfogásban. A légy közösségen belül az *Eristalis tenax* L., *Eristalis arbustorum* L. és a *Stratiomys longicornis* Scopoli és a *Lucilia* fajok voltak a legjelentősebbek.

e. Terméseredmények és értékelésük

A három év során, a magfogásra szánt vöröshagyma termés eredményei különböző értékeket mutattak. Ennek okai sokrétűek. Egyrészt a fajta, másrészt az ökológiai viszonyok, mint a talaj és az évjárat különbözőnek mutatkozott.

Terméseredmények, évjárat és fajta függvényében

Az adatokból kitűnik (7. táblázat), hogy mindhárom évben a Makói Bronzfajta termés eredményei voltak a legjobbak. A három év összehasonlításában, a 2007-es évben volt legnagyobb a Makói Bronz vöröshagyma-fajta terméshozama. Bizonyos mértékben pozitív összefüggés mutatkozott a virágmegporzó vadméh közösség sűrűsége és a terméshozamok nagysága között.

7. táblázat. A terméseredmények a kísérleti táblákon

Év (1)	Fajta (2)	Terület (3) (ha)	Fémzárolt mag tömege (4)	Átlag (5) (kg/ha)
2005.	Makói Bronz	5	860	172
	Makométa	1	80	80
	Makolor	1	60	60
	Makói fehér	1	70	70
2006.	Makói Bronz	4	400	100
	Makométa	1	60	60
	Makolor	1	30	30
2007.	Makói Bronz	10,8	2625	243,06

Table 7. Seed yield in the experimental fields. (1) Year, (2) Cultivar, (3) Field size, ha, (4) Total quantity of certified seed, (5) Seed yield per ha.

Természetesen a terméshozamok nagyságát befolyásolta a fajta, az évjárat, a hagyomány sűrűsége, betegség-, és télrezisztenciája, az ültetés mélysége és a tábla provizorikus és részleges tavaszi vízborítottsága, valamint a termesztési idő alatt a hőmérséklet, és elfogadható megoszlásban a fény-, és a hó összege.

Következtetések

Megfigyeléseink világosan igazolják azokat a korábbi megállapításokat (*Bohart et al.*, 1970; *Benedek et al.* 1975), hogy a virágzó vöröshagyma táblákon a méhalkatúak azok a rovarok, amelyek a virágok megporzását tényleges elvégzik. A dominancia értékek azt mutatják, hogy a magtermő vöröshagyma táblákon a vadméhek, azon belül is néhány vadméh faj, az *Andrena flavipes* Pz., *Bombus terrestris* (L.), *Lasioglossum malachurus* (K.) *Halictus simplex* (Blüthgen), *Andrena carbonaria* (L.), *Andrena thoracica* (F.) viráglátogató és megporzó szerepe meghatározó fontosságú. E fajok már korábban is, az ország más tájegységeiben a virágzó vöröshagyma táblák konstans-domináns elemeinek mutatkoztak. Adataink különösen meggyőző bizonyítékot szolgáltatnak ahhoz a 30 évvel korábbi megállapításunkhoz, hogy a virágzó vöröshagymának nincs specializált, meghatározott rovarfajokból álló viráglátogató köre, hiszen a Makói termőtájon évszázados múltra tekint vissza a vöröshagyma termesztés, s ennyi idő bőségesen elegendő

lett volna specializált megporzó rovarok megtelepedéséhez és elszaporodásához. Megállapítottuk, hogy a hagymavirágok megporzásában néhány széles tápnövény körüli, közönséges vadméh faj a legjelentősebb és ezekhez helytől függően számos, polilektikus vadméh és más rovar, leginkább légyalkatúak csatlakoznak. A sűrűség értékelésből látható, hogy az *Andrena flavipes* Pz., *Bombus terrestris* (L.), és a *Lasioglossum malachurum* (K.) fajoknak volt éves átlagban legnagyobb a hektáronkénti sűrűsége. A virágok megporzásában néhány széles pollen preferenciájú, azaz polilektikus faj számottevő. Természetesen e rovarnépesítések munkáját egészíti ki a légy közösség és más fullánkfos fajoknak a viráglátogató tevékenysége. A megporzó rovarok sűrűségét döntően befolyásolja a hőmérséklet, míg a méhalkatúak diverzitására jelentős hatással van a virágzó hagymatáblákat szegélyező ruderalis és közvetlen természet-közeli állapotokat megközelítő területek szomszédsága. E tényezők eredményezték kötött talajon, a magkötését elősegítő vadméhek nagy sűrűségét 2007-ben. A különböző hagymafajták, így a *Makói Bronz*, *Makói Fehér*, *Makométa* és a *Makolor* nem befolyásolták a méhalkatú közösség összetételét és a sűrűségét. A magfogás mennyisége viszont részben fajtafüggő tényező. Az évjáratokban mért maghozam és a megporzó közösség sűrűsége között pozitív összefüggés érzékelhető. Természetesen a magfogás mértékét, a fajta jelleg mellett az ökológiai tényezők is, mint talaj-, a klimatikus faktorok és bizonyos mértékben rezisztenciális tulajdonságok is befolyásolták.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők hálás köszönetüket fejezik ki dr. Barnóczki Attila tudományos kutatónak a GK Kht. Szeged Makói Hagymakutató Állomás igazgatójának és Hell István mérnöknek, hogy felvételezési munkáinkat lehetővé tették az intézet kísérleti hagyma tábláin, alkalmasan technikai segítséget nyújtottak, valamint prof. dr. Pap László akadémikusnak, dr. Tóth Sándor ny. múzeumi igazgatónak a *Diptera*, valamint Józán Zsolt tanár úrnak, a nem méhalkatú *Aculeata* egyedek determinációs munkáinak az elvégzéséért.

IRODALOM

- Agati, G.*: 1952. Indagini e osservazioni sulla biologia florale della cippola. Ortoflorofruttic. Ital., 36: 67–77.
- Benedek, P.–Gaál, E.*: 1972. The effect of insect pollination on seed onion, with observations on the behaviour of honeybees on the vrop. J. Apicult. Res. 11: 175–180.
- Benedek P.*: 1974. Vöröshagyma. [In: Benedek P.–Manninger S.–Virányi S. (szerk.): Megporzás mézelő méhekkel]. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 154–164.
- Benedek P.–Martinovich V.–Gaál E.*: 1975. Magtermő vöröshagyma táblák megporzó rovarnépeségeinek összetétele és sűrűsége. Zöldségtermesztés. 147–153.
- Benedek P.*: 1975. Virágzó vöröshagyma táblákat látogató hártvászszármú rovarok (Hymenoptera) faji megoszlása, pollengyűjtése és táplálkozási kapcsolatai. Folia entomologica hungarica, XXVIII. 2: 249–261.
- Bohart, G. E.,–NYE, W. P.–Hawthorn, L. P.*: 1970. Onion pollination as effected by different levels of pollinator activity. Utah. Arg. Expt. Sta. Bull. 482.
- Lederhouse, R. C.–Caron, D. M.–Morse, R. A.*: 1968. Onion pollination in New York. N. Y. fd. Life Sci. 1. 3: 8–9.
- Kordakova, Z. M.*: 1956. Medonosznü pcselü i opülenie szemennikov repcsatovo luke. In: Kriscsunasz. I. V. i Gubin, A. F.: Opülenie szelszkohozjajsztvennüh rasztenij pcselami. Izd. Szol. Lit., Moszkva, 163–171.
- Tanács L.–Benedek P.*: 2007. Újabb vizsgálatok vöröshagymát megporzó rovarnépeségeken. XLIX. Georgikon Napok, 49th Georgikon Scientific Conference, Keszthely, 2007. szeptember. 5 oldalas kiadvány dolgozat CD-n. ISBN szám 978–963–9639–22–3

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Dr. Tanács Lajos–Dr. Bodnár Károly–Dr. Monostori Tamás–Dr. Molnár Imre
Szegedi Tudományegyetem
Mezőgazdasági Kar Hódmezővásárhely
Hódmezővásárhely
Adrássy u. 15.
H-6800

Dr. Benedek Pál
Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdasági- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár
Vár 4.
H-9201
E-mail: benedek@mtk.nyme.hu

Emlékezés Teichmann Vilmosra

Ez év október 29-én lesz 110 éve, hogy megszületett Teichmann Vilmos, a neves burgonyanemesítő, vagy, ahogy nemes egyszerűséggel kortársai nevezték, a *Gülbaba* atyja.

Apja gyári munkás, édesanyja háztartásban dolgozó egyszerű paraszti származású asszony volt. Gyerekkora különböző családi- és megélhetési okok miatt nélkülözések között telt el. Ezek miatt már korán dolgoznia kellett, hogy így segítse a családot a megélhetésben.

Érdeklődési körébe tartozott a matematika és a természetrajz. Bár szülei kereskedelmi pályára szánták, érettségi után, 1919-ben, a bécsi (Bodenkultur) Mezőgazdasági Főiskolára iratkozott be. Háromévi szorgalmas tanulás után tette le az első két államvizsgáját. A főiskolás évek alatt került közelebbi ismeretségbe a híres Erich Tschermak von Seysenegg -, valamint Carl von Fruwirth professzorral. A utóbbinak akkoriban jelent meg tanulmánya a burgonyanemesítésről. A szülei anyagi helyzete úgy hozta, hogy a további tanulmányokhoz külső pénzre lett szüksége. Eppen ezért egy hirdetés kapcsán asszisztensként állás vállalt a tornyospálcai Forgách birtokon, melyet Eszenyi Jenő bérelt. Itt az akkori telepvezető Schwarzbach növénynemesítő mellett a növénynemesítésben és vetőgumó termelésben egyaránt gyakorlatot szerzett. Kellő mennyiségű pénz összegyűjtése után 1924-ben visszatért Bécsben és letette a hátralevő vizsgáit, majd – diplomával a kezében – 1926 és 1928 között – Dürwing és Lontov települések mezőgazdasági üzemében, vezető beosztásban dolgozott, gyakorlatot szerezve a vezetés és gazdálkodás területén, de itt foglalkozott először egyéb növények nemesítésével is.

1929-ben Eszenyi kérésére visszatért korábbi munkahelyére Tornyospálcára, ahol munkáját folytatva, rövidesen előállította első és egyben legnagyobb hírű burgonya fajtáját, a *Gülbabát* (*Solanum tuberosum* L.), amelyet a telep 1939-es felszámolásáig még számos fajta követett. Ezek: a *Margit*, az *Aranyalma*, az *Ella*, a *Szeszöntő*, a *Wohltmann gyöngye*, az *Eszenyi nemes rózsája*, a *Gondüző*, és a *Korai sárga*. Közülük legszélesebb körben, a *Gülbaba*, a *Margit* és az *Aranyalma* fajtákat termesztették. A *Gülbaba* 45 évig volt forgalomban. A Tornyospálcán létrehozott fajták társ nemesítőjeként a gazdaság bérlője Eszenyi Jenő van bejegyezve, aki mindvégig meg volt elégedve a szorgalmas és eredményes munkatársával. Tornyospálcán családot alapított, házassága révén három gyermeket nevelt fel, akik mindannyian a természettudományos pályát választották élethivatásuként. A törekvő, immár sikeres Teichmann Vilmos 1939 és 1942 között a bérlővel együtt a dunántúli Orbó pusztára került. 1942-ben itt érte a Magyar Királyi Földművelésügyi Minisztérium felkérése, hogy Kisvárdán hozzon létre egy burgonya nemesítői telepet. A megbízással járó teendőkhöz 1943-ban lát neki, de azt megszakítják a háborús események, 1944-ben Teichmannak családjával és törzsanyagával együtt el kellett hagynia az országot. Rövid ideig Ausztriában telepedett le és vállalt munkát, majd a háború befejeztével a minisztérium kérésére (1947-ben) visszatért Kisvárdára, ahol hozzálátott a korábban megkezdett munka folytatásához.

Eleinte emberi okok miatt ez a tevékenység lassan haladt, 1949- től, azonban más növények így, a lucerna, a napraforgó, majd a rozs nemesítése is beindulhat, a burgonya mellett. Tevékenységét ismét siker koronázta, ami ez esetben újabb burgonya fajták elismerését jelentette számára. Ezek közé tartozott a *Boldogító*, a *Lilla*, a *Kisvárdai rózsza*, a *Mindenes* és a *Somogyi sárga kifli*.

Teichmann Vilmos nemesítői munkáját végül is tizennégy államilag elismert fajta jelzi. Ide sorolhatók a felsorolt burgonya fajtákon kívül: a *Kisvárdai rozs*, (*Secale cereale L.*) a *Kisvárdai lucerna*, (*Medicago sativa L.*) a *Kisvárdai napraforgó*, (*Heliantus annuus L.*) a *Kisvárdai fehér édes csillagfürt*, (*Lupinus albus L.*), valamint a *Kisvárdai szöszös bükköny*, (*Vicia villosa Roth*). Ezek közül kettő, a napraforgó és a szöszös bükköny ma is forgalomban van. Szakmai érdemeit gyarapítván, 1959-ben megszerezte a mezőgazdasági tudományok kandidátusa címet. Gyakorlati témájú cikkei, tartalmilag a burgonyatermesztés legfontosabb problémáival foglalkoznak. Német anyanyelve nem korlátozta, mert gyakran vállalt szaktanácsadási, továbbképzési feladatokat. Tagja volt a Kísérleti Gazdaságok Növénytermesztő és Növénynemesítő Tudományos Tanácsának, körükben rendszeresen megjelent és véleményét is több ízben kifejtette. Külföldi tanulmányútjain elsősorban a burgonyanemesítésről szerzett ismereteit gazdagította. 1956-ban is éppen külföldről tartott hazafelé, amikor Gödöllőnél feltartóztatták, így részese lett a forradalmi eseményeknek, életét nagy szerencsével sikerült megmentenie.

Teichmann Vilmos azonban nemcsak nemesítő, hanem közéleti ember is volt. Részt vett a Megyei Tanács elnökségének munkájában.

Munkatársai tisztelték őszinteségéért, tudásáért, egyszerű életmódjáért. Amerikába emigrált és nevéssé vált munkatársa dr. Rédei György genetikus professzor, így emlékezett róla: „**Alkotó ember volt, a magyar nemzet a legnagyobb elismeréssel kell, hogy adózzon emlékének**”. Tevékenységéért 1954-ben a Munka Érdemrenddel, 1966-ban Alami Díjjal tüntették ki. 1967-ben bekövetkezett halála után egy évvel pedig egykori munkahelyén a róla elnevezett Teichmann telepen, hálás munkatársai (és a körzet termelőszövetkezeteinek szakemberei) szobrot emeltek Neki, mely ma is ott áll a kisvárdai telep közép-pontjában, szemben a bejárati kapuval.

Milyen volt Teichmann Vilmos, mint nemesítő? Kortársai feljegyezték róla, hogy: alapos, mindenre kiterjedő figyelme, szelektálásban szigorú elveket követő, az aprólékos munkát előnyben részesítő szakember, aki rendszeresen látogatta tenyészkertjét és feljegyezte tapasztalatait. Ily módon törzsanyagairól részletes kimutatást vezetett. Eredményeinek lényegében ez a módszer volt az alapja, amihez szerencsésen társult természet szeretete és a munkatársaival szembeni humánus viselkedése. Közvetlen munkatársai – dr. Vágó Mihály, Forgó Sándor, dr. Borus József, id. dr. Béres József – ismert és megbecsült szakemberek lettek. Halála után emlékének kiváló gondozója a családdal szoros kapcsolatba került, ma is köztisztelőben álló dr. Kozma András professzor a Debreceni Agrártudományi Egyetem egykori rektora.

Dr. Nagy László

Eltávozott a magyar növénynevelés doyenje Kurnik Ernő (1913–2008)

A 2006–2008-as évek szomorú időszakát jelentik a hazai tudományos életnek. Megdöbbentően sokan távoztak el közülünk, például Bócsa Iván, Rajki Sándor akadémikusok, Bálint Andor és Kovács Gábor az MTA doktorai, akik a 20. század második felében, meghatározó egyéniségei voltak a hazai növénynevelésnek. Ez a tragikus folyamat sajnos 2008-ban is folytatódott, ugyanis március 3-án, életének 95. évében elhunyt a klasszikus magyar növénynevelés egyik utolsó óriása Kurnik Ernő akadémikus.

A Teremtő hosszú élettel ajándékozta meg, mely tele volt sikerekkel és kudarcokkal, örömmel és bánattal. A professor úr, mert életében így kellett szólítani, szinte mindent elért, amit kis hazánkban egy növénynevelő elérhet. A parti cédulán, mely szomorúan hirdette a rokonoknak, ismerősöknek, barátoknak és a szakembereknek, hogy a professor úr eltávozott közülünk, hosszan vannak felsorolva azok a hazai és nemzetközi rangos címek, pozíciók, és kitüntetések, melyek egyértelműen bizonyítják Kurnik Ernő akadémikus nagyságát és elismertségét.

De ki is volt ez a tudós növénynevelő? Ő volt a magyar növénynevelők doyenje, az utolsó képviselője annak a polihistor nevelő generációnak, akik szinte minden termesztett szántóföldi növényvel foglalkoztak. Ezt legjobban az bizonyítja, hogy életében hét növényfajból – napraforgó, szója, borsó, lóbab, bab, bagolyborsó, és repcé fajokból – összesen 74 fajtája kapott állami elismerést és került köztermesztésbe. Az iregi fajták híresek voltak, mind itthon, mind külföldön. Emellett 150 tudományos közlemény, szakcikk és tanulmány szerzője. Különösen értékesek és maradandóak monográfiái (3 db), szakkönyvei (2 db), valamint számos könyvrészlete. Több cikluson keresztül volt az MTA Növénynevelési Bizottságának elnöke, majd élete végéig tiszteletbeli elnöke. Egyik alapítója, majd tiszteletbeli elnöke volt a Magyar Növénynevelők Egyesületének. Alapítója volt továbbá és a pécsi Akadémiai Bizottságnak is.

Ha most egy pillanatra megpróbáljuk felidézni személyét, akkor a homályból egy elegáns, ízig vérig úriember lép elő, kezében az elmaradhatatlan szipkás cigarettával. Bárhol, bármikor találkozunk vele, megjelenése mindig olyan volt, mintha skatulyából lépett volna ki. Barátai egyetlen egy évben sem úszhatták meg, hogy ne látogassák meg Iregyszemcsén. A kísérleti téren, a parcellák között évtizedeket fiatalodva – fittyet hányva a tűző napsütésre – mutatta meg legújabb eredményeit, vonalait, fajtáit és hibridjeit.

Nagy idők tanúja volt. A Trianon előtti Nagy Magyarországon, Mecsekszabolcson született 1913-ban. Gyerekként élte meg az első-, és katonaként, majd hadifogolyként a második világháborút. A Magyar Királyi József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen 1939-ben lett okleveles mezőgazdász, ahol három évvel később doktorált. Mesterei Szabó Zoltán és Dobi Géza nagy hírű professzorok voltak. A mezőgazdasági tudományok kandidátusa fokozatot 1953-ban, az MTA doktora címet tíz évvel később 1963-ban szerezte meg. 1970-ben lett az MTA levelező-, majd 1976-ban az MTA rendes tagja.

Katonai behívója előtt két évvel kezdte nevelő munkáját, egy magán cég a Mauthner Ödön Rt, iregyszemcsei telepén és maradt hű Ireghez, több mint fél évszázadon (56 év) keresztül. Alapító igazgatója volt az iregi Délkelet-Dunántúli Mezőgazdasági Kísérleti Intézetnek, majd a Takarmánytermesztési Kutató Intézetnek. Aktívan vett részt a háború utáni ország agrárkutatásának újjászervezésében. Nevéhez fűződik a hazai tájgazdálkodási hálózat megszervezése, melyet a 70-es és a 80-as években természetesen, átszer-

veztek, majd felszámoltak. Napjainkban, az Európai Unió tagságunkból fakadó feladataink sajnos igazolják, e regionális kutatóhálózat szükségességét. A Minisztériumban Kísérletügyi Főigazgatóként (1952), a tájintézetek megszervezésével, tehát fél évszázaddal előzte meg korát.

Veres Péterrel azt követően kötött barátságot, hogy Péter bácsi „úri huncutságnak” nevezte a növénynevelést – az ötvenes évek elején – egy megyei lapban. Professzor úr azonnal meghívta az intézetébe, hogy bebizonyítsa az ellenkezőjét. A válasz nem sokat váratott magára „*Kedves öcsém meghívtál, itt vagyok*”.

Emberségét bizonyítja, hogy Jánossy Andor akadémikustársunkhoz hasonlóan, gyámolítója és felkarolója volt a kommunista hatalomátvétel szellemi áldozatainak. Intézetében folytathatta kutató munkáját, többek között Mándy György az agrobotanika és a növénynevelés professzora, Pozsár Béla biokémikus, valamint Kuthy Sándor és Jáky Miklós kémikusok.

A múlt század 80-as éveiben, a Minisztériumban, az akkori MÉM-ben egy anekdota járta. Nevezetesen, hogy Iregszemcsére – ahol akkor már évtizedek óta professzor úr volt az igazgató – csak délelőtt vagy késő délután érdemes menni, mert Kurnik Ernő igazgató úr ebéd után az irodájában alszik, és amíg fel nem ébred addig egy tűzről pattant iregi menyecske senkit sem enged be hozzá. Természetesen ennek hiteles alapja volt, mert bizony a Minisztérium vezetőinek – akik váratlanul érkeztek Iregre – az előtérben meg kellett várniuk, amíg a professzor úr tényleg volt szíves felébredni. Az igazat megvallva, olyan óriási tisztelet övezte a szakmában, hogy ezt bátran megtehetette.

Számos kitüntetés birtokosa volt (Fleischmann-díj 1974, Allami díj 1978, Beszédes József-díj 1992, Magyar Köztársasági Érdemrend Középkeresztje 1994, Millecentenáriumi díj 1996, Baross emlékérem 1999 stb.), továbbá a Szent István Akadémia tagjává, a Pannon Egyetem *honoris causa* doktorává és címzetes egyetemi tanárává választották. Önvallomásában így ír erről: „*Kutatómunkám és eredményei elismerésében nem volt hiány. Minden kitüntetés és elismerés nagyon kedves nekem. De nem tudom megállni, hogy az OMMI által adományozott oklevél sorait ne idézzem „Nemzetünk értékeinek gyarapítására kifejtett áldásos munkájának elismeréséül”.* Kitüntetései közül csak egyet hordott, de azt állandóan, a Magyar Köztársaság Középkeresztje Érdemrendet, „*mint ahogy egykor az öregapám hordta a Balkáni háborúban szerzett aranyérmét*” írja magáról.

A növényneveléstől sohasem tudott megválni, haláláig dolgozott. Erről így ír: „*A józan ész azt diktálná, ülj le a kandalló mellé és merengj el a múlton, hisz olyan sok élményben volt részed. És mit teszek én? Kérdezi önmagától: Fel-alá járva azon meditálok, hogy ötleteim közül melyik az, amelynek megvalósításához, Isten adta sorsom még elég időt engedélyez?*” Kedves Ernő Bátyám, hát a Gondviselés ennyit engedélyezett Neked, és valljuk be, ez nem is volt kevés.

Meghaltál, de csak a tested távozott el közülünk, munkásságodnak eredményei továbbra is velünk maradnak. Fajtáid, melyekből több mint egy tucatot még napjainkban is természetnek az országban, monográfiáid, melyek ott vannak polcainkon és minden egyetem könyvtárában, folyamatosan rád emlékeztetnek.

Professzor Úr, a Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztálya rendes és levelező tagjai, MTA doktorai és Köztestületi tagjai, valamint a Magyar Növénynevelés Egyesülete, és tisztelőid nevében búcsúzom tőled, a tudóstól, és nem utolsó sorban mindannyiunk barátjától.

Ernő Bátyám, nyugodj békében.

Heszky László
az MTA rendes tagja

Könyvismertetés

Albrecht Thaer élete és munkássága orvosként és mezőgazdaként

Wilhelm Körte, 1839

A magyar kiadást sajtó alá rendezte: dr. Kádár Imre

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete
Budapest, 2007, 185 p.

Albrecht Daniel Thaer (1752–1828) életrajzát leányának sógora (férjének testvére) Wilhelm Körte írta meg 11 évvel halála után 1839-ben. Jelen fordítás az 1975-ben megjelent reprint kiadás alapján készült, mely számos levelezést, mellékletet is tartalmaz. Fordítás, ill. magyar nyelvű kiadás kapcsán csak a hazai olvasó számára is követhető és tudománytörténeti szempontból érdemi részek hű visszaadására törekedtünk. Így pl. a függelékből csak Thaer különféle akadémiákba, egyesületekbe történt felvétele időrendjét adjuk meg.

A szövegű fordítást dr. Thamm Frigyesné végezte. A fordítást dr. Sarkadi János és a szerkesztő ellenőrizte. A mai olvasó számára esetenként nehézkesnek tűnő régies mondatfűzésén, a „leg”-eken (gyakori felsőfok) stb. nem változtattunk, meghagyva az eredeti stílus hangulatát. Szem előtt kell tartani, hogy amikor az életrajz írója Körte úr a „jelenről” vagy az „újabb időkről” beszél, viszonyítási alap az írás ideje 1837.

Nem volt célunk a ma használatos mértékegységre való átszámítás, hiszen a szerző kevés számszerű adatot közöl, melyek inkább az összehasonlítást szolgálják. Nem is tudni biztosan, hogy pl. milyen holdról van szó? Az 1600 négyszögöles osztrák hold = 1,69 bajor = 2,25 porosz hold. Amennyiben tehát porosz holdban van (feltehetően) megadva a terület, az 0,26 ha-t képviselhet. A coll, vagy hüvelyk 2,6 cm; 12 hüvelyk = 1 láb = 31 cm. A súlymértékek megítélése: 1 centner = 100 font = 56 kg = 1,1 véka = 61,5 liter. Az olvasó vállalkozhat termésbecslésre, vagy a szántásmélység megítélésére egyszerű átszámítással.

Thaer nevével az általa kidolgozott humuszelmélet kapcsolódik össze. Szerinte a növények legfontosabb tápláléka a humusz és a víz. A szerves anyagoknak/sóknak közvetett hatása van, amennyiben a humusz ill. a talajba került szervesanyagok bomlását gyorsítják. A humuszban gazdag talaj termékeny. A talajtermékenység megőrzése szerves trágyázással és az ugarba vetett olyan növény termesztésbe vonásával oldható meg, mely több szervesanyagot hagy vissza a talajban (herefélék), mint amennyit elvon. Az ugar önmagában nem képes megőrizni vagy növelni a talaj termékenységét, állapítja meg Thaer.

Az uralkodó háromnyomásos (homokokon kétnyomásos) gazdálkodás helyett vetésforgót és istálló állattartást ajánlott. Az ugaron főként herét javasolt takarmánytermesztési és trágyázási céllal. A nyomáskényszer, az ugaron való közösségi legeltetési és jószágáthajtási jog (Flurzwang, Hut, Trifrecht), tehát a feudális jogi keretek akadályozták az új eljárások bevezetését, a földtulajdon egyéni szabad használatát. Thaer az elmaradott agrárviszonyok átalakításáért küzdött, tevékenyen is előmozdítva az agrár-reformok

megszületését, melyek lényeges részét képezték a polgári átalakulásnak Németországban. Szerinte a racionális mezőgazdaság csak szabad gazdákkal valósulhat meg, kötött-ségekkal és robotmunkával (porosztas fejlődés) semmiképpen.

Thaer új növényeket és agrotechnikai eljárásokat mint a szántás, vetés, trágyázás és új eszközöket próbált ki, ill. hasznosított meg. Új állatfajtákkal, tartási és takarmányozási módszerekkel kísérletezett. Nevéhez fűződik a szénaegyenérték bevezetése. Pontos könyvelést, nyilvántartást vezetett és üzemgazdasági számításokat végzett. Mint gyakorló agronómus, állattenyésztő és üzemgazdász hangsúlyozta a talaj-növény-állat rendszer egységét az üzemben. Átfogó irodalmi munkássága nyomán a mezőgazdasági ismeretanyag a tudományok közé került, melyet Thaer a Berliini Egyetemen adott elő, kivívta ezzel az agrártudomány megalapítója címet.

A szabadföldi kísérletezés előfutárának is tekintjük, ok-okozati összefüggéseket próbált megállapítani a spekulatív uralkodó teóriák helyett. Természetesen nem a mai értelemben vett kísérletekről volt szó, hiszen az ismétlés, randomizáció, biometriai értékelés stb. módszerei kidolgozásához újabb évszázadra volt szükség. Elsőként vetette fel az államilag fenntartandó szabadföldi kísérletügy és kutatás fontosságát. „Ilyen kísérletek nagy számban való beállítása az egyes ember erejét meghaladja, ezért az állam dolga lenne felnőtt férfiakat olyan helyzetbe hozni, hogy idejüket és tehetségüket teljesen a természet kutatásának szentelhessek, ezzel a mezőgazdaság és az általános jólét javát szolgálják.”

Felismerte az oktatás fontosságát és az új eredmények elterjesztésének jelentőségét. Létrehozta Cellében Első Mezőgazdasági Tanintézetét 1802-ben. Ezt követően egy sor hasonló tanintézet ill. kísérleti állomás alakul Németországban: 1803 Weihenstephan, 1804 Berlin, 1809 Möglin, 1818 Hohenheim, 1826 Jena, 1829 Tharandt, 1831 Darmstadt, 1842 Regenwalde, 1847 Bonn, 1851 Weende (Göttingen) 1858 Waldan (Königsberg). Számos mezőgazdasági egyesület jön létre ezzel egyidőben. Mindez jelentős lökést adott a mezőgazdaság fejlődésének.

Szűken vett ismeretelméleti szempontból Thaer a régi elvek követőjének tekintjük, mert nem ismerte fel az ásványi elméletet. Azonban a francia De Saussure 1804-ben megjelent „A növények kémiai kutatása” c. munkája csak szűk körben vált ismertté. Saussure igazolta a légköri CO₂ asszimilációját és az O₂ növények általi termelését fény jelenlétében. A növények C-forrása a légkör, nem a humusz. A hamuelemek forrása a talaj, melyek a humuszban is megtalálhatók. A növényi fejlődést a N és a hamuelemek jelenléte szabályozza.

Thaer 1814-ben lefordítja, jegyzetekkel ellátja és kiadja az angol Davy (1813) „Az agrokémia elemei” c. könyvét, mely az utolsó nagy összefoglaló mű a régi szemlélet talaján. Davy szintén a gyökéren keresztüli szénfelvételt hirdette nagy tekintéllyel. Az olajat pl. fontos trágyaszernek tekinti, mert sok szenet és hidrogént tartalmaz. Thaer nem végzett élettani, alapkutatás jellegű kísérleteket. Gyakorlati orientáltsága nyomán Davy (1813) nagyhatású áttekintő művéhez kötődött, mely ugyan a hibás nézetet vallotta, de egyéb tekintetben a racionalitás talaján állott.

Liebig (1840) a további évtizedek adatait szintetizálva kidolgozza ásványi elméletét és ellentétes álláspontot képvisel Thaerhez képest. Szerinte a humusz érdemben nem befolyásolja a növény életét és a talaj termékenységét, csupán C-forrást szolgál. Ma azt valljuk, hogy a humusz talajaink valamennyi funkciója tekintetében (víz- és tápanyag-gazdálkodás, talajélet, környezeti érzékenység stb.) érdemi tényező. A humuszelmélet (Thaer) és az ásványi elmélet (Liebig) valójában sok tekintetben nem kizárja, hanem kiegészíti egymást.

A könyv nemcsak vagy nem csupán Thaer küzdelmes életét tárja elénk, hanem azt a küzdelmes kort is. Forradalom, gyökeres átalakulás kezdődik Európa mezőgazdaságában, az ugar és a robotmunka elhagyásával kezdetét veszi a racionális vetésforgós istállózó gazdálkodás. Ez a valóságos polgári forradalmak kora is. Thaer mint gyakorló orvos, agronómus/növénytermesztő, állattenyésztő és közigazda már akkor meglátta a talaj-növény-állat-ember egységét. Mindezen szakterületek elméletét összekapcsolta gyakorlatával. Thaer munkáira hivatkozik az ökonómus, hisz elsőként végzett átfogóan üzemtani számí-

tásokat. Takarmányozást is igyekezett racionálissá/ésszerűbbé tenni az általa bevezetett „széna-egyenérték” fogalmával, gépeket szerkesztett, új technológiákat vezetett be.

Az olvasó számára magyar nyelven Thaer munkáiból egy fejezet érhető el, a Trágyázástán, mely jól tükrözi e nagyhatású személyiség nézeteit és céljait. Thaer, A. (1809–1821): Az ésszerű mezőgazdaság alapjai. IV. rész. Első fejezet. A trágyázástán. Szerkesztette és kiadja dr. Kádár Imre. MTA TÁKI. Budapest, 1996. A Thaer életrajz magyar kiadása segít e nagyhatású egyéniség, gondolkodó tudománytörténeti szerepének méltóbb megítélésében.

IRODALOM

- Thaer, A.*: 1814. Davy „Elemente der Agricultur-Chemie”. Aus dem Englischen, mit Anmerkungen von Thaer. Agrarbuch. Berlin.
- Davy, H.*: 1813. Elemente der Agriculturchemie. Bd. Of Agric. Rpts. London.
- Liebig, J.*: 1840. Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn. Braunschweig.

Dr. Kádár Imre

100 évvel ezelőtt született Jánossy Andor (1908–1975)

50 éves Az Országos Agrobotanikai Intézet

Jánossy Andor (1908–1975), az Országos Agrobotanikai Intézet megalapítója és kiépítője 100 éve született Szombathelyen. A középiskola elvégzése után a budapesti Közgazdaságtudományi Egyetem Mezőgazdasági Karán szerzett diplomát, majd kandidátusi fokozatot. Munkáját gyakorlati pályán kezdte: a Mezőhegyesi Állami Ménesbirtokon gyakornokként tevékenykedett, majd Miskolcon volt gazdasági felügyelő. A gyakorlatban töltött évek megalapozták tudását a növénytermesztés és nemesítés területén. 1938-ban az Állami Növénytermelési Hivatalba helyezték, ahol Székács Elemér és Fleischmann Rudolf irányítása mellett végezte tevékenységét. Többszöri átszervezés után az Országos Növényfajta-Kísérleti Intézet igazgatója lett. Itt kezdte meg a növénynemesítő alapanyag gyűjtését, cseréjét. Szakmai ismereteit a gyakorlatban alkalmazhatta (1951) Tápiószelén dr. Szelényi Lajos, a gazdalfjak szakmai nevelésére átadott birtokán, ahol erre a célra kialakított gazdaság működött tehén- és lóistállóval, magtárral.

A Szelényi gazdaság területén kialakult egy Fajtakísérleti Állomás (1951) a gazdaság embereivel. Az állami gazdaságok ide küldték tájfajtaikat és ezek vizsgálati eredményeit. Ide került Martonvásárról a búza, zab, Szentesről a Mezőgazdasági Technikum pillangósvirágúak fajtagyűjteménye. Jánossy itt látta megvalósíthatónak a vörösherével kapcsolatos nemesítő elgondolásait, miszerint ez a növény – a lucernával együtt – a hazai takarmányellátást szolgálja. Megkezdődött a növények gyűjtése legelőkről, rétekről. Jánossy még Budapestről irányította a növényfajta gyűjtését, bekapcsolva a hazai kísérleti állomások munkáiba.

1955-ben egy találkozóra hívta meg a gazdaságok vezetőit (Borsosberény, Kompolt, Abaujszántó). Dr. Mátyás György professzor beszélt az új fajtagyűjteményről, a fajtameghatározás kérdéseiről, melynek kialakításában Székács János, Csák Zoltán vettek részt. Elhangzott a felkérés a kísérleti állomások vezetőihez: küldjenek 1–1 kg magot árpa, rozs és repce tájfajtaikból a tápiószelói gazdaságba, mint a kialakuló központi fajtagyűjteménybe. Ezen a találkozón Székács János igazgatóhelyettes ismertette a növényfajta gyűjtés kiértékelésének módszerét.

Az 1958. évi 60/1958 kormányrendelet kimondta az Agrobotanikai Intézet megalakulását. Feladata: a hazai kultúrnövények és a világ növényfajtainak összegyűjtése, fenntartása, rendszertani, botanikai, élettani, biokémiai és növénykórtani vizsgálata. Jelentkeztek vagy meghívásra jöttek a megfelelő szakképzettségű munkatársak az intézetbe. 1959-ben megalakult a Tudományos és Igazgató Tanács. Elkezdődött a vizsgálatokhoz szükséges laboratóriumok kialakítása, felszerelése és a dolgozók felkészítése.

Megalakult a könyvtár Gyenes István vezetésével, 1968-ban megjelent az intézet folyóirata: az Agrobotanika. Együttel lehetővé vált a folyóiratok cseréje Európa és távoli világrészek intézeteivel. Dr. Romány Pál DSc professzor a Magyar Tudományos Akadémia Agrártörténeti és Faluszociológiai Bizottság nevében ismerte el az Országos Agrobotanikai Intézet munkáját. Az intézethez további telephelyeket kapcsoltak: Tápiószelén-Nagykállói teleppel együtt 175,3 kh; Lókút 25 kh; Táplánszentkereszt 64 kh. A telepek részt vettek a szabadföldi kutatás kísérleteiben, a nemesített növények (szaporítóanyag)

előállításában. 1959-ben a faj-fajtagyűjtemény 732 fajból és 17430 fajtából áll. Az Intézetben foglalkoztak vöröshere-nemesítéssel, a fűfajokkal, a pillangósvirágúak szárazságtűrésével, a fajtagyűjteményből kiemelt fajták nemesítésével. Kialakult a maggyűjtemény, a fajták herbáriuma. 1960-ban megjelent az Index seminum, vagyis a fajták számokkal jelzett gyűjteménye, melyből – szám alapján – bizonyos mintamennyiséget rendelhetek kutatók vagy intézmények. Kezdték megismerni és elismerni az itt folyó tevékenységet. Az intézet ösztöndíjasokat fogadott külföldről is, saját munkatársait külföldi tanulmányútra küldte.

A génmegőrző központnak FAO és KGST viszonylatában egy nemzetközi szervezethez kellett csatlakoznia. A Központi Bizottság (1968) törekedett a kutatás anyagi támogatására és korszerű eszközökkel való ellátására. A Minisztérium segítette a párt tudomány-politikai törekvéseit. A Kormány Tudomány-politikai Bizottságot hozott létre a kutatómunka tervezésére és irányítására. Az intézkedések kiterjedtek a kutatók kinevezésén és minősítésén túl a szakmai-politikai képzésre, a tudományos ösztöndíjakon túl a fiatalok tudományos munkára való előkészítésére.

A munkák megoszlottak a kutatók között, a tervezési munkák felelőse dr. Farkas József főkönyvelő volt. Építkezések kezdődtek a ló- és tehénistállók lebontásával, a magtár átépítésével. Kutatói szobákat és magraktárat alakítottak ki, továbbá felépült három lakóépület is a családok részére. A dolgozók ellátásáról nagyméretű konyha gondoskodott. A magvak életképességének megőrzésére hűtőtárolók épültek, ahol bizonyos mértékű szárítás után üvegekbe kerültek a magvak meghatározott időtartamra, majd újabb vetés következett. Ezt a fontos ellenőrzést külön iroda végezte.

A MÉM, a Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium (1960) különböző munkák elvégzését rendelte meg az intézet által benyújtott javaslat alapján. A munkákat a Minisztérium finanszírozta. Az intézetben a bevétel növelésére szerződéses magtermelést is végeztek. A kor szellemének megfelelően 1964-ben az Intézetben megalakult a Tessedik Brigád, melynek célja a kutatási eredmények átültetése a gyakorlatba, főleg a lucerna és a vöröshere termesztésével kapcsolatban. A Brigád munkáját oklevéllel ismerte el a Minisztérium.

A szocialista országok konferenciákon erősítették meg együttműködésüket. 1968-ban Prágában volt a koordináló konferencia, ahol a Berliini Egyezménynek megfelelően a tapasztalatokat egyeztették. A hazai és külföldi növényfajok, illetve fajták begyűjtésére, cseréjére és megőrzésére dr. Virányi Sándor és Sajó Zoltán készítették el az introdukációs tervet. A begyűjtött növények rendszertani, ökológiai, citogenetikai és rezisztencia vizsgálatát dr. Mándy György, Papp Erzsébet, Szabó László, Paál Huba és Holly László végezték. A kémiai és beltartalmi vizsgálatokat Koch Béla és Kota Mariann irányították. Az egyes gyűjtemények fejlesztése, szántóföldi összehasonlító vizsgálata a nemzetközi egyezmények alapján történt. A fontosabb gyűjtemények felelősei és kutatói az alábbi személyek voltak: a kenyérgabona, őszi árpa, zab, triticales gyűjtemény: Mesch József, Pauk János; kukorica gyűjtemény: Székács Gabriella, Bárdy Ágnes; cirok gyűjtemény: Bárnay László; tavaszi árpa: Karasai István; rizs gyűjtemény: Sajó Zoltán; napraforgó, repce, olajlen gyűjtemények: Koch Béla; szója, ricinus: Szűcs Árpád; takarmányborsó: Koch Béla, Lún László és Székács Gabriella. Jánossy Andor a bükköny, a szegleteslednek és a lednek; Karsay István a lóbab; Bárnay László a szudánifű, a köles és a mohar gyűjtemény felelőse volt. A vöröshere, a perzsahere és az alexandriai here, a lucerna és a baltacim gyűjteményeket Jánossy Andor, Deutsch Miklós, Enyingi Klára és Sulyok István; a burgonya gyűjteményt Koch Béla és Baranyai István; a fűfajok gyűjteményét Vinczeffly Imre és Heszky László felügyelték. A zöldségnövények, a paprika, a paradicsom, a hagyma, stb. gyűjteményekért Koch Béla, Lún László; az uborka, a hüvelyes zöldségnövényekért Kiss Árpád és Papp Erzsébet voltak felelősök.

A tápiószzelei génbank gyűjtemények megtekintésére Európa minden országából érkeznek látogatók. Nagy volt az érdeklődés, főleg az egyes fajták iránt. Az intézet bekapcsolódott a nemzetközi együttműködésbe. Irakba és az Egyiptomi Arab Köztársaságba is küldött szakértőket, illetve fogadott onnan szakembereket.

Az 1974. évi EUCARPIA Kongresszust az MTA martonvásári Mezőgazdasági Kutató-intézete és az Agrobotanikai Intézet közösen szervezte Budapesten. Jánossy Andorra, mint az EUCARPIA (European Association for Research on Plant Breeding) alelnökére és munkatársaira hárult a szervezés feladata. A helyszín a Kertészeti Egyetem volt, ahol szakmai előadások hangzottak el magyar és külföldi előadók részéről, majd ezt követte az Agrobotanikai Intézet és Magyarország egyes tájainak megtekintése. E konferencián Jánossy Andort az EUCARPIA elnökévé választották, elismerve tevékenységét és az Intézet nemzetközi eredményeit.

Jánossy Andor, az Országos Agrobotanikai Intézet alapítója, kiépítője, az EUCARPIA elnöke 1975-ben hunyt el. Az intézet azóta is folyamatosan végzi pótolhatatlan feladatát a természetvédelem szolgálatában. Jelenleg a tápiószelei génbankban tárolt minták száma megközelíti a 80 ezret. Az intézet jövőbeni feladatai a kultúrflóra megőrzésén kívül kibővíülhetnek a hazai, illetve a kárpát-medencei vadflóra biodiverzitásának megőrzésével.

Dr. Papp Erzsébet

Könyvismertetés

A precíziós mezőgazdaság módszertana

(Szerkesztette: Németh Tamás, Neményi Miklós és Harnos Zsolt)

A 240 oldalas könyv megírásában 21 szerző működött közre. A mű kemény kötésben, színes külső borítóval, merített papíron, belül számos színes ábrával és jól szerkesztett táblázattal az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet és a JATEPress gondozásában jelent meg 2007-ben. Megjelenését az NKFP 4/037/2001. sz. projekt és a Magyar Tudományos Akadémia támogatta. Kiadványt a szerzők Gyórfy Béla (1928–2002) akadémikus emlékének szentelték, akinek fényképe az első oldalra, a könyv elejére került és a bevezetőben szavait idézik:

„A precíziós agrárgazdaság minél gyorsabb és minél szélesebb körű bevezetése, elindítása ma a hazai agrár- és környezetvédelmi kutatásokban prioritást kell élvezzen, lévén ez az egyetlen olyan megoldás, amely egyidejűleg képes megoldást kínálni ökonómiai és ökológiai problémákra” (Gyórfy 2001).

A munka kilenc tematikus fejezetre tagolódik. Minden fejezetnek szerkesztője van, aki társszerzőivel az adott fejezetet gondozta, összeállította. A fejezetek alfejezetekre tagolódnak és irodalomjegyzékkel (felhasznált és ajánlott források) zárulnak. Az 1. fejezet a helymeghatározást (szerkesztő: Milics Gábor), a 2. fejezet a térinformatikát, GIS-t (szerkesztő: Szabó József), a 3. fejezet az agronómiai és környezetvédelmi elvárásokat (szerkesztő: Jolánkai Márton), a 4. fejezet a precíziós növényvédelmet (szerkesztő: Reisinger Péter), a 5. fejezet az adatgyűjtés műszaki és informatikai hátterét (szerkesztő: Neményi Miklós), a 6. fejezet az adatértékelési módszerek és a precíziós gazdálkodás döntéstámogató rendszereit (szerkesztő: Harnos Zsolt), a 7. fejezet az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, valamint az MTA Martonvásári Mezőgazdasági Kutatóintézet szaktanácsadási rendszerét (szerkesztő: Németh Tamás), a 8. fejezet a helyspecifikus beavatkozások automatizálását (szerkesztő: Fekete András), a 9. fejezet pedig a hazai gyakorlati tapasztalatokat (szerkesztő: Németh Tamás) foglalja össze.

Az üzemi gazdálkodás területi alapegysége a tábla, melyen a növénykultúra és a művelés is egységes. A precíziós gazdálkodás ezzel szemben megkívánja a táblán belüli mintázat meghatározását és a mintához köthető talajművelési, trágyázási, növényvédelmi stb. beavatkozások végrehajtását. A jövő a távérzékelésé, melyet a földi érzékelők segítségével a táblatérképek alapozhatnak meg. Ki kell dolgozni a folyamatos talajparaméterek, ill. a növény növekedését és fejlődését bemutató jellemzők mérését, a betegségek, kórokozók, kártevők detektálását. A precíziós módszerek alkalmazásának leggyengébb pontja jelenleg a hiányos informatikai bázis. A talajtérképek általában csak néhány paraméterre korlátozódnak és nem fedik le az ország teljes területét. Nem megoldott a meteorológiai jelenségek és azok következményeinek nyomon követése.

Az eddigi kutatások lényegében két növényfaj termesztéséről, azok technológiai beavatkozásokra adott élettani reakcióiról gyűjtöttek ismereteket. Ha nem ismert a főbb növényfajok reakciójának mértéke, kölcsönhatások érvényesülése, a precíziós beavatkozások

hatékonysága kérdésessé válhat. Szükség lesz megfelelő munkagép-vezérlő rendszerek kialakítására. A permetező és műtrágyaszóró gépeken túl a talajművelés, betakarítás, szállítás és tárolás szintén igényelni fogja a megfelelő reakcióidejű, precíziós vezérlés műszaki megoldásait. Fontos eközben a környezetállapot felmérése, folyamatos monitoring tevékenység, valamint az információk visszacsatolása. A kezelésre adott válaszokat értelmezni kell szükség szerint módosítva a beavatkozásokat, nyomon követve a folyamatokat (vízforgalom, elemforgalom stb.).

A precíziós mezőgazdasági tevékenység, mely alatt elsősorban a műholdas rendszerekre alapuló növénytermesztési technológiákat értjük, új utakat nyit a biológiai alapanyagok előállítására. A könyv valós hiányt pótol, amikor módszertant és átfogó képet ad a precíziós mezőgazdaság jelenlegi helyzetéről és a fejlődés várható irányairól. Összefoglalja az elméleti és a gyakorlati ismereteket, kitekint a világban megfigyelhető tendenciákra. Az egyes fejezetek önálló egységet képeznek, csupán egy-egy téma iránt érdeklődő olvasónak is hasznos információt szolgáltathatnak. A munka alapját a „Precíziós növénytermesztés” c. Nemzeti K+F Program képezte, melynek vezetője és iniciátora Németh Tamás akadémikus volt.

A kiadvány hozzájárulhat az új technológiához kötődő közös szaknyelv kialakításához. Új világ nyílik meg előttünk, mely rövidesen a hétköznapi részévé válhat. A munka ajánlható a kutatás, oktatás, szaktanácsadás, ill. a precíziós technikát alkalmazó üzemi szakemberek számára egyaránt.

IRODALOM

Györfly B.: 2001. Javaslat a precíziós agrárgazdaság kutatási programjának indítására. MTA Agrártud. Osztály 2000. évi Tájékoztatója. Budapest, 17–22.

Dr. Kádár Imre

Könyvismertetés

Gyakorlati trágyázástan

Dr. Emil Wolff, 1872

A kiadást sajtó alá rendezte: dr. Kádár Imre

**MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete
Budapest, 2007, 128 p.**

Fordítás a 4. kibővített és javított kiadás alapján készült, mely a Wiegandt und Hempel kiadónál jelent meg Berlinben 1872-ben. A fordító dr. Thamm Frigyesné volt, aki korábban a Liebig Agrokémia (1840–1876) és Liebig Állatkémia (1842), Thaer Trágyázástan (1809–1821), valamint a Ditz „A magyar mezőgazdaság” (1876) c. könyveit ültette magyar nyelvre. Fordítást a szerkesztő újra összevetette az eredetivel és nyelvvezetést a mai szaknyelvhez közelítette. A technikai szerkesztés Ragályi Péter munkáját dicséri. A gyakorlati trágyázástan 2007-ben jelent meg 130 oldal terjedelemben az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete kiadványaként, az Akaprint Kft. Nyomda gondozásában 200 példányban. Egyidejűleg az Intézet honlapjáról is letölthető (www.taki.iif.hu). Könyvet a szerkesztő előszava vezeti be történeti méltatást nyújtva. Ezt követik a szerző 1868, 1870, 1871 és 1872-ben írott rövid előszavai az egyes kiadások kapcsán.

Az egyes fejezetek az alábbi címeket viselik: az atmoszférikus levegő, a víz, a talaj, gyakorlati trágyázástan, az istállótrágya és racionális kezelése, az istállótrágyával való gazdálkodás, a talaj trágyázása ipari hulladékok segítségével, a koncentrált trágyák és jelentőségük a talajok termékenységének megtartásában és fokozásában, gyakorlati intelmek a fontosabb koncentrált trágyák racionális kezelésével és alkalmazásával kapcsolatban. Utóbbi fejezetben az alábbi kereskedelmi vagy koncentrált trágyákat, műtrágyákat tárgyalja: csontliszt, szuperfoszfát, Ca-foszfát, peru-guanó, baker-guanó, chili-salétrom, ká-lisók, égetett mész, gipsz. A könyvet rövid zárszó, majd „A talaj kimerülésének és tápanyagban történő gazdagodásának kiszámítására szolgáló táblázatok” c. melléklet zárja.

Liebig (1840) szintetizálta korának ismeretanyagát a kémia, élettan és az agronómia területén, felhasználva Saussure, Bonssingault és mások eredményeit és így nevéhez kötődik az első egzakt mezőgazdasági tudomány az agrokémia létrejötte. Liebignél együtt jelenik meg a talaj, növény, állat (ember), amit ma táplálékláncnak is nevezünk. A kémia mennyiségi törvényeit alkalmazta a jelenségek magyarázatára. Az ásványi és szerves világ egységét kémiai alapon mutatja be, együtt vizsgálja a levegő-víz-talaj-élővilág jelenségeit és anyagforgalmát, melyet bioszférának hívunk. Hatásos könyve elsöpörte a régi nézeteket, a humusz elméletet, ugyanakkor óriási vitákat váltott ki a részben megalapozatlan következtetéseivel. Könyve szinte egyidőben jelent meg németül, franciául és angolul. Két ellenséges tábor alakult ki. Tanítványai/követői és ellenfelei egyaránt széles körű kísérletezésbe kezdtek álláspontjukat alátámasztandó.

Az első kísérleti állomást 1851-ben ellenfelei hozták létre a Lipcse melletti Möckernben.

Vezetőjük rövidesen Emil Wolff lett. Nobbe szerint (cit. in: *Deller* 1988) alig 15 évvel később már 21 kísérleti állomás működött Németországban. A kísérletek eredményeit rendszeresen és intézményesen megvitatták. A véleménycserét szolgálta az 1858-ban alapított „Die landwirtschaftliche Versuchstationen” c. folyóirat, valamint az évente tartott vándorgyűlések. Az első vándorgyűlést 1863-ban szervezték Lipcsében. Mindez segítette az egységes fogalmak, közös szaknyelv, kísérleti és vizsgálati módszertan kialakulását. *Wolff* (1864) összeállította a talajvizsgálatok módszereit, azon kémiai és fizikai laboratóriumi eljárásokat, melyek megalapozták a tudományos talajelemzéseket. A lényegében ma is használatos továbbfejlesztett módszereket később *Wahnschaffe* (1903) ismertette. Az 1880-as évek végén mintegy 100 kísérleti állomás létesült Európa-szerte.

A mezőgazdasági kémia ekkor még egységes, magában foglalja a talajkémiai ismereteken kívül a trágyázástani (növénytáplálási), valamint a takarmányozástani (állat-életlani), sőt az élelmiszerkémiai ismereteket is. Jeles képviselői minden ágát továbbfejlesztették mint Németországban Liebig és Wolff, vagy itthon időben kissé megkésve Kosutány Tamás és 'Sigmond Elek. 'Sigmond (1904) *Mezőgazdasági Chemia* c. könyve összefoglalta az akkori ismereteket a talajtan, az agrokémia, a takarmányozástan és az élelmiszerkémia területén egyaránt.

Wolff mint a Hohenheimi Akadémia tanára 1868-ban megírja a *Gyakorlati Trágyázástan* c. könyvét. A munkát 1870-ben, 1871-ben és 1872-ben újra kiadják. A 4. átdolgozott kiadás mellékletében 150 növényi anyag és 17 állati termék, 24 szervestrágya-féleség, 52 trágyaszor/hulladékanyag és 38 élelmiszeripari melléktermék, azaz összesen 281 anyagminta összetételét közli mintegy 10 vizsgált tulajdonságra: víz, hamu, szervesanyag, fontosabb ásványi elemek. Az analízis kiterjed a nitrogén, kálium, nátrium, kalcium, magnézium, foszfor, kén, szilícium és klór ásványi összetevőkre. Még ugyanebben az évben megjelenteti „A mezőgazdasági haszonállatok takarmányozástana és takarmánytana” c. könyvet is.

Wolff *Gyakorlati trágyázástan* c. munkája nem jelent meg magyar nyelven, de elősegítette a hazai trágyázástani/agrokémiai irodalom mai szemmel nézve is egyik legnagyobb művének létrejöttét. Cserhádi Sándor és Kosutány Tamás „A trágyázástan alapelvei” c. könyvét 1887-ben kiadja az Országos Gazdasági Egyesület Könyvkiadó. A 438 oldalas munka átfogóan tárgyalja a talajtani és növényélettani alapokat, valamint a különféle trágyaszereket és azok alkalmazását. Függetlenül Emil Wolff „Praktische Düngerlehre” c. könyve nyomán közli a különböző növények, hulladékok, állati termékek és trágyaszerek átlagos összetételét. Amennyiben bizonytalanság támad a növényi összetétel vagy egy trágyaszor elemtartalma tekintetében, ma is ezekhez a megbízható adatokhoz fordulunk.

Cserhádi és Kosutány „A trágyázástan alapelvei” előszavában a következőket írják: „Midőn az országos gazdasági egyesület könyvkiadó vállalatát megindította, az első cyclusban kiadandó munkák közé Emil Wolff trágyátánát is felvette. Ezen elhatározással az orsz. gazd. egyesület kifejezést adott nézetének, hogy egy olyan könyvre, amelynek tárgyát a trágyázástan képezi a magyar gazdasági irodalomnak nagy szüksége van. Mi természetesebb, mint hogy a midőn a bizottság lefordítandó munka után nézett, Wolff munkájára esett a választás, amelynek az idén már tizedik kiadása jelent meg a német könyvpiacpon.” Wolff könyve azonban soha nem jelent meg magyarul.

Amint Cserhádi és Kosutány utal rá, az általunk írott munka nem helyettesítette, hanem inkább kiegészítette Wolff könyvét. Felkértem ezért dr. Thamm Frigyesné, hogy a nyelvi és szakmai ismeretei birtokában vállalja el a mű fordítását. Wolff nyelvvezete a mai olvasó számára is követhető, így a szöveghű fordításon nem változtattunk. A régies stílus, nevezéktan, mértérendszer, nem zavaró, inkább színesíti az előadást. Az érdeklődő olvasók és a jövő generációi számára elérhetővé válnak olyan meghatározó tudománytörténeti munkák, melyek a fejlődés láncszemeit képezik. A korábban megjelentek az MTA TAKI honlapjáról szintén letölthetők (<http://www.taki.iif.hu/>).

- 1.) Albrecht Thaer (1809–1821): Az ésszerű mezőgazdaság alapjai: A trágyázástan. Szerk.: Kádár Imre. MTA TAKI. Budapest, 1996.
- 2.) Justus von Liebig (1841–1876): Kémia alkalmazása a mezőgazdaságban és a növényélettanban. Szerk.: Kádár Imre. MTA TAKI. Budapest, 1996.
- 3.) Heinrich Ditz (1867): A magyar mezőgazdaság. Szerk.: Kádár Imre MTA TAKI Budapest, 1993.
- 4.) Justus Liebig (1842): A szerveskémia alkalmazása az élettanban és a kórtanban. Szerk.: Kádár Imre. MTA TAKI Budapest, 2007.

Az agrokémiai ismeretek összessége, az agrokémia tudománya nem más, mint az agrokémia története. Mondhatjuk tehát, hogy csak egyetlen tudomány van, a történelem. A megismeréshez vezető legjobb út áttekinteni elődeink tapasztalatait. A jelenségek, szemléletek történelmi gyökereit vizsgálva kialakul ítéletalkotó és kritikai készségünk és elkerülhetjük azokat a zsákutcákat, melyekkel napjaink gyorsan változó világában találkozunk. Emellett a nagy gondolkodók műveinek olvasása, a velük való találkozás mindig nagy élményt nyújt. Vizsgálunk kell, hogy mely kérdések érdekelték a növény táplálással foglalkozó kutatókat a múltban. Hogyan vetődtek fel ezek a problémák és hogyan vezettek el a jelenkori nézetekhez? Wolff nyelvezete logikus, világos. Könyvéből élményszerűen megismerheti az olvasó az agrokémia alapelveit, a növény táplálás alapjait. A munka egyaránt ajánlható a kutatók, oktatók, szaktanácsadók, egyetemi és főiskolai hallgatók, valamint a gondolkodó, racionális gazdálkodást folytató gyakorló gazdák számára.

IRODALOM

- Deller, B.*: 1988. 100 Jahre Bodenuntersuchung in VDLUFA. Bedeutung, Probleme, Erfolge. VDLUFA-Schriftenreihe. 28: 191–213.
- Liebig, J.*: 1840. Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn. Braunschweig.
- 'Sigmond, E.*: 1904. Mezőgazdasági Chemia. Term. Tud. Társulat. Budapest.
- Wahnschaffe, F.*: 1903. Wissenschaftliche Bodenuntersuchung. 2. Auflage. Paul Parey. Berlin.
- Wolff, E.*: 1864. Entwurf zur Bodenanalyse. Die Landw. Versuchtst. 6: 1–141.

Dr. Kádár Imre

SZEMLE

Review

Az élelmiszerválság és az agrártudomány

KÁDÁR IMRE

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Budapest

Összefoglalás

A termőföld nem csak egy közönséges áru vagy input tétel a globális cégek kezében. Az élet hordozója, emberiség öröksége. Újra kormány szintű programokat kell indítani a hazai talajok számbavételére, funkcióik, termékenységük megőrzésére. Helyre kell állítani a mezőgazdasági kutatás, oktatás és szaktanácsadás életképességét, hogy felkészülhessen az előtte álló feladatokra. Az agrártudományoktól (beleértendő tágabban a kutatás, oktatás, szaktanácsadás, növény- és talajvédelmi szolgálat, stb.) elvett és a biotechnológiai ipar érdekeltségi köreinek évente nyújtott milliárdokat vissza kell adni a nemzeti agrártudományoknak. Ez a hosszútávú agrárpolitikai program anyagi alapjául szolgálhatna. A magyar mezőgazdaság egyik, még ma is részben meglévő erősségét jelentik az agrárkutató-intézetek. Az 1800-as évek II. felében Darányi miniszter által alapított és az ő szellemében működő szakembergárda, a volt kísérletügy alapozta meg a magyar mezőgazdaság világhírűvét a XIX. sz. végén. Majd az 1960–1990-es évekhez fűződő kiemelkedő agrárteljesítményeket szintén csak a megfelelő támogatottságú kutatói, oktatói, szaktanácsadói hálózat és infrastruktúra volt képes biztosítani. A nagy termékek, versenyképes termékek előállításában ez a háttér nyilvánult meg. A magyar mezőgazdaság az új kihívásoknak, az élelmiszer- és az energiatermelés követelményeinek e nélkül nem lesz képes megfelelni.

A jövőbeni tennivalók sokrétűek. A parlagon hagyott földek újra művelésbe vonhatók. Az agrárkutatásnak célszerűen legyen az MTA a gazdája, hiszen az Oktatási Minisztériumhoz tartozó egyetemektől ez a koordináció és a főállású kutatómunka, kísérleti tevékenység nem várható el. A Földművelési és Vidékfejlesztési Minisztérium gyakorlati célú programokkal, megbízásokkal segíthetné az agrárkutatói, szaktanácsadói munkát. Az MTA Agrárosztálya első lépésben egy öt éves tervet, valamint egy távlati 20 évre szóló tervet dolgozhatna ki a prioritások kijelölésével ez év végéig. Az MTA vezetése megtárgyalhatná a Kormány Tudománypolitikai Bizottságával és a parlament elé kerülhetne törvényi jóváhagyásra. A programra biztosított támogatási keret 50%-át fordíthatnák a mezőgazdasági kutatóintézetek (MTA, FVM) alapellátásának javítására. A támogatási keret másik 50%-a pályázat útján kerülhetne a sikeres pályázókhoz. A programhoz, ill. a törvényjavaslathoz széleskörű társadalmi támogatást, ötpárti egyeztetést kell biztosítani. A talajpusztulás és a társadalmi stabilitás összefüggéseit, a történelmi tapasztalatokat bemutatva, tudatosítani szükséges a lakosság körében.

Kulcsszavak: agrártudomány, biotechnológia, élelmiszerválság, talajpusztulás, társadalmi stabilitás

Food crisis and agricultural science

I. KÁDÁR

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry
of the Hungarian Academy of Sciences (RISSAC), Budapest

Summary

Fertile land is not only a simple product or input lot in the hands of global companies. The carrier of life, the heritage of mankind. New government programs need to be launched to reckon the Hungarian soils and to preserve their functions and fertility. The viability of agricultural research, education and technical advisory has to be re-established in order to be able to prepare for the tasks coming. The billions taken from agricultural sciences that has been given to the interest groups of biotechnology industry for years has to be given back to the national agricultural sciences. This would serve as a basis of a long-term agricultural program. Agricultural research institutes represent one of the still partially existing strengths of Hungarian agriculture. The expert staff founded by minister Darányi in the second half of 1800s laid the foundations of the world fame of Hungarian agriculture at the end of the 19th century. Also, the outstanding agricultural performances could only be provided by the properly supported researcher, educational, consultant network and infrastructure. This was the background behind big yields and competitive products. Without this, Hungarian agriculture will not be able to conform to the new challenges and the requirements of food and energy production.

Future tasks are manifold. Uncultivated lands can be cultivated again. Agricultural research should be managed by the Hungarian Academy of Sciences, as this coordination, full-time research work and experimental activity cannot be expected from the universities belonging to the Ministry of Education. The Ministry of Agriculture and Rural Development could support agricultural research and consultancy by practical programs and commissions. As a first step, the Agricultural Department of the Hungarian Academy of Sciences could work out a 5 years long plan and a long-term 20 years long one by the end of this year, pointing out the priorities. The management of HAS could discuss them with the Science Policy Committee of the Government and it could be submitted to parliament for legal approval. 50% of the funding secured for the program could be allocated to the improvement of the basic supply of agricultural research institutes (HAS, Ministry of Agriculture and Rural Development). The other 50% of funding could be distributed among successful applicants by means of submitting project proposals. Comprehensive social support and coordination of the five parties have to be ensured for the program and the draft. Awareness has to be raised among the population concerning the connections between soil degradation and social stability, while also presenting historical observations.

Key words: agricultural science, biotechnology, food crisis, soil degradation, social stability

A 20. század II. felében a mezőgazdaság fejlődése vitathatatlanul sikeres volt a világ nagy részén, hiszen élelmiszer-bőséget teremtett mérsékelt árakon. Árnyoldala, hogy az éhséget számos fejlődő országban nem volt képes felszámolni. Az éhezők száma a 800 milliót ma is meghaladja a Földön és ez a szám feltehetően drasztikusan nőni fog. Sőt, láthatóan a fejlett gazdag országokban is jelentős rétegek alultápláltak vagy éheznek (munkanélküliek, otthontalanok, nyugdíjasok egy része). Az étletlenül optimális, minőségi tápláltság valójában az emberiség nagyobb felének nem adatik meg.

A termesztett növények ásványi elemhiánya egyre több elemet érint. Ma már nemcsak a nitrogén, foszfor és kálium elemek terén gyakori a nem kielégítő ellátottság. Világméreteket öltött a gabonafélék Zn-hiánya (Anatólia, Dél-Európa, USA, India). Ismert Skandinávia Se-hiánya. Ugrásszerűen megnőtt a kénhiány számos régióban, mivel mérseklődött a kén ipari emissziója. És a sort folytathatnánk egy tucat mikroelemmel, különösen a kertészeti kultúrákban és a belterjesen hasznosított legelőkön, gyepeken. Az egyoldalú és tartós NPK műtrágyázás ugyanakkor drasztikus beavatkozást jelent a talajba. Megváltozik egy sor elem növényi felvétele az elemek közötti antagonizmusok és szinergizmusok nyomán. A talaj-növény-állat-ember sorsa összefügg, a talaj hiányosságai a rajta termő növény és az azt fogyasztó állat és ember egészségén tükröződik (Kádár 1992, 1995).

Az ásványi elemek élettani funkciókat szabályoznak, a hiányuk vagy túlsúlyuk hiány- vagy túlsúlybetegségekhez vezethet a humán populációban is. Egyre nehezebb feltárni a minőséget befolyásoló, ill. terméslimitáló tényezőket. A növények, állatok tápláltságának irányítása átfogó tudományos felkészültséget és hatalmas tudományos kísérleti háttérrel igényel, mellyel ma egyre kevésbé rendelkezünk. Mintegy két tucat elem sorsát kellene figyelmekkel kísérnünk a talaj-növény-állat rendszerben. Nem ismertek valójában az élettani, agronómiai, környezeti összefüggések és kölcsönhatások. Sok tekintetben alapvető ismereteket, ahogyan a múltban úgy a jövőben is, a tartamkísérletekből nyerhetünk. A kapott ismeretek bázisán fejlődhet tovább a kutatás, oktatás és gyakorlati szaktanácsadás. Ezzel alapozható meg a racionális gazdálkodásunk, környezetvédelmünk, az ország anyagi jóléte és biztonsága (Kádár 1993, Kádár és Szemes 1994, Kádár 1998).

A kenyér és a halak megsokszorozásának bibliai csodáját a mezőgazdaság csak akkor tudja folytatni, ha az előttünk álló óriási kihívásoknak elébe megyünk. Az élelmiszertermelésen túl az energiatermelés is feladatunkká vált. Becslések szerint, figyelembe véve a bioenergia-termelés szükségleteit, a fő gabonafélék mint a búza, rizs, kukorica iránti igény évente 1,5%-kal nőhet, miközben a termőföld mérséklődik. Ebből adódóan felgyorsul majd a marginális területek, természetes őserdők, szavannák, vizes élőhelyek művelésbevonása. Környezeti pusztítást és a biodiverzitást csökkenését kiváltva (Cassman és Liska 2007).

Az energiakrízis lassan állandósul, a szituáció megváltozott. Az élelmiszer és az energia összefügg, termelésük versenyhelyzetet teremt a mezőgazdaságban. A változások lélegzetelállítóan gyorsak, így nehéz általánosítani, ill. megbízható következtetésekre jutni. Az USA-ban pl. az etanol célú kukorica-felhasználás 2005 és 2006 között, 1 év alatt 1/3-ával nőtt. Ez rossz hír a gabonaimportőr országoknak, a szegény régióknak, akik nem tudják megfizetni az importot. Mérséklődtek az élelmiszer-készletek, segélyalapok. Az élelmiszerbiztonsággal kapcsolatos aggodalmakat növeli a biotechnikai haladás, a környezeti szennyeződés hatása és a globális éghajlatváltozással összefüggő bizonytalanság is. megújuló energia (bioenergia) termelése termőföldet igényel. Horn (2008) szerint USA az üzemanyag szükségletének 10%-át a kukorica termelésének 52%-ával válthatná ki. Az EU-ban reálisan 5–6%-ot lehetne pótolni a tartalékföldek, pihentetett területek ilyen célú igénybevitelével.

Növelnünk kell az élelmiszertermelést, mely növekvő tőkebefektetést, nagyobb tudást, kutatási háttérrel feltételez. Valójában azonban hiányzik ez a háttér még a fejlett országokban is. Leépült, hiszen átmenetileg (relatív) élelmiszerbőség lépett fel (USA, EU). Az agrárkutatás kikerült a figyelem középpontjából. A fejlődő világban is csökken a mezőgazdasági munkaerő, tért hódít a városiasodás. A rohamosan terjeszkedő városok gyakran a legtermékenyebb síkságokat, talajokat falják fel. És nemcsak a talajokat, hanem a víztartalékokat is, melyek lehetővé tennék az öntözést. Új divatos irányzat jelent meg, mely a próféták szerint minden gondját megoldja az emberiségnek, ez a biotechnológia.

A döntéshozók, politikusok kutatási prioritásait döntően a biotechnológiai ipar érvei határozták meg. A jól működő agrárintézményektől elvonták a pénzt, a fejlődés lehetőségét. Pedig az általuk kidolgozott alapokra, eljárásokra épült hazánkban az 1960–1990. évek látványos fejlődése, a főbb kultúrák termésének megkétszereződése, megháromszorozódása, az olcsó és bőséges élelmiszerellátás. Milliárdok árán két új kutatóközpont is épült (Szegeden, majd Gödöllőn). A biotech próféták azt hirdették az 1970-es évek elején pl., hogy a búza is nitrogént fog kötni a levegőből rövidesen. Nem lesz szükségünk műtrágyára. Kb. 10 évenként elhangzott, hogy a cél közel van.

Már nem hallunk újabban erről a csodáról. Új ígéretek hallunk: a GMO növények legyőzik majd az aszályt, betegségeket és soha nem látott terméseket adnak majd. Megdöbbentő, hogy az MTA vezetése 2006-ban egy titkos tervet készített abból a célból, hogy az agrárkutató intézeteit feláldozza a biotechnológia oltárán. Ez lett volna az „akadémiai reform”? A terv nyilvánosságra került és megghiúsult, de tükrözi a tudománypolitika egyes képviselőinek szűklátókörűségét. A biotechnológia, ahogy a nevében is olvasható, a biotechnológiai ipart szolgálja ill. annak édesgyermeké. Finanszírozása

alapvetően az ipar feladata lenne, melyet a biotech ipar az állami, sőt akadémiai költségvetésre próbál áthárítani az agrártudományok nem titkolt felszámolása árán is (*Darvas 2007*).

Maene (2007) szerint lassan a politikusok is rádöbbennek arra, hogy túl sok tojás van a biotech kosárban, miközben az égetően fontos kutatások lehetőségei beszűkültek világszerte. A biotechnológia egyáltalán nem csodaszer. Valójában nem rendelkezünk olyan bizonyítékokkal, melyek ellenőrzött tudományos közleményekben igazolják a rekámozott terméstebbleteket, a nagy genetikai potenciált és az aszálytűrést. *Cassman és Liska (2007)* megjegyzi... „valószínű, hogy a termékek a következő 10 évben sem nőnek érdemben, amennyiben nem indulnak kutatások a terméslimitáló tényezők megismerésére, innovatív talajművelési és növénytermesztési eljárások kidolgozására.”

Közben a pályázati pénzek nagyobb része továbbra is biotech cégek zsebébe vándorol. Egyes vélemények szerint hasonló a helyzet Magyarországon is (*Lázár 2007, Bodoky 2007*). *Fribourg (2005)* arra hívta fel a figyelmet, az USA Mezőgazdasági Minisztériuma vizsgálata szerint a növénykutatásra szánt támogatás jelentős hányadát 2002–2004. között nem az agrárintézmények kapták. A hét kutatási témából öt téma támogatásának 91%-a molekuláris genetikára jutott. Ugyanakkor Nebraska államban pl. a kukorica szaktanácsadásának ajánlásai a nitrogén esetében 30, a foszfor és kálium esetében 50 éves eredményekre épülnek. Nem ismert az újabb fajták, energia növények, gyógyhatású élelmiszernövények stb. igénye. Ezzel a problémával Magyarország is szembesül.

Még a privát szféra is mérsékelte a kutatásra szánt összegeket, mint pl. a mezőgazdaságot szolgáló kémiai ipar. A kutatás-intenzív növényvédelem korábban a forgalmának 10, most 7,5%-át fordítja erre az USA-ban. A privát szféra kutatási prioritásai azonban mások mint a közösségi, állami szféráé. A profitot szolgálja. A műtrágyagyárak, itthon is megszüntették a kísérletek támogatását. Valójában nincs is gazdája az agrárkutatásnak. Az 1960-as évektől kormányprogramok indultak létrehozva a megfelelő infrastruktúrát, kísérleti kutatói, oktatói bázist, szaktanácsadó intézményeket. Mindmáig a legjobb befektetésnek minősült és sokszorosan megtérült a következő évtizedekben. Most a leépítése történik mindennek. Feléljük azt a 100 milliárdos nagyságrendű tőkét is, melyet talajainkba fektettünk termékenységüket, tápanyagállapotukat javítva az intenzív műtrágyázás időszakájában. Vagyonmérlegeinkben mindez nem jelenik meg sem országos, sem üzemi vagy tábla szinten.

Montgomery (2007) szerint globálisan a legnagyobb fenyegetettséget talán az jelentheti, hogy elfogy az élet újratermeléséhez szükséges termőföld. Ugy becsüljük, hogy a vándászó/gyűjtögető társadalomban 20–100 ha/fő, a vándorló földművelés idején 2–10 ha/fő, a letelepedett mezőgazdasági közösségben 0,5–1,5 ha/fő, a mai intenzív gazdálkodásban 0,2 ha/fő termőföld biztosíthatja az ételmet. Napjaink 6 milliárd körüli népességét 1,5 milliárd ha művelt terület táplálja. Az előrejelzések szerint 2050-re a művelt terület akár 0,1 ha/fő értékre eshet a népességi nyomás és a talajpusztulás miatt. Lassan kicsúszhat a lábunk alól a talaj. A rövidtávú piaci érdekek miatt a társadalom lassan reagál a veszélyes változásokra, melyek nem látványosak mint egy földrengés vagy egy árvíz (*Dobermann és Cassman 2001*).

Berry (2002) szerint nem nő a búza termése az USA-ban vagy Mexikóban. Elértünk egy technológiai plafont. A nagy termésemelkedés 1950–2000. között volt, mely az akkori fajtaváltás, kemizálás és gépesítés eredményét tükrözte. Már nem adhatunk több műtrágyát, ha a talajok jól ellátottak, telítettek. A hidroponika csak kicsiben életképes munkaintenzív körülmények és energiabőség mellett. A növénynevelés tartalékai is kimerülöben. Elméletileg a genetikai manipuláció még hozhat áttörést azzal a kockázattal, hogy szuperkompetitív fajok kerülhetnek a mezőgazdasági, természeti környezetbe ismeretlen következményekkel. Ma a világ aratástól aratásig él, mint a kínai paraszt az 1920-as években. Ma ez a haladás.

Az élelmiszertermelés és a mezőgazdaság jelenkori sajátosságait elemezve *Nagy (2008)* kiemeli, hogy a gyakran 40–60%-ot is elérő, vagy meghaladó állami támogatás megszüntette a szabad piacot. Az ágazat azt termel, amit támogatnak. A globális tőke ural-

ma alá került és profitérdekük irányítják. A mezőgazdaság már egyre kevésbé a vidéki lakosság megélhetésének forrása és élettere. A tőke számára a paraszti életforma feleslegessé válik, népesség kiszorul a munkaerő-piacról. Nem cél az egészséges élelmiszerellátás vagy a nemzeti önellátás. A termelés különféle adalékokat, hozamfokozókat, toxikusan ható mesterséges anyagokat használ. Kiiktatja a helyi fajtákat, génbankokat, melyeket saját genetikailag módosított (GMO) vetőmagjával helyettesíti. Leépíti a nemzeti agrárkutatókat, kísérletügyet, minőségellenőrző és szaktanácsadószerveket, hogy kontroll nélkül mozoghasson. Mindezt teszi a „versenyképesség” mítoszát hangoztatva. A szerző szerint az élelmiszertermelés problémáját nemzetbiztonsági ügyként kell kezelni, mert a GMO kérdés a genodíciium kérdését is felvetheti.

Sajnos nem a családi farm az uralkodó, ahol a tulajdonos a földet megőrzi és generációk adják át egymásnak. Érzelmileg is kötődve minden röghöz. Az emberiség történetében mindig pusztult a talaj ha elidegenedett a személyes törődéstől, gazdátlanná vált. Az ókori latifundium, vagy a modern monokultúrák erre egyaránt jó példák. Arisztotelésznél a négy alapelem (föld, levegő, tűz, víz) első tagja a föld, a talaj, mely létezésünk alapja minden tekintetben. Az élő és életet hordozó talaj, melyet úgy kezelünk, mintha kimeríthetetlen és ingyen adott volna. Az olajat pl. stratégiai anyagnak tekintjük, a talaj hosszútávon még inkább az és talán előbb elfogyhat mint az olaj.

A talajpusztulás globálisan egy-két nagyságrenddel haladja meg a talajképződés ütemét, melyet geológiai skálán mérünk. Természetes körülmények között évezredek alatt alakul ki a talaj mint természeti test, 1–2 évszázad alatt 1–2 cm feltalaj képződhet (*Alexander 1988, Brown 1981*). A talaj nemcsak a termőképesség funkciójával rendelkezik. A víz, hő, energia és a növényi tápanyagok raktára, az élővilág primer tápanyagforrása, a természet szűrő és detoxikáló rendszere, a bioszféra génezervoárja és a biodiverzitás fenntartója. A társadalom közös öröksége és kincse. Az Európa Tanács 1990. évi állásfoglalása szerint a talaj ökológiai funkcióinak megőrzését kell elsődlegesnek tekinteni használata során. Mi a hazai helyzet? A termőföldnek nincs értéke. A rendszerváltás óta kormányaink egymást túllícitálva büszkélkedtek a zöldmezős beruházásokkal. A legjobb talajaink sok ezer hektárja pusztul évente, miközben egyik-másik globális óriáscég néhány év múlva, amikor már itt adózni kellene, továbbvándorol. Maga után hagyva a jóvátéhetetlen kárt. A rendszerváltás óta Magyarországon 500 ezer ha-ral csökkent a termőterület. Ebből mintegy 80 ezer ha-t véglegesen kivontunk a mezőgazdasági termelésből. Elnyelte az ipar, városiasodás, autópályák, stb.

Az agrártámogatások zöme mindenütt (Egyesült Államok, Európa vagy nem kevésbé Magyarország) a nagy árutermelő monokultúrák gazdaságoknak jut, melyek környezet/talajpusztítók és kevés embernek adnak munkát. A valós költségek alapján nem volna előnyük a családi gazdaságokkal szemben. Az eróziót olajjal váltja ki a nagyüzem, főként műtrágyákkal. Ellenállóvá, fenntarthatóvá a fajgazdagság, a diverzitás tehet, mely monokultúrában szintén nem valósulhat meg. A biotechnológia, a GM növények a globális cégek monokultúrák gazdálkodását szolgálják. Az USA Mezőgazdasági Minisztériuma (USDA) vizsgálatai szerint pl. a peszticidek használata nem csökkent a GM növénytermesztésben, bár hirdetői éppen arra hivatkoztak, hogy e növények ellenállóak. A növények termőképessége sem nőtt érdemben, sőt a GM szójavetőmag több mint 8000 szabadföldi kísérlet eredményei alapján kevesebbet termelt (*Montgomery 2007*.)

Stephens az 1840-es években Közép-Amerika őserdeiben elveszett civilizációk, 40 ősi város nyomaira bukkant. *Montgomery (2007)* könyvében a talaj szerepét vizsgálta az emberiség történetében arra a következtetésre jut, hogy a modern társadalmak nem tanulnak a múltból. Az emberhez hasonlóan a civilizációknak is van élettartama. Fejlődnek, birtokba veszik életterületüket, majd túlnépesedve lepusztítják erdeiket, erodálják (kimerítik, elsózzák stb.) talajaikat. A lakosság kipusztul, elvándorol, a civilizáció összeomlik. Ez történt az ókori civilizációkkal mint Görögország, Róma, Maja birodalom, Húsvét szigetek stb. Egyiptom elkerülte ezt a sorsot, mert a Nílus hordaléka évente újratertemterménységét. „Egyiptom a Nílus ajándéka” – mondta már az ókorban Hérodotosz.

Az üledékek geológiai vizsgálata szerint pl. a Maja civilizáció háromszor omlott össze

és éledt újjá a történelem folyamán. Az első kiteljesedő talajerózió kb. 3,5 ezer évvel ezelőtt kezdődött a kukorica művelésbevitelével. A népesség megfogyatkozott, elvándorolt. Majd egy évezred után újraéledt a természet, benépesült a térség. A növekvő népesség a síkságok után művelésbe vonta ismét a hegyoldalakat, kiirtva erdőket, bekövetkezett a talajpusztulás, összeomlás. Maják elhagyták városaikat. Hasonló bizonyítékokkal szolgálnak az üledékminták a Húsvét szigeteken. Valamikor nagy közösség jelentős emlékművekkel (monumentális, kultikus kőszobrok, kőfejek) elnéptelenedett és a barbarizmusba süllyedt. Az ökológiai öngyilkosság a szigetek talajában, üledékében megőrződött. Népességyomás hatására 1200–1600 között teljesedett ki az erdőirtás, talajerózió. Ezt követte a népesség, az egész közösség csaknem teljes pusztulása. Eltűnt az élet, a 20 őshonos madárfajból 2 maradt fenn (*Ponting* 1993, *Hunt* és *Lipo* 2006, *Mieth* és *Bork* 2005).

Horn (2008) szerint a növekvő népesség és fizetőképes kereslet (Kína, India, DK-Ázsia) által generált élelmiszerezigeny folyamatosan és drasztikusan emelkedik, melyhez most a bioenergia növények termelése is hozzáadódik. Emellett a gyógyszer- és csomagolóipar alapanyagát szintén a növénytermesztésnek kell majd egyre inkább szolgáltatnia a jövőben a vegyipari alapanyagok helyett. (Lásd a nem lebomló nejlonzacskok betiltása, cseréje keményítő alapú csomagoló anyagokra). Ezzel szemben rohamosan csökken a termőföld, az öntözővíz-készlet és a tengeri halállomány. *Diamond* (2007) szerint Kína legértékesebb termőterületének mintegy 40%-át veszítette el az utóbbi évtizedek látványos ipari, infrastrukturális fejlődése és a városiasodás nyomán. Hasonló a helyzet a világ, ill. Európa más vidékein, általában a legjobb földeket építik be. Kínában hagyományosan a földek felét öntözik, de a világ legnépesebb országa különösen érzékeny a vízhiányra, mert negyed annyi víz jut egy lakosra mint a világátlag. A túlhasználat miatt a talajvízszint gyorsan süllyed, helyére gyakran tengervíz áramlik és a talaj elsózódik, tönkremegy.

A hagyományos DK-ázsiai öntözéses rizstermesztéses gazdálkodás évszázadokon, évezredekken át fenntartható volt. A talajok termékenységét sikerült megőrizni. A kínai paraszt minden növényi, állati, emberi hulladékot, trágyaszert visszajuttatott a talajba és elősegítette a talajképződést. Erre már *Liebig* (1876) felhívta Európa figyelmét. Hasonló volt a helyzet Korea öntözéses gazdálkodásában (*Kádár* 1992). A vízhiány a természetciált csökkentti, másutt is probléma. *Horn* (2008) arra utal, hogy pl. USA 12 szövetségi államában vezettek be öntözéskorlátozást a talajvízszint süllyedése miatt. Ez a terület állítja elő az ország növénytermelési értékének 1/3-át. Ami a tengeri halászat fenntarthatóságát illeti, a szerző az alábbiakat közli: „A halból él 200 millió halász a Földön, 4 millió halászhajó járja a vizeket. Egymilliárd embernek az értékes állati-fehérje bázisa kizárólag a hal. A tengeri halállomány, a fő halfajokat tekintve, jelenleg 70%-kal kevesebb a rablóhalászat miatt, mint akár 50–60 éve”. Minden mozgó halat kifognak a csúcstechnológia (pl. légi felderítés stb.) és a tiltott módszerek alkalmazásával, teszi hozzá még a szerző.

Mi a tanulság? Mi nem tudunk elvonulni az ökológiai krízis elől mint a vadászó-gyűjtögető, vagy a vándorló földművelő őseink, új földeket keresve. A Föld véges. Fel kell ismerni a talaj valódi értékét, mely nem csak egy közönséges áru vagy input tétel a globális cégek kezében. Az élet hordozója, emberiség öröksége. Újra kormányzati programokat kell indítani a hazai talajok számbavételére, funkcióik, termékenységük megőrzésére. Helyre kell állítani a mezőgazdasági kutatás, oktatás és szaktanácsadás életképességét, hogy felkészülhessen az előtte álló feladatokra.

A magyar mezőgazdaság egyik, még ma is részben meglévő erősségét jelentik az agrárkutató-intézetek. Az 1800-as évek II. felében Darányi miniszter által alapított és az ő szellemében működő szakembergárda, a volt kísérletügy alapozta meg a magyar mezőgazdaság világhírűvét a XIX. sz. végén. Majd az 1960-as évekhez fűződő kiemelkedő agrárteljesítményeket szintén csak a megfelelő támogatottságú kutatói, oktatói, szaktanácsadói hálózat és infrastruktúra volt képes biztosítani. A nagy termékek, versenyképes termékek előállításában ez a háttér nyilvánult meg. A magyar mezőgazdaság az új kihívásoknak, az élelmiszer- és az energiatermelés követelményeinek e nélkül nem lesz képes megfelelni.

Leonardo da Vincinek tulajdonítják azt a mondást, hogy: „Többet tudunk a csillagok járásáról, mint a lábunk alatti talajról.” Ez ma is igaznak látszik, hiszen a Holdon látogatást tettünk, míg a földi problémák megoldatlanok maradtak. Franklin D. Roosevelttel reagálva az USA viszonyaira, a talaj pusztulás mértékére az 1920-as, 1930-as években, kijelentette: „Az a nemzet, mely elpusztítja a talaját, önmagát pusztítja el.” Chamberlain szerint: „Ha a talajaink erodálnának nekünk is mennünk kell. Hacsak nem találjuk meg a módját hogyan élhetünk a nyers sziklán.” Amit a talajjal teszünk, magunkkal tesszük. Egy ember nem állíthatja meg az eróziót, de elindíthatja. A felelősség közös. Rá kell ébrednünk arra, hogy az alapvető és hosszútávú problémák megoldásának prioritást biztosítsunk.

IRODALOM

- Alexander, E. B.*: 1988. Rates of soil formation, implications for soil-loss tolerance. *Soil Science*. 145: 37–45.
- Berry, W.*: 2002. The whole horse. [In: Kimbrell, A (ed.) *The Fatal Harvest Reader: The tragedy of industrial agriculture*]. 39–48. Wasington, D. C. Island Press.
- Bodoky T.*: 2007. Milliárdos állami támogatások a magyar biotechnológiai sikertörténet mögött. *Index.hu*. 2007. 03. 14.
- Brown, L. R.*: 1981. World population growth, soil erosion and food security. *Science*. 214: 995–1002.
- Cassman, K. G.–Liska, A. J.*: 2007. Food and fuel for all. Realistic or foolish? *Wiley Interscience*. (Web: www.interscience.wiley.com)
- Darvas B.*: 2007. Húsz év magány. *Élet és Irodalom*. 52. 2: 5.
- Diamond J.*: 2007. Összeomlás. Tanulságok a társadalmak továbbéléséhez. Typotex Kiadó. Budapest, 577.
- Dobermann, A.–Cassman, K. G.*: 2001. Challenges for sustaining productivity gains and environmental quality in intensive grain production systems of Asia and the US. [In: Horst, W. J. et al. (eds.) *Plant Nutrition*]. 966–967. Kluwer Academic Publishers.
- Fribourg, H. A.*: 2005. How does the National Research Initiative spend our money? *CSA News*. 50: 8–13.
- Horn P.*: 2008. Termeljünk-e több kukoricát? *Agrofórum*. 19. 4: 20–23.
- Hunt, T. L.–Lipo, C. P.*: 2006. Late colonization of Easter Island. *Science*. 311: 1603–1606.
- Kádár I.–Szemes I.*: 1994. A nyírlugosi tartamkísérlet 30 éve. MTA TAKI. Budapest, 248.
- Kádár I.*: 1992. A növénytaplálás alapelvei és módszerei. MTA TAKI. Budapest, 398.
- Kádár I.*: 1993. A kálium-ellátás helyzete Magyarországon. KTM-MTA TAKI. Budapest, 112.
- Kádár I.*: 1995. A talaj-növény-állat-ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon. KTM-MTA TAKI. Budapest, 388.
- Kádár I.*: 1998. A szennyezett talajok vizsgálatáról. Kármentesítési Kézikönyv. 2. Környezetvédelmi Minisztérium. Budapest, 151.
- Lázár Gy.*: 2007. Befektetésre alkalmatlan. *Élet és Irodalom*. 51.11:16.
- Liebig, J.*: 1876. *Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agriculture und Physiologie*. 9. Auflage. Ed.: Zöller, Ph. Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn. Braunschweig.
- Maene, L. M.*: 2007. Plant nutrition and human well-being. [In: Neve, S. De. et al. (eds.) *An industry perspective*]. 16th CIEC Symposium Proc. Univ of Ghent. Belgium, 3–13.
- Mieth, A.–Bork, H. R.*: 2005. History, origin and extent of soil erosion on Easter Island (Rapa Nui). *Catena*. 63: 244–260.
- Montgomery, D. R.*: 2007. *Dirt. The erosion of civilizations*. Univ. of California Press. Berkeley, Los Angeles, London, 285.
- Nagy B.*: 2008. Élelmiszerbiztonság mint egészségmegelőzési és nemzetvédelmi kérdés. *Agrárunió IX*. 3: 41–43.
- Ponting, C.*: 1993. *A green history of the world. The environment and the collapse of great civilizations*. Penguin Books. New York, 222.

A szerző levelezési címe – Address of the author:

Dr. Kádár Imre
MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete
Budapest
Herman Ottó út. 15.
H-1022