

A TALAJOK GYÓGYÍTÓJA

BLASKÓ LAJOS 70 ÉVES

A TALAJOK GYÓGYÍTÓJA

BLASKÓ LAJOS
70 éves

Debreceni Egyetem
Mezőgazdaság, Élelmiszertudományi
és Környezetgazdálkodási Kar

Debrecen, 2017.

Szerkesztő:

Tamás János
Zsembeli József

Lektor:

Lehoczky Éva
Nagy Attila

SZERZŐK

Antal Károly	Lóki József
Aranyos Tibor József	Makádi Marianna
Baranyi Béla	Nagy Attila
Birkás Márta	Négyesi Gábor
Blaskó Lajos	Orfánus Tomáš
Botos Szilvia	Pancsira János
Budai Júlia	Pepó Péter
Charles Burriel	Pósa Barnabás
Czellér Krisztina	Riczu Péter
Czimbalmos Róbert	Sárvári Mihály
Dekemati Igor	Sinka Lúcia
Demeter Ibolya	Szemők András
Fehér Bernadett	Szentpétery Zsolt
Füleky György	Szőke Szilvia
Gálya Bernadett	Tamás János
Győri Zoltán	Tarnawa Ákos
Herdon Miklós	Tomócsik Attila
Huzsvai László	Tóth Albert
Jolánkai Márton	Tóth Tibor
Jóvér János	Tuba Géza
Juhász Csaba	Várallyai László
Kassai M. Katalin	Várallyay György
Kátai János	Viliam Nagy
Kende Zoltán	Zsembeli József
Kovács Györgyi	Zsigrai György
Lengyel Péter	

Felelős kiadó: Debreceni Egyetem Mezőgazdaság, Élelmiszertudományi
és Környezetgazdálkodási Kar
ISBN 978-963-473-966-1

TARTALOMJEGYZÉK

TAMÁS JÁNOS: A talajok gyógyítója - Prof. Dr. Blaskó Lajos, 70 éves	9
BLASKÓ LAJOS: Talajdegradációs folyamatok, talajjavítás és a talajhasználat lehetőségei a Tiszántúl kötött talajain	17
VÁRALLYAY GYÖRGY: Ésszerű talaj- és vízgazdálkodás, mint a vidékfejlesztés, a mezőgazdaság és a környezetvédelem kulcskérdése a tiszántúlon	36
ANTAL KÁROLY, BUDAI JÚLIA, BLASKÓ LAJOS: Mezőgazdasági gyakorlatban elterjedt talajjavító anyagok hatása a gyöngyöseszori nehézfém-tartalmazó meddőhányó rekultiválásában	47
ARANYOS TIBOR JÓZSEF, TOMÓCSIK ATTILA, DEMETER IBOLYA, FEHÉR BERNADETT, MAKÁDI MARIANNA: Szennyvíziszap komposzt alkalmazásának hosszú távú hatásai savanyú homoktalajon	57
BARANYI BÉLA: Rendszerváltás tétje az alföldi mezőgazdaságában	69
BIRKÁS MÁRTA, DEKEMATI IGOR, KENDE ZOLTÁN, PÓSA BARNABÁS, SZEMŐK ANDRÁS: Talajművelési kihívások a 21. század 2. évtizedében	81
CZIMBALMOS RÓBERT: A karcagi forgatás nélküli művelés kutatásának történeti áttekintése	93
FÜLEKY GYÖRGY, JOUSEF HAMID: A talaj karbonát-tartalmának oldódási kinetikája	104
GÁLYA BERNADETT, RICZU PÉTER, JÓVÉR JÁNOS, NAGY ATTILA, TAMÁS JÁNOS, BLASKÓ LAJOS: Aszály kockázat becslése alföldi referencia területen	113
GYŐRI ZOLTÁN: Talajvizsgálatok a felső tiszai ártereken a nehézfém szennyezések után (2000-2015)	129

HERDON MIKLÓS, TAMÁS JÁNOS, CHARLES BURRIEL, VÁRALLYAI LÁSZLÓ, BLASKÓ LAJOS, GÁLYA BERNADETT, RICZU PÉTER, LENGYEL PÉTER, PANCSIRA JÁNOS, BOTOS SZILVIA: Agrárerdészeti oktatásfejlesztése európai dimenzióban	140
HUZZVAI LÁSZLÓ, SZŐKE SZILVIA: A talaj hőáramlásának modellezése	152
JOLÁNKAI MÁRTON, TARNAWA ÁKOS, SZENTPÉTERY ZSOLT, KASSAI M. KATALIN: Talajművelés és növénytermesztés	164
KÁTAI JÁNOS, PEPÓ PÉTER, SÁRVÁRI MIHÁLY: Talajtani és növénytermesztési kutatások tartamkísérletekben	173
LÓKI JÓZSEF, NÉGYESI GÁBOR: Fizikai talajféleségek deflációérzékenysége jász-nagykun-szolnok megyében - szélcsatorna mérések alapján	190
ORFÁNUS TOMÁŠ, VILIAM NAGY: Comparison of soil-water retention at regional and field scales. Case study from zahorska lowland in S-E Slovakia	199
TÓTH ALBERT: Az éghajlatváltozáshoz igazodó agrárkultúra lehetőségei a „háromföld” térségében	208
TÓTH TIBOR, TUBA GÉZA, ZSEMBELI JÓZSEF, FEJÉR SÁNDOR ZSOLT, BLASKÓ LAJOS: Szolonyec talajok javításának hosszútávú hatása a talajtulajdonságokra	222
ZSEMBELI JÓZSEF, SINKA LÚCIA, CZELLÉR KRISZTINA, TUBA GÉZA, KOVÁCS GYÖRGYI, JUHÁSZ CSABA: A harmat mennyiségének meghatározása súlylíziméterekkel	235
ZSIGRAI GYÖRGY: Az eróziós károk agrotechnikai mérséklési lehetőségeinek vizsgálata tokaj-hegyalja löszös termőhelyein	247

A TALAJOK GYÓGYÍTÓJA - PROF. DR. BLASKÓ LAJOS, 70 ÉVES

PROF. DR. TAMÁS JÁNOS

*Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodás Kar, Víz és Környezetgazdálkodási Intézet
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.
E-mail: tamas@agr.unideb.hu*

Tisztelt Olvasó! Nehéz és gyakorlatilag lehetetlen egy közvetlen munkatársról objektíven írni, így erre én nem is teszek próbálkozást. Valószínűleg én is a szakmai száraz tények és szubjektív elfogultság határán egyensúlyozva fogom leírni soraimat, mint teszik ezt legtöbben ezen kötet szerzői közül. Először is nekik szeretném szerkesztői köszönetemet kifejezni, hiszen az ünnepelt mellett nélkülük nem jöhetett volna létre ez a szakmailag is kiváló kötet. Fontos azt is megjegyezni, hogy valamennyi szerző első megkeresésünkre szinte azonnal vállalta az írás feladatát, amely tény kiválóan jelzi Blaskó Lajos professzor úr személye iránti tiszteletet és megbecsülést. Ezen könyv azonban nem csak egy a szakmai könyvek közül, hanem annak a korszaknak a szakmai esszenciája, amely döntően a talajok védelmével és javításával rendkívül komolyan foglalkozott. Napjainkban ennek az ismeretanyagnak a fontossága hihetetlenül felértékelődik, akkor amikor a termőtalajaink rohamosan zsugorodnak, a meglevők sok helyen szennyeződnek. Ezért azok számára is fontos üzenete van a kötetben leírtaknak és az ünnepelt élettapasztalatának a megismerésében, akiket látszólag kevésbé érint meg a talajtudomány. Őszintén gondolom nekik is és természetesen a szakma közelebbi művelőinek is van mit ezekből az ismertekből útravalóul eltennie.

Blaskó Lajos professzor úr 1972-ben a Gödöllői Agrártudományi Egyetem növénytermesztési szakirányán szerzett diplomát. Már pályája kezdetén a növénytermesztés két területe érdekelte erősebben a növényvédelem és a talajtan. A mérleg ez utóbbi javára dőlt el, ugyanis termelőszövetkezetben töltött gyakornoki idő után Karcagon a Talajművelési Kutató Intézetben kapott munkát.

Ez a pályakezdés a mezőgazdasági kutatóintézetek átszervezésének idejére esett. Az 1970-es évektől a szervezetben a táj kutatás mellett egyre nagyobb súlyt kapott a szakterületek szerinti specializáció. A kialakult munkamegosztásban az előző periódusokban elért eredmények alapján a Karcagi Kutató Intézet fő profilja a talajművelés és talajjavítás lett. A Talajművelési Kutató Intézet országos hatáskörrel koordinált minden e témakörökben folyó kutatást. Az intézetben már találkozott fiatal kutatóként a Mezőségi, a Réti és a Szikes Talajok Osztályain az alkalmazott talajtan különböző problémáival.

Első tudományos segédmunkatársi beosztása Dr. Kapocsi István vezetésével működő Réti Talajok Osztályán volt, ahol nagy szorgalommal fogott hozzá a réti talajok tulajdonságainak megismeréséhez. Ebben inspirálták Máté Ferenc professzor úr és Stefanovits Pál akadémikus úr korabeli művei.

Munkája a Kisújszálláson és Hosszúháton beállított vetésforgós tartamkísérlethez kötődött, amelynek célja a meszezés optimális adagjának megállapítása és a meszezésre jól reagáló növények kiválasztása volt.

A korábbi kísérleti eredmények többsége erdőtalajokon folyt és ezekre vonatkozóan egyre több adat jelezte, hogy a csökkentett adagok nagyobb hatékonysággal alkalmazhatók. Réti talajra azonban kevés publikált hazai adat volt.

1974-től az Intézet kutatásának irányítását Nyiri László professzor úr vette át, akinek publikációi betekintést adtak az erdőtalajok javítására vonatkozó kísérletek eredményeire is. Közvetlen munkatársa Balogh István, akivel munkamegosztásuk úgy alakult, hogy Balogh

István az erdő, majd homoktalajokon folyó kísérleteket vitte, Blaskó Lajos pedig a nagy agyagtartalmú réti és réti csernozjom talajokon fekvőket folytatta. Kutatási módszerük szerves része volt a szabadföldi parcellás kísérletek mellett a tenyészedényes összehasonlító kísérlet is. A több talajtípusra kiterjedő kutatás lehetővé tette az eredmények összevetését, így mindegyikük saját vizsgálati anyagát a savanyú talajok szinte teljes skálájával összehasonlítva értékelhette. Az erdő és homoktalajokon elért eredményeket összevetve a nagy agyagtartalmú talajon folyó kísérletekben tapasztaltakkal állást tudott foglalni a különböző javítóanyag adagok hatékonyságának kérdésében. Kimutatta, hogy amíg a könnyebb mechanikai összetételű talajokon lehetőség mutatkozott a javítóanyagok adagjának csökkentésére, addig nagy agyagtartalmú réti talajokon a legkedvezőbb javítóhatás nagyobb adagú javítóanyag alkalmazása mellett volt tapasztalható. Ennek fő oka, hogy ezeken a talajokon nemcsak a kémiai, hanem a fizikai, vízgazdálkodási tulajdonságokat is javítani kell. A talajjavítási kísérletek eredményei közvetlenül beépültek a MÉM-NAK Trágyázási Útmutatójába és a Nyiri László professzor által készített talajjavítási tanácsadó füzetekbe is.

A nyugat-dunántúli pszeudoglejes, pangó-vizes talajok és a tiszántúli réti talajok sok vonatkozásban különböznek, de van egy nagyon fontos közös tulajdonságuk; a kémiai tulajdonságok javítása mellett - sokszor annál még nagyobb hangsúllyal - szükség van a fizikai-vízgazdálkodási tulajdonságok javítására is.

Blaskó Lajos kezdettől fogva mindig kiemelt figyelmet szentelt a fizikai talajtulajdonságoknak, a porozitás-viszonyoknak, a vízáteresztő képességnek, a humusz minőség változásainak. A fizikai vizsgálatok végzésében Karuczka Antallal, és Kazó Bélával és Kocsis Istvánnal volt jelentős együttműködése.

A talajfizikai vizsgálatok elméleti hátterének megteremtésében meghatározó volt számára Várallyay György akadémikus úr munkássága, akivel először már gödöllői talajtani szakmérnök hallgatóként ta-

lálkozott, aki a Talajfizika című tárgy keretében tanította a vízgazdálkodási ismereteket. Publikációi egész pályája során nagyban segítettek és inspiráltak a talaj-víz rendszerben lejátszódó folyamatok mélyebb megismerésére.

Később ez a szakmai kör bővült Rajkai Kálmán akadémikus úrral, akivel közösen vettek részt egy a Lublini Agrofizikai Kutató Intézet koordinálásával folytatott „Talajszerkezet...” című nemzetközi projektben, ami lehetőséget adott a talajfizika eredményeinek és problémáinak európai szintű megismerésére.

A kedvezőtlen talajfizikai- és vízgazdálkodási tulajdonságok mellett a savanyú talajok termékenységének korlátozó tényezőjét a rossz tápanyag-szolgáltató képességben látta, ezért kiemelt figyelmet fordított a meszezés és tápanyag-szolgáltatás, ezen belül főleg a foszforformák és a meszezés összefüggéseinek vizsgálatára. A foszfor talajban való megkötődésére, amelyekhez Fülek György professzor úr frakcionált foszfor meghatározásában publikált cikkei adták a kezdeti útmutatást.

A talajjavítás tápanyagok mobilitására gyakorolt hatása mellett foglalkoztatta a műtrágyázás talajra gyakorolt hatása is. A kutatás hátterét az Intézetben korábban beállított tartamkísérletek és vizsgálatsorozatok képezték. Meghatározó volt számára Sárosi Sándor professzor úr által beállított „Talajművelési rendszer kísérlet”, amelyet 1977-ben meszezési műtrágyázási kísérletként alakítottak át, illetve Láng Géza akadémikus úr által alapított Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek hálózatához tartozó hosszúhúti és karcagi kísérletek. Ez a kísérlethálózat alapvetően a műtrágyák optimális adagjának meghatározását célozta, de jelentősége messze túlnőtt ezen a tartalmon. A kísérlet kezeléseit, az értékelés metodikáját a korszak vezető növénytermesztő, agrokémikus, talajtanos és statisztika tudósai dolgozták ki. A kísérleten kutatók, asszisztensek és dolgozók egész sora tanulta meg a szabadföldi kiscellás kísérleti munkát.

Saját kutatásaiban a műtrágyázás mészállapotról gyakorolt hatása-

ira helyezte a fő hangsúlyt. A nagyszámú talajminta bázisalkotóinak gyors, egyszerűsített vizsgálata érdekében a hosszadalmas kicserélhető kation meghatározás helyett a foszfor és kálium kivonására használt ammónium-laktát-ecetsav oldószer felhasználási lehetőségeit kezdte el vizsgálni. A módszer alkalmazásakor támaszkodott Loch Jakab professzornak az AL-oldható Mg tartalom meghatározásában elért eredményeire. A hagyományos talajsavanyúság mutatók AL-oldható bázisokkal való bővítése lehetővé tette a savanyú, kalcium- és magnézium hiányos talajok pontosabb elkülönítését és a kettős komponensű Ca-Mg-tartalmú javítóanyagok alkalmazási technológiájának továbbfejlesztését. A későbbiekben az AL-kivonat alkalmazását ki-terjesztette a szikes talajok kationtartalmának vizsgálatára is.

A savterhelés és a talaj puffer kapacitás összefüggéseinek elemzésében Murányi Attila kapcsolódó munkái jelentettek támpontot. A meszezési kísérletek kapcsán együttműködés alakult ki Helmezy Balázs professzor úrral is.

Később az OMTK kísérletek végzésében Zsigrai Györggyel vett részt, akivel több közös publikációban értékelték a tartós műtrágyázás talajra gyakorolt hatásait, amelyet az OMTK kísérletekhez kapcsolódó, a kísérletek eredményeit összegező könyv egyik szerzőjeként tett közvé. Debreczeni Béláné és Lehoczky Éva professzor asszonyokkal közös fejezetekben ismertette a kémhatás, mészállapot és műtrágyázás hatását a talajok mikroelem- és néhány toxikus elemtartalmára. A könyv második kiadásban az összes kísérleti hely talajvizsgálati eredményeit értékelve a műtrágyázás talajtani hatásainak részletes elemzésére nyílt lehetősége.

Az 1980-s évek közepétől az akkor kibontakozó komplex meliorációs programokat alapozó kísérletek munkáiban vett részt. A Karcagi Kutatóintézet koordinálásával az Alföld jellegzetes talajain kémiai, mechanikai javítási és drénezési kezelésekkal meliorációs modelltelepek létesültek. Közvetlen felelősségébe a Tisza-II tározó hatásterületén létesült Abádszalóki meliorációs modelltelep tartozott. A komplex me-

lioráció eredményeinek értékelését és a drénezett területeken megvalósuló anyagmozgási folyamatok elemzését akkor Juhász Csaba és Zsembeli József közreműködésével végezte el. Szikes talajokkal való kapcsolata tovább bővült Jász- Nagykun- Szolnok megyére kiterjedő öntözési hatásvizsgálattal, ahol Wafi Mohamed segítette munkáját. A szikesek javítási lehetőségeinek vizsgálatában a Karcagi Kutató Intézet több évtizedes kísérleti eredményei és a Nyíri László vezetésével létrehozott Karcag-pusztai Meliorációs Modelltelep - amelynek irányítását 1990-ben vette át - jelentették munkája fő kísérleti bázisát.

A szikesedés kérdéseiben való elmélyülést siettetette, hogy egy évtizeden keresztül gyakorlati kurzust vezetett a témában a Wageningeni Agrártudományi Egyetem hallgatói részére. Már kutatóintézeti munkája idején is aktívan bekapcsolódott az egyetemi oktatásba. Ez kezdetben az intézetben lebonyolított rövid gyakorlatok és látogatások szervezésében és kutatási témájában tartott előadások tartásában és a Debreceni Egyetem oktatóval végzett közös kutatásokban nyilvánult meg. 1986-ban címzetes egyetemi docensi kinevezést kapott a Mezőgazdasági Kémiai Tanszékre, majd 2002-ben habilitált. Jellemzően kiváló szakmai kapcsolatokat ápolt a karon Pepó Péter növénytermesztési professzor úrral, Filep György és Kátai János talajtani professzor urakkal, Győri Zoltán vegyész és Lóki József földrajz professzor urakkal. Az ország valamennyi talajtani kutatójával napi kapcsolatban volt, akiket lehetetlen lenne a már említetteken kívül részletesen felsorolni, de egy szubjektív listából talán a legfontosabbak: Németh Tamás akadémikus úr, Birkás Márta professzor asszony, Micheli Erika professzor asszony, Lehoczky Éva professzor asszony, Jolánkai Géza professzor úr, Tóth Albert professzor úr, Tóth Tibor professzor úr és mindazok akik megtisztelték írásukkal ezt a kötetet és mindazok a most fel nem sorolt pályatársak akik egyengették az Ő útját és akikre hatással volt az Ő gazdag és sikeres tevékenysége.

Oktatói tevékenységét kezdetben óraadóként, majd kutatóintézeti vezetői megbízatásának lejártával a Debreceni Egyetem Mezőgazda-

ság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Karának, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézetében főállású egyetemi tanárként folytatta. 2008-ban egyetemi tanári kinevezést kapott Tamás János professzor meghívására a MÉK Víz- és Környezetgazdálkodási Intézetébe. Pályájának ezen új szakaszában a talajtani témák kutatása a térinformatika és távérzékelés eszköztárával is bővült. Kutatásaiban, publikációiban ekkor már jelentős szerepet kapott a „helyspecifikus” szemlélet és az agrár-környezetgazdálkodás. A növénytermesztés kockázati tényezőinek kutatásában Gálya Bernadettel vett részt. A szikes talajok újabb hasznosítási lehetőségeinek kutatásában a szántóföldi mellett foglalkozott az alternatív (energianövény, gyep, erdő) hasznosítás lehetőségeivel is ahol Czibalmos Róbert, Aranyos Tibor és Jóvér János volt segítségére.

Az elmúlt évtizedben a számára hagyományos „Talajvédelem, – Talajjavítás” diszciplínák mellett a „Precíziós mezőgazdaság” és a „Természeti elemek védelme” tantárgyakat is jegyezte, később a nemzetközi képzésben e tárgyak angol nyelvű oktatását is gondozta. Bekapcsolódott az „Agroforestry” tárgy alapításába, amelynek keretében Herdon Miklós professzor ERASMUS projektjében is aktívan részt vesz.

Blaskó Lajos professzor úr a talajjavítási témakörben méltán bír országos elismertséggel, amelyet számos a talajjavítási témához kapcsolódó szintetizáló mű és tankönyvek fejezetei fémjeleznek, így többek között Birkás Márta professzor asszony szerkesztésében a Földművelés és Földhasználat című nívódíjas tankönyvnek is egyik társszerzője. Szikesedés, másodlagos szikesedés vonatkozásában elismertségét mutatja, hogy a Springer Kiadónál megjelent „Encyclopedia of Agrophysics” szikesedés, valamint az öntözés és drénezés fizikai hatása-it összegező fejezet megírását is Ő végezte. Kollégáinak elismerését jelzi, hogy az MTA Agrárostályának választott köztestületi tagjaként is képviselhette a talajtan szakmai ügyeit. A DE MÉK „Pro Scientiis Agriculturae Dij” kitüntetésben részesítette, a Wageningeni Agrártu-

dományi Egyetem: Pro- Universitate díjjal (1996) ismerte el munkáját a Magyar Agrártudományi Egyesület „50 éve a magyar mezőgazdaság szolgálatában” (2005) elismerését is megkapta, és tulajdonosa a Debreceni Agrárkutatásért Emlékéremnek (2012) is.

Tevékenysége sok helyen talált elismerésre, annak ellenére, hogy a napjainkban oly elterjedt önmenedzselés nagyol távol állt alkatától. Mindig hitt abban, hogy nem az a döntő egy szakmai vitában, hogy ki milyen hangosan tud érvelni, hanem az, hogy amit mond annak mi a szakmai súlya. Ez adta hitelességét is. Az, amit a Professzor úr meggyőződésből állított a mögött mindig több évtizedes saját méréseken alapuló gyakorlati tapasztalat is állt. Ezt a tudást és tapasztalatot mindig önzetlenül osztotta meg munkatársaival, hallgatóival és bárkivel, aki hozzáfordult. Az elmúlt 70 év egy hihetetlenül gazdag és önmagában is teljes életpályát takar, azonban mindnyájan reméljük ez egy olyan állomás, amely után még sokáig jó egészségben eltöltött időszak következik, amelyben továbbra is bátran fordulhatunk tanácsokért Blaskó Lajos professzorhoz a talajok bölcs és tapasztalt, tiszteletre méltó gyógyítójához.

TALAJDEGRADÁCIÓS FOLYAMATOK, TALAJJAVÍTÁS ÉS A TALAJHASZNÁLAT LEHETŐSÉGEI A TISZÁNTÚL KÖTÖTT TALAJAIN

BLASKÓ LAJOS

*Debreceni Egyetem Mezőgazdaság, Élelmiszertudományi és
Környezetgazdálkodási Kar, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet
4032 Debrecen, Böszörményi út 138
E-mail: blaskol@agr.unideb.hu*

ÖSSZEFOGLALÁS

A tiszántúli kötött talajok legfontosabb degradációs formái a savanyodás, szikesedés, szerkezetleromlás és tömörödés, valamint felszíni eliszapolódás és kergesedés. Mészben szegény réti talajokon a meszezés kedvezően befolyásolja a talaj fizikai, vízgazdálkodási tulajdonságait és tápanyag-szolgáltató képességét. A savanyú talajok javítását az ökológiai, élelmiszerbiztonsági és ökonómia érvek egyaránt indokolják. Szikes talajok javíthatóságát és hasznosíthatóságát meghatározza talajvíz helyzete, a só és nátrium felhalmozódási szint mélysége. Szántóhasznosítás érdekében javítást végezni csak ott érdemes, ahol tartós talajvíz-szint süllyedési tendencia jellemző és az A-szint 15-20 cm-nél mélyebb. A sekélyebb A-szintű réti szolonyc talajokon a gyeppel történő hasznosítás lehetséges. A szikes talajon zajló anyagforgalmi folyamatokat döntően meghatározza a mikro-domborzat. A mélyebb és egyben nedvesebb fekvésű kilúgzott részekben nagyobb szervesanyag-tömeget termő fűfajok nőnek, magasabb és egyben szárazabb fekvésben a szerves-anyag produktum és a humusz felhalmozódás kisebb. Legelő védő erdősáv céljára fatelepítés ott lehetséges, ahol

a legfeljebb „gyengén sós”, „gyengén szolonyeces” és szódamentes feltalaj 80-90 cm-nél mélyebb.

BEVEZETÉS

A talajjavítás feladatkörébe a talajtermékenységet gátló tényezők közül a nagy homoktartalomból (országosan 746000 ha), a savanyú kémhatásból (1200000 ha), a szikesedésből (757000 ha), a mélyebb rétegek szikesedéséből (245000 ha) sekély termőrétegből (400000 ha), a talajszerkezet leromlásából, a talajtömörödésből (1200000 ha) eredő hibák mérséklése tartozik (SZABOLCS és VÁRALLYAY,1978; VÁRALLYAY,2001).

A talajjavítás helyének, szerepének, súlypontjainak megítélése a két évszázados történet során sokszor változott. Az utóbbi évtizedekben két szélsőséges vélemény, illetve tevékenység bontakozott ki.

Az 1950-es évektől meghatározó volt a szántóterület növelésének szándéka és minden kedvezőtlen adottságú talaj megjavítására való törekvés. Az 1970-es évektől kibontakozó komplex meliorációs programok a talaj és felszíni vizek teljes körű szabályozását és kémiai és fizikai tulajdonságok együttes javítását tűzték ki célul, még a szélsőségesen kedvezőtlen adottságú területeken is.

Ma ezzel szemben a talajjavítás területén szinte semmi sem történik. A talajjavítás teljes elhanyagolása természetesen egyáltalán nem felel meg a fenntartható fejlődés kritériumainak. A talajjavítás jelenlegi válságos helyzete is jelzi, hogy a hosszú történeti múlt és az elért eredmények ellenére a talajfolyamatok részletes megismerése, a talajjavítás szükségességének, szerepének és alkalmazandó eljárásainak újraértékelése nélkülözhetetlen.

Az újraértékelést napjainkban két fontos körülmény teszi szükségessé:

A klímaváltozásnak hidrológiai és talajtani következményei, a már jelenleg is kimutatható anyag és vízforgalmi változásoknak talajhasználati, talajjavítási lehetőségeket és igényeket módosító hatásai vannak.

A talajjavítás helyének, szerepének ártértékelését a mezőgazdasági termelés körülményeinek lényeges változásai is indokolják. Ezeket VÁRALLYAY (2001) az alábbiakban összegezte: „Egy korszerű, új, EU-konform agrár-stratégia a globális mennyiségi szemlélettől teljesen eltérő gondolkodást, tevékenységet követel, amelyben a fenntarthatóság, a minőség, a nemzetközi versenyképesség, a reális ráfordítás-haszon elemzéseken alapuló tényleges hatékonyság és jövedelmezőség, valamint a környezet károsodásának megelőzése válnak fő célkitűzéssé.”

A jövő, környezetet is kímélő mezőgazdasági termelése egyre inkább igényli az eltérő tulajdonságú talajfoltokhoz igazodó talajhasználat és a táblán belüli foltok eltérő tulajdonságait is figyelembe vevő „precíziós” gazdálkodás alkalmazását. Az agroökológiai tényezők térbeni változékonyságához igazodó, környezetkímélő, precíziós mezőgazdaság alapvető követelménye, hogy agrotechnikailag követhető léptékben feltárjuk a növénytermesztési táblák tér- és időbeni változékonyságot, és a változékonyságot döntően meghatározó tényezőket. Így lehetővé válik, hogy a különböző talajjavítási, talajművelési, tápanyag-visszapótlási eljárásokat az adott talajfolt igényeinek megfelelően differenciáltan alkalmazzuk (TAMÁS, 2001; NÉMETH et al.,2007)

A precíziós elvek alkalmazásának Magyarországon ma még kevésbé vizsgált területe a talajjavítás, annak ellenére, hogy a javítást igénylő talajok többsége erősen heterogén. Ez különösen így van szikes talajokon, ahol a pH és mészállapot, só-felhalmozódás, kicserélhető Na-tartalom tekintetében egy-egy táblán belül egymástól erősen különböző, eltérő javítóanyag-mennyiségeket és többnyire különböző javítóanyag féleségeket (pl. mész, vagy gipsz) igénylő és eltérően hasznosítható foltok fordulnak elő.

Az ökológiai és ökonómiai szempontok összeegyeztetése a talajjavításban is csak úgy lehetséges, ha minél szélesebb körű helyspecifikus ismeretanyaggal rendelkezünk a talajokban zajló folyamatokról. A talajjavítási kutatások egyik fő feladata, hogy érveket adjon a

megváltozott ökológiai és ökonómiai feltételek közötti fenntartható talajhasználatot megalapozó döntésekhez. Ennek érdekében a négy évtizedes, a nagy agyagtartalmú kötött talajok javítására és hasznosítására vonatkozó saját és munkatársaimmal közösen végzett kutatások eredményeiből levonható következtetéseket foglalom össze. Az eredmények részletes kifejtése az irodalomjegyzékben felsorolt művekben található.

A TISZÁNTÚLI TALAJOK SAVANYODÁSA ÉS A SAVANYÚ TALAJOK JAVÍTÁSA

Az eredetileg is savanyú talajok a Tisza és mellékfolyóinak szénsavas-mészben szegény üledékein alakultak ki. Az folyószabályozás előtti gyakori elöntések kilúgozó hatása és a vízbőség körülményei között zajló szervesanyag-felhalmozódás és bomlás helyenként igen jelentős aktuális és potenciális savanyúságú réti és lápos réti talajokat alakított ki.

A savanyú réti talajokon folytatott meszezési tartamkísérlet eredményei szerint kötött réti talajon a kémiai javítás a mintegy 1t/ha GE termésnövekedést eredményezett a meszezésre jól reagáló cukorrépa, kukorica, napraforgó termesztése esetén (BLASKÓ, KERÉKGYÁRTÓ, 1983; BLASKÓ, 1985a;) Ezen a talajokon, ahol a meszezés fizikai vízgazdálkodási hatásai is fontosak, a nagyobb mérszadagoknak volt jelentősebb hatása (BLASKÓ,1985a). A meszezés közvetett hatásai között jelentős volt a nitrogén- és foszfor-mobilizáció, illetve a foszfor alumínium- és vas-foszfát formában való megkötődését mérséklő hatás (BLASKÓ,1985b).

A löszön illetve alluviális löszön kialakult talajok felszíni rétege a talajképző kőzet sajátosságainak megfelelően eredetileg karbonátos, vagy legalább gyengén karbonátos volt. Mivel ezeket a talajokat szabályozás előtt a folyók nem vagy csak részben, öntötték el, a „bázis-fogyasztó” szántóföldi növénytermesztés itt kezdődött legrégebben.

A talajhasználat és savanyodás összefüggéseinek vizsgálatára Egységes Országos Műtrágyázási Tartamkísérletben réti csernozjom

talajon végeztünk vizsgálatokat (BLASKÓ,1983; BLASKÓ és ZSIGRAI,1994;1998).

Az elemzés igazolta, hogy infúziós löszön kialakult talajon is jelentős savanyodás következett be, amely nem csak a felszíni talajréteget érintette. A nitrogén műtrágya statisztikailag igazolt savanyító hatása a művelt talajrétegben és mélyebben is kimutatható volt. A savanyodás következtében a talaj kicserélhető kalcium és magnézium tartalma – bár kis mértékben –, de csökkent. A talaj kation tartalmának csökkenésében a nitrogén mellett a káliummal való trágyázásnak is szerepe volt. A magnézium tartalom csökkenésére a nitrogén- és kálium-trágyázás erősebben hatott, mint a kalciuméra.

A jelentős pH csökkenés ellenére másodlagosan elsavanyodott réti csernozjom talajon a folyamat növénytermesztési következményei még nem voltak kimutathatók, következésképpen a meszezés terménynövelő hatása sem volt számottevő, aminek feltételezhető oka, hogy a talaj felső rétege a viszonylag alacsony pH mellett is nagy kalcium és magnézium készlettel rendelkezett és a kifejlett növények gyökerei elérhették a kalciumban gazdagabb réteget. A kation-készlet lassú fogyása és a savanyodás mélységi előrehaladása azonban a pufferkapacitás csökkenését okozza, ami azzal járhat, hogy egy szint elérése után gyors további erős elsavanyodási folyamat indul be, aminek visszafordításához egyre több javítóanyag felhasználására lesz szükség. Ilyen körülmények között a meszezések preventív szerepe lehetne.

A TALAJSAVANYODÁS ÉS MESZEZÉS TALAJFIZIKAI VONATKOZÁSAI

Nagy agyagtartalmú, duzzadó agyagásványokat tartalmazó talajokon a talajjavítási célok között kiemelt jelentősége van a fizikai vízgazdálkodási tulajdonságok javításának. A meszezés a talaj víznyelő és vízátvezető képességét csak laza talajállapot mellett növelte. Tömődött talajon a kétszeres mérszadag is hatástalan maradt, ezért fontos lenne a kémiai és mechanikai talajjavítás együttes alkalmazása (BLASKÓ,1985).

Nagy agyagtartalmú talajokon a talajfelszín tulajdonságai a csírázás és kelés, majd a tenyészidő során a víz- és levegő-gazdálkodás befolyásolása révén nagymértékben meghatározzák a növénytermesztés lehetőségeit. A savanyodási folyamatok, a bázisokban való szegényedés ugyanakkor a talajfelszínen jelentkezik legerősebben.

A felszín csapadék hatására történő eliszapolódása a felszíni talajréteg kisadagú javítóanyaggal való kezelésével mérsékelhető volt. Eső-szimulátorral végzett vizsgálataink (BLASKÓ et al., 1998; BLASKÓ és KARUCZKA, 1999) szerint réti mezősegi talajon a kisadagú meszezés mintegy 20 %-kal, a jobban oldódó gipsszel történő felszínkezelés 30 %-kal hosszabbította meg a felszínről történő vízfolyás kezdetéig eltelt időt. A két javítóanyag hasonló mértékben növelte a vízbeszivárgás állandósult értéket is.

A talaj vízbefogadásának javítására a kémiai javításnál hatásosabbnak bizonyult a talajtakaró mulcs alkalmazása. Réti talajon a szalmatakarás a kémia javítóanyagokhoz viszonyítva többszörözte a felszíni elfolyás kezdetéig eltelt időt. A kémiai javítóanyag és a szalmatakarás közötti nagy hatáskülönbség alapján levonható az a következtetés, hogy az adott talajon nemcsak a kalcium hiányára oka a felszín eliszapolódásának, hanem jelentős hatása van az esőcseppek becsapódása által okozott szerkezetrombolásnak is. Következésképp a mulcshagyó technológiáknak meghatározó szerepe van a talaj vízbefogadó képességének javításában.

SZIKESEDÉSI FOLYAMATOK, A SZIKES TALAJOK JAVÍTÁSA

A Tiszántúlra az 500-550 mm éves csapadékösszeg és 700 mm-re tehető potenciális evapotranszspiráció jellemző. A jelenleg ható éghajlat-változási tendenciák (csökkenő csapadék, növekvő potenciális evapotranszspiráció, következképp növekvő klimatikus vízhiány) számos olyan, a talajfejlődésben fontos tényezőt változtattak meg, amelyek közvetlen, vagy közvetett módon a víz- és anyagforgalom, a felhalmozódás és kilúgozás dinamikáját is befolyásolhatják. A csök-

kenő csapadékmennyiség következtében a kilúgozás mérsékeltebb. Az éghajlati vízhiány növelheti a kapilláris úton a talajfelszín közelébe jutó só mennyiségét is. A csökkenő csapadék, és a folyókban ideérkező kevesebb vízmennyiség és egyéb tényezők (pl.: cső-kutas vízki vétel) viszont talajvízszint süllyedést eredményeznek, ami a talajvízből történő kapilláris emelkedés és ezzel a só-felhalmozódás lehetőségét mérsékli.

Az időjárás és talajvíz-szint, valamint a szikesedés összefüggéseit KARUCKA (1999) vizsgálta liziméteres kísérletben. Kimutatta, hogy csapadékos évjáratban és mély talajvíz esetén a kilúgozási folyamat erősebb. Száraz években ezzel szemben - különösen sekély vízszint esetén - jelentős só-felhalmozódás történik. A legveszélyesebb kombináció; száraz évjáratához társuló magas talajvízállás természetes körülmények között ritkán fordul elő, de öntözött területeken a só felhalmozódás szempontjából veszélyes éghajlati és hidrológiai helyzet gyakran létrejöhet.

A liziméteres kísérlet eredményeivel megegyező tendencia volt kimutatható a szabadföldi mérésekben is. A Tisza-tó térségben az 1970-1980 között több helyen talajvíz-szint emelkedés és só-növekedés volt, amelynek mezőgazdasági következményeiről KAPOCSI et al. (1982) számoltak be.

Ezzel szemben az 1992-2000 közötti időszakban végzett méréseink szerint a Tisza-tó bal parti hatásterületén só-felhalmozódás nem jelentkezett, sőt helyenként a kilúgozási tendenciák felerősödését tapasztaltuk (ZSEMBELI et al. 1996).

Míg öntözetlen körülmények között a sótartalom csökkenése a volt a jellemző folyamat, addig öntözött területeken a só-forgalmi vizsgálataink több helyen sótartalom növekedést mutattak (TÓTH és BLASKÓ, 1998; TÓTH et al., 2001). Az 1980-as és 1990-es évek fordulóján az öntözés sótartalom növelő hatása Jász- Nagykun- Szolnok megye öntözött talajainak mintegy 30%-án volt kimutatható, főleg ott, ahol feltételeken öntözhető, mélyben sós talajokat öntöztek (BLASKÓ és KANBER-WAFI, 1995ab).

A SZIKES TALAJOK SZÁNTÓKÉNT VALÓ HASZNOSÍTÁSA

Növénytermesztési szempontból különösen fontos a kis sótartalmú, kilúgzott feltalaj mélysége, mivel ez határozza meg a gyökerezés lehetséges mélységét, a talajban tárolható víz mennyiségét, ezzel a növény vízzel és tápanyaggal való ellátását. NYÍRI és FEHÉR (1977) tervei alapján beállított karcagpusztai tartamkísérlet lehetőséget adott a kilúgzott réteg mélyülési sebességének, és a különböző javítási eljárások mellett hosszabb távon elért termések meghatározására.

A drénezés nélküli javítás (meszes altalaj terítés, meszezés, gipszezés) hatására az eredeti kilúgozott szint egy évtizedes idő intervallumban 10-60 cm-t mélyült, majd drénezés nélkül az első évtizedben elért szinten maradt. Emelkedő talajvíz-szint esetén a só-felhalmozódási réteg újra feljebb került, de nem emelkedett az eredeti magasságig. Drénezés esetén a termőréteg mélyülési tendencia tovább folytatódott.

Drénezés nélkül a kis sótartalmú réteg jellemző mélysége 20-40 cm között volt, míg drénezéssel 40-90 cm mélységű kis só-, illetve nátrium-tartalmú feltalaj réteg alakult ki.

Viszonylagosan nagyobb talajjavulási és termésmenvelő hatás meszes altalajterítéssel volt elérhető, ugyanis a 400-500 m³/ha digó-föld eleve 5-10 cm-rel megnövelte a kedvezőbb tulajdonságú feltalaj mélységét.

A tartamkísérlet növénytermesztési eredményei talajfoltonként (altípusonként) értékelve az eredetileg kérges réti szolonyec talajfolton drénezés nélkül kémiai javítás hatására 2,0-2,7 GE t/ha átlagos termésszint volt elérhető, ami drénezés mellett 3,2-3,3 t/ha-ig növekedett. Az eredetileg közepes termőrétegű réti szolonyec talajon a drénezés nélküli javításkor 2,9-3,0 t/ha volt a termés. A drénezés hatása ez esetben nem mondható jelentősnek (+0,2 GE t/ha). Az eredetileg mély réti szolonyec, illetve szolonyeces réti talajon az átlagos termésszint CaCO₃-tal végzett talajjavítás mellett meghaladta a 3 t/ha-t. Ez esetben a vízrendezés további 0,5 t/ha GE-ben kifejezett termésmen-

vekedést eredményezett. Az őszi búzából, repceből, lucernából, kölesből, napraforgóból, szegletes lednekből álló vetésszerkezetben az őszi búza hozama 1 t/ha-val nagyobb, mint az összes többi növény átlaga; 7 év alatt a legkisebb búzatermés a legkevésbé hatékony meliorációs kezelésekben 3,14 t/ha, a legjobb kezelésekben 5,05 t/ha volt. (NYÍRI, 1988; 1993; NYÍRI ÉS FEHÉR, 1981; BLASKÓ, 2001; 2005) Mindebből arra következtethetünk, hogy az adott réti szolonyec talaj a javítást követően is elsősorban kalászos gabonatermesztésre alkalmas. A mélyebben gyökerező növények (cirok, napraforgó, repce) csak akkor adtak elfogadható termést, ha a kis só-, illetve Na-tartalmú réteg elérte a 40-60 cm mélységet (BLASKÓ, 2011).

A SZIKES GYEP TERÜLETEN FOLYTATOTT VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI

A gyeppel való hasznosítás megalapozásához vizsgálatokat folytattunk mikro-domborzattól függő víz és az anyagforgalmi folyamatok talajra és gyeppel hozamára gyakorolt hatásának megállapítására.

A só-felhalmozódás és a mikro-domborzat viszonyára hortobágyi szikes talajon végzett vizsgálatuk alapján TÓTH és munkatársai (2001) állítottak fel koncepcionális modellt, miszerint a sók kilúgzása legintenzívebben a mélyebben fekvő réties talajrészekben folyik. MILE és munkatársai (2001) kiskunsági szoloncsák talajon ellentétes megállapítására jutottak, miszerint: "a só akkumulációs folyamatokban kizárólag az alacsonyabban fekvő talajokat találták érintettnek".

Vizsgáltuk, hogy a két ellentétes koncepció közül melyik jellemző a Karcag környéki réti szolonyec talajú gyepe.

A domborzati változatosság következtében természetes gyeppel fedett állapotban különböző foltok jönnek létre, amelyek többek között vízellátottságban különböznek egymástól. A magasabban fekvő részekben, az igen gyenge vízbefogadó-képesség miatt a lehullott csapadékvíz jelentős része nem tud a talajba szivárogni, elfolyik onnan, majd a mélyebb részekben összegyülekezik.

A vizsgált terület sótartalma a hortobágyi talajhoz hasonlóan változott. A magasabban fekvő rész, ahonnan a víz lefolyik már a talajfelszíntől kezdve sós volt. A mélyebben fekvő talajban a sótartalom csak 35 cm-es mélységben lépte túl a sós határértéket (0,1%) . Az AL-oldható Na-tartalom alapján a szolonyeces szint is csak 30 cm alatt volt megtalálható és a Na mennyisége a teljes 1m-es szelvényben jóval kevesebb volt, mint a magasabb fekvésű részek talajában.

A kedvezőbb talajtani körülmények között a mélyebb és egyben nedvesebb fekvésű részeken nagyobb szervesanyag-tömeget termő fűfajok nőnek, magasabb és egyben szárazabb fekvésben a szerves-anyag produktum kisebb. Az üde fekvésű részek jellegzetes fűfaja a réti ecsetpázsit (*Alopecurus pratensis*) volt, a magasabb, száraz fekvésű részek uralkodó fűfaja a juhcsenkesz (*Festuca pseudovina*) volt. Az ecsetpázsitos gyepek fűtermése száraz és nedves évben is jelentősen meghaladta juh-csenkeszesét. A nagyobb gyepfajta nagyobb szerves anyag felhalmozódással járt és a levegőtlen körülmények a lebontást is gátolták. Ennek következtében a talaj humusz, illetve széntartalma a mélyebben fekvő részekben sokkal nagyobb volt, mint a magasabb fekvésű részekben. A vizsgálatok igazolták, hogy a szikes gyepek – különösen annak mélyebb fekvésű része – jelentős szerepet tölt be a szén raktározásában. A magasabban fekvő talaj 1m-es rétegében átlagosan 160 t/ha, a mélyebb fekvésű talaj azonos vastagságú rétegében több, mint 200 t/ha szén volt (BLASKÓ et al.,2011).

A mélyebb fekvésű részek kedvezőbb talajtani tulajdonságait a Hortobágyi NATURA 2000 gyepterületen végzett vizsgálataink megerősítették, így lehetővé vált szolonyec talajú gyepekre a domborzat-talaj összefüggés modell kidolgozása (GÁLYA et al.,2014).

Hagyományos legelő és kaszáló hasznosítás mellett a nagyobb fűtermés többnyire nem hasznosítható takarmánként, mert nem legeltethető, nem kaszálható nyár elejéig a vizenyős foltokon. A betakarításra, illetve legeltetésre alkalmas talajállapot elérésekor az ecsetpázsit többnyire elvénül. Az ecsetpázsitos gyepek egyik új potenciális hasznosítása a bioenergia termelés lehet (BLASKÓ, 2011).

A FATELEPÍTÉS LEHETŐSÉGEI RÉTI SZOLONYEC TALAJOKON

A szikes talajok hasznosítására irányuló kutatások között jelentős hagyományai vannak az erdészeti hasznosítás lehetőségeit vizsgálóknak is.

Az Alföld fásításának kérdése az elmúlt évszázadok során időről-időre a figyelem középpontjába kerülő területe az erdőgazdálkodásnak. A Püspökladányban réti szolonyec talajon végzett fásítás tapasztalatai (TÓTH et al.,1972) alapján a gyökerek számára kívánatos termőréteg-mélység bakhátak kialakításával teremthető meg. MAGYAR (1956) szerint ez a módszer elsősorban vízösszefutásra hajlamos foltokon, laposokon indokolt, de szárazabb területen is jobb eredményt érhető el vele, mint bármi más eljárással.

A kedvezőtlen adottságú talajok fásításának újabb lendületet adhat, hogy az EU mezőgazdasági kutatásai között prioritást élvez a mezőgazdasági erdők különböző ökológiai körülmények közötti telepítési lehetőségeinek kutatása. Az agrár-erdészeti kombinációk között szerepelők közül szikes talajon az erdő-legelő (Silvopasture) jöhet számításba.

A szikesek fásítási lehetőségeinek vizsgálatára CSONTOS IMRE és KAPOCSI ISTVÁN által tervezett karcagi legelőfásítási kísérletében végeztünk vizsgálatokat. A térinformatikai és fatérfogat-becslési munka részletes leírása a munkában résztvevő egyetemi hallgató VERES (2013) szakdolgozatában található.

A fatelepítés bakhátak kialakításával történt. A bakháthoz szükséges földet a nyomvonal melletti sávból tölték össze. Így a környező talaj A-szintjének mélységétől függően eltérő tulajdonságú szakaszok alakultak ki. A telepített állomány nagyrészt Turkesztáni szil (*Ulmus pumila*), a sáv szegélyében Ezüstfa (*Eleagnus angustifolia* L.) volt.

A kémia vizsgálatok eredményei szerint erdősáv legkisebb fapusz-
tulással ott maradt fenn, ahol a legfeljebb „gyengén sós”, „gyengén szolonyeces” és szódamentes feltalaj 80-90 cm-nél mélyebb volt. Ahol ez a feltétel nem állt fenn, részleges, illetve az 50 cm mélységben szódát tartalmazó és „erősen szolonyeces” talajon teljes fapusz-
tulás

következett be (VERES, 2013; CZIMBALMOS et al., 2014; BLASKÓ et al., 2016)

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A talajok legfontosabb degradációs formái a savanyodás, szikesedés, szerkezetleromlás, tömörödés és a fizikai leromlásra is visszavezethető eróziós folyamatok.

Az utóbbi évtizedekben az eredetileg semleges kémhatású talajokon is jelentős elsavanyodási folyamat zajlott le, és itt is kimutathatók a talajsavanyodással együtt járó kedvezőtlen jelenségek. A savanyú talajok javítását az ökológiai, élelmiszerbiztonsági és ökológiai érvek egyaránt indokolják.

Réti szolonyec talajokon szántó hasznosítással és ennek érdekében végzett talajjavítással csak ott érdemes kísérletezni, ahol a kilúgzott szint mélysége már javítás előtti állapotban is eléri a 20 cm-t. A javítást követően a szikes talaj még sokáig, elsősorban a viszonylag sekélyebben gyökerező gabonafélék termesztésére alkalmas. A mélyebben gyökerező növények termesztése csak akkor lehetséges, ha a kis só- és kicserélhető nátriumtartalmú feltalaj mélysége már elérte a 40 cm-t.

A 20 cm-nél sekélyebb kilúgzott szinttel rendelkező szikes talajokon a növénytermesztést nem érdemes erőltetni. Ez esetben a gyp-pel történő hasznosítás sokkal inkább célravezető.

A gyp talajában zajló víz- és anyagforgalmi folyamatokat alapvetően meghatározza a talajfolt mikro-domborzaton elfoglalt helye. A mélyebb fekvésű részeken a kilúgzás és a humusz felhalmozódása sokkal erősebb, a gyp termése többszörösen nagyobb, mint a magasabb és szárazabb fekvésű részeken. A szikes talaj nedves fekvésű részén nőtt, réti ecsetpázsit vezérnövényű gyp legeltetéssel, illetve kaszálóként nehezen takarítható be. A jelentős humusz felhalmozódás miatt a szikes gyp mélyebb fekvésű részei a szén raktározásával jelentős környezetgazdálkodási szerepet töltenek be.

Az szikfásítási kísérlet eredményei szerint a telepített fák hosszabb távú életben maradására, illetve nagyobb fatömeg produkció elérésére ott van esély, ahol a kis nátrium tartalmú réteg legalább 60 cm-nél és a szódát is tartalmazó réteg 80 cm-nél mélyebben van. Ezek a feltételek mesterségesen, bakhátas telepítéssel teljesíthetők, ha van a közelben elegendő kis sótartalmú feltalaj a bakhát létesítéséhez. Az alkalmazkodó mezőgazdaság követelményeinek sokkal inkább megfelel szikes talajjal komplexet képező, sokszor azok területén belül, vagy közvetlen szomszédságukban lévő, mélyebb termőrétegű réties, vagy a mezőségi talaj felé átmenetet jelentő területeken való erdőtelepítés, ahol gazdaságilag is hasznosítható fatömeg termelésére van lehetőség. A szikes talajok mozaikos jellege és környezetükben a réti, mezőségi talajok felé átmenetet mutató talajfoltok sok olyan lehetőséget kínálnak, ahol a fák vízellátással és a gyökérzóna mélységével szembeni igényei természetes módon biztosíthatók.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Az összefoglaló alapját képező kutatási eredmények elérésében sok elődöm, munkatársam, tanítványom, működött közre. Elődeim a hivatkozott talajjavítási tartamkísérletek beállításával teremtették meg a vizsgálatok végzéséhez szükséges kísérleti háttérrel, mások társszerzőként, asszisztensként, laboránsként, egy-egy részfeladat specializáljaként segítették a kutatási eredmény megszületését. Köszönöm munkájukat.

IRODALOMJEGYZÉK

- BLASKÓ L., 1983. Réti talaj AL-oldható Ca- és Mg-tartalmának változása tartós műtrágyázás hatására. Növénytermelés. 32: 539-547.
- BLASKÓ L., 1985a. A talajjavítás agrokémiai és fizikai hatásai réti talajokon. A melioráció szerepe a termelésfejlesztésben. Budapest. I. köt. 44-53.

- BLASKÓ L., 2001. Réti szolonyec talajon folyó talajjavítási tartamkísérlet. Sustainable Agriculture and Rural Development. Paper presented at the plenary section of Conference held in Debrecen and Nyíregyháza on Long-term Field Experiments in Carpathian Region. Nyíregyháza. 55–89.
- BLASKÓ L., 2005. A talajjavítás jelene és jövője. (In: STEFANOVITS, P., MICHÉLI, E. (szerk.) A talajok jelentősége a 21. században. Budapest. 267-289.
- BLASKÓ L., 2011. A tiszántúli szikes talajok szántóként és gyeppel történő hasznosítása In: FARSANG A., LADÁNYI ZS. (szerk.) Talajaink a változó természeti és társadalmi hatások között: Talajtani vándorgyűlés 2010. Szeged. Talajvédelem különszám. 179-186.
- BLASKÓ L., CZIMBALMOS R., GÁLYA B., HERDON M., TAMÁS J., 2016. Fatelepítés (agrár-erdészet) lehetőségei réti szolonyec típusú szikes talajokon és azok környezetében. Talajtani Vándorgyűlés Debrecen. Talajvédelem Különszám, (In press).
- BLASKÓ L., CZIMBALMOS R., ŐRI N., LENGYEL H., 2011. Domborzattól függő C-készlet alakulása a szikes gyepek talajában In: LÓKI J (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában: II. Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás Debrecen. Kapitális Kiadó, 35-41.
- BLASKÓ L., – KANBER- WAFI, M., - HERTELENDY CS., - ZSOLDOS L., 1995. Monitoring System for Controlling Secondary salinization on irrigated soils. In: Conservation Tillage for Sustaining Soil and Water Quality. Bp. 227-238.
- BLASKÓ L., KANBER-WAFI M. J., 1995a. Talajvédelmi, öntözés ellenőrzési monitoring rendszer Jász-Nagykun-Szolnok megye öntözött talajain In: SINKOVICS GY, BODNÁR K (szerk.) A Debreceni Agrártudományi Egyetem a Tiszántúl mezőgazdaságáért: Tiszántúli Mezőgazdasági Tudományos Napok. Hódmezővásárhely: DATE Állattenyésztési Főiskolai Kar. 113-114.

- BLASKÓ L., KANBER- WAFI M. J., - HERTELENDY CS., - ZSOLDOS L., 1995b. Monitoring System for Controlling Secondary salinization on irrigated soils. In: Conservation Tillage for Sustaining Soil and Water Quality. Bp. 227-238.
- BLASKÓ L., KANBER-WAFI M. J., KARUCZKA, A., 1998. Susceptibility to sealing and crusting of the main Hungarian Plain soil types and elaboration of suitable method for its moderation. In: BIRKÁS, M, MURÁNYI. A. Proceedings of International Conference on Soil Condition and Crop Production. Gödöllő, 246.
- BLASKÓ L., KARUCZKA A., 1999. A talajok kergesedési, cserepesedési hajlama és a felszínlezárodás mérséklési lehetőségei. In: RUZSÁNYI L, LESZNYÁK M., JÁVOR A. (szerk.) Tiszántúli Mezőgazdasági Tudományos Napok. Növénytermesztési szekció. Debrecen, 49-55.
- BLASKÓ L., KERÉKGYÁRTÓ I., 1983. Adatok a napraforgó mészigényeinek meghatározásához. Növénytermelés. 32: 363-370.
- BLASKÓ L., ZSIGRAI GY., 1994. Tartós műtrágyázás néhány környezeti hatása réti csernozjom talajon. 2. Nemzetközi Környezetvédelmi Konferencia. Kecskemét. 53-66.
- BLASKÓ L., ZSIGRAI GY., 1998. A műtrágyázás és a mészállapot összefüggései réti csernozjom talajon. In.: Műtrágyázás, talajsavanyodás és meszezés összefüggései az OMTK kísérlethálózat talajain. Kompolt-Karcag. 107-135.
- BLASKÓ L., 1985b. Meszezés és műtrágyázás hatása a Körös-vidéki réti talajok termékenységére. Kandidátusi értekezés. Karcag.
- BLASKÓ L., 2006. Acidification of a Meadow Chernozem (Luvic Pheozem) soil in the Trans-Tisza Region. Cereal Research Communications 34: 131-134.
- CZIMBALMOS R., BLASKÓ L., VERES G., 2014. Szikesek hasznosítási lehetőségei fás szárú energianövényekkel. In: BALÁZS BOGLÁRKA (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában V.:

- Térinformatikai konferencia és szakkiállítás. 459 p. Debreceni Egyetemi Kiadó. 113-120.
- GÁLYA B., BOZSIK É., SZŐLLŐSI N., RICZU P., BLASKÓ L., TAMÁS J., DEÁK B., BÖKFI, K., HEILMEIER H., 2014. Modelling of soil properties in a NATURA 2000 habitat site in the Carpathian Basin. In: PFEIFER N., ZLINSZKY A.S (eds.) Proceedings of the International Workshop on Remote Sensing and GIS for Monitoring of Habitat Quality. Vienna University of Technology: 113-116.
 - VERES G., 2013. Szikes talajok hasznosítási lehetőségei fás szárú energianövényekkel. Diplomadolgozat DE Műszaki Kar. Debrecen
 - KAPOCSI I., ANDRÁSI I., BALOGH I., 1982. Kutatási jelentés a Tisza-II. tározó talajtani és növénytermesztési hatásainak megállapítására végzett vizsgálatokról. DATE Kutató Intézet. Karcag. Kézirat. 57.
 - KARUCZKA A., 1999. Időjárási viszonyok hatása a szikes talaj só-mérlegére Agrokémia és Talajtan 48: 459-468.
 - MAGYAR P. 1956. A szikes talajok fásítása. Az Erdő 5: 393-403
 - MILE O., MÉSZÁROS, I., VERES SZ., LAKATOS GY., 2001. A talajtulajdonságok térbeli változatossága és a növényzet közötti összefüggés a kiskunsági Péteri-tó melletti szikes területen. Agrokémia és Talajtan. 50. 427-438.
 - NÉMETH T., NEMÉNYI M., HARNOS ZS., 2007. A precíziós mezőgazdaság módszertana. JATE Press és MTA TAKI kiadványa
 - NYIRI L., 1993. Természeti adottságaink és a szántóföldi növénytermesztés lehetőségei. In: Földműveléstan (szerk. NYIRI L.). Mezőgazda Kiadó, Budapest, 22-95.
 - NYIRI L., FEHÉR F. 1981. Effects of chemical amelioration and soil moisture regulation on various types of salt affected soils. Agrokémia és Talajtan. 30. (Suppl.) 139-147.
 - NYIRI L., FEHÉR F., 1977. Tájékoztató a Karcagpusztai komplex meliorációs modelltelepen folyó kutatómunkáról. Kézirat. DATE KI, Karcag.

- NYIRI L., 1988. A talajjavítás fejlesztésének lehetőségei. Doktori tézisek. MTA.
- SZABOLCS I., VÁRALLYAY GY., 1978. A talajok termékenységét gátló tényezők Magyarországon. Agrokémia és Talajtan. 27: 181-202.
- TAMÁS J., 2001. Precíziós mezőgazdaság elmélete és gyakorlata. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
- TÓTH B., JASSÓ F., LESZTÁK J-né, SZABOLCS. I. 1972. Szikesek fásítása. Akadémiai Kiadó. Budapest
- TÓTH T., KUTI L., FÓRIZS I., KABOS S., 2001. A só-felhalmozódás tényezőinek változása a hortobágyi „Nyírólapos” mintaterület talajainál Agrokémia és Talajtan 50: 409-426.
- TÓTH, T., BLASKÓ, L., 1998. Secondary salinization caused by irrigation. In: Rodriguez A R, Mendoza C C J, Salguero M L T (eds.) The soil as a strategic resource: degradation processes and conservation measures. Logrono: Geoforma Ediciones. 29-53.
- TÓTH, T., SUAREZ, D., FODOR, N., VÁRALLYAY, GY., BLASKÓ, L., CRESCIMANNO G, SZENDREI G., 2001. Short- and long-term changes in soil salinity in Hungary In: Abstracts of the Symp. „Sustainable Management of Irrigated Land for Salinity and Toxic Element Control”. Riverside, USA, 31.
- VÁRALLYAY GY., 2001 Szemléletváltozások a magyarországi talajjavítás történetében. Agrokémia és Talajtan. 50: 119-135.
- ZSEMBELI J., BLASKÓ L. JUHÁSZ CS., 1996. A talajvízjárás és a só-mozgás sorozatvizsgálata a Tisza-tó hidrológiai hatásterületén. Tisza szabályozás 150. évfordulója és annak eredményei. Konferencia. Magyar Hidrológiai Társaság. Debrecen, 1996. augusztus 29-31. 155-167.

SOIL DEGRADATION PROCESSES, AMELIORATION AND LAND USE POSSIBILITIES ON THE HEAVY CLAY SOILS OF THE TRANS-TISZA REGION

BLASKÓ LAJOS

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

H-4032 Debrecen, Böszörményi str. 138. Hungary

E-mail: blaskol@agr.unideb.hu

The most significant soil properties limiting the agricultural production in the Trans-Tisza Region are as follows: acidity, natural and secondary salinization combined with high clay content causing poor soil physical properties.

The improvement of acid soils is justified by the reasons of ecological, food safety and economy. Liming of acidic clay soils is necessary for creating better physical conditions and better nutrient supply of crops.

On the rain-fed fields the leaching is dominant over the salt accumulation. In spite of natural leaching like in many other irrigated alluvial plains of the world, the hazard of secondary salinization and alkalization exist in the Hungarian plain, too. The studies carried out on an irrigated area indicate salt accumulation on the areas with rising ground water level.

The amelioration and land use possibilities of salt affected soils are determined by the ground water status and the depth of salt and sodium accumulation.

Amelioration and arable land use of salt affected soils are reasonable only on salt affected soils with deeper A-horizon, which do not need ground water regulation.

The micro relief has a strong influence both on the soil forming processes and on the natural grass vegetation as well. In the micro basins the leaching is dominating over the salt accumulation. The deeper leached layer and the prolonged wet situation makes the developing of richer grass vegetation and the organic material accumulation possible in the soil. The deep-seated salt affected soils are significant carbon storage sites.

Tree planting for agroforestry (silvopasture) on salt affected soils was possible on areas where the salt-free top layer was deeper than 60 cm, and the sodium-carbonate containing layers were below 80 cm.

ÉSSZERŰ TALAJ- ÉS VÍZGAZDÁLKODÁS, MINT A VIDÉKFEJLESZTÉS, A MEZŐ- GAZDASÁG ÉS A KÖRNYEZETVÉDELEM KULCSKÉRDÉSE A TISZÁNTÚLON

VÁRALLYAY GYÖRGY

Magyar Tudományos Akadémia, Agrártudományi Kutatóközpont

dTalajtani és Agrokémiai Intézet

1022 Budapest Herman Ottó út 15.

E-mail: g.varallyay@rissac.hu

BLASKÓ LAJOS 70 ÉVES

Az élet minőségét meghatározó három alapvető tényezőt (megfelelő mennyiségű és minőségű egészséges élelmiszer; tiszta víz; kellemes környezet) csak természeti erőforrásainkkal (elsősorban talaj- és vízkészleteinkkel) történő hatékony és ésszerű gazdálkodással lehet fenntarthatóan biztosítani. Különösen igaz ez a Kárpát-medencére, benne Magyarországra, illetve a Tiszántúlra vonatkozóan. Blaskó Lajos eddigi életművének minden tevékenysége ezt célozta a kutatás, oktatás, nevelés, ismeretterjesztés és mezőgazdasági gyakorlat minden területén. A térség agroökológiai potenciálját elsősorban a szeszélyes időjárás okozta szélsőséges vízháztartási helyzetek (árvíz, belvíz, túlnedvesedés – kiszáradás, aszály) sajnos egyre gyakoribbá válása, tartósságának növekedése és sokoldalú következményeinek súlyosbodása; a talaj szélsőséges kémhatása és mechanikai összetétele, kedvezőtlen vízgazdálkodási tulajdonságai korlátozzák. Blaskó Lajos ezeket ismerte fel, elemezte tudományos oknyomozással. Ezen az alapon állapította meg ezek befolyásolási lehetőségeit a talajhasználatától kezdve a talajjavításig, talajművelésig, a talaj nedvesség és

anyagforgalmának szabályozásáig. Elődei munkáját megismerve, munkatársai közreműködésére is számítva, széles hazai és nemzetközi szakembergárdával történő személyes és intézményes együttműködésben, s a jövő generációit is ezekre oktatta. Eredményesen, közmegegyezésre. Eredményes munkásságának időszaka alatt több globális-kontinentális-országos-regionális-lokális koncepcióváltás gyakran gyökeresen változó igényeit kellett kielégítenie. S ez a talajhasználat, agrotechnika, talajművelés, melioráció, talajjavítás, mezőgazdasági vízrendezés területén gyakran gyökeres szemléletváltást, a kutatási, oktatási, ismeretterjesztési célkitűzések és feladatok módosítását tette szükségessé. S Blaskó Lajos ebben is helyt állt, a szükséges rugalmas alkalmazkodás mellett – széleskörű tudományos ismereteire és tapasztalataira alapozottan – tudott következetes maradni.

Blaskó Lajos sokoldalúan tájékozott, kitűnő kritikai érzékkel, ugyanakkor kivételes toleranciával és alkalmazkodóképességgel rendelkező **kutató**; remek, világosan és közérthetően fogalmazó **előadó** és vonzó **oktató**; jó tollú, szabatosan és pontosan fogalmazó **szak-író**; s ezek mellett kellemes **egyéniség**, tiszta és egyenes **ember**. Mindezekért tiszteli, szereti, becsüli a hazai szakember társadalom, amelynek tagjai most szívből köszöntik 70. születésnapján.

MAGYARORSZÁG AGROÖKOLÓGIAI POTENCIÁLJA

A Kárpát-medence egy jól definiált földrajzi egység Európa közepén. Viszonylag és átlagosan kedvező természeti adottságokkal, agroökológiai potenciállal. Magyarország e hidro(geo)lógiailag gyakorlatilag zárt medence legmélyebb fekvésű részét képezi, jó adottságokkal, de fokozott környezeti érzékenységgel, szeszélyes, és mozaikosan tarka tér- és időbeni változatossággal. A **Tiszántúlra** mindez fokozottan érvényes, előnyeivel és hátrányaival együtt. A talajképződés „alapanyagát” a környező Kárpátok nagyterjedésű vízgyűjtő területéről érkező, folyók által letelepített alluviális üledékanyag, medenceperemi lejtőhordalék és vízbe vagy vízzel borított területekre hulló „alföldi lösz”

képezi. A talaj anyagforgalmában a negatív vízmérleg miatti felhalmozódási folyamatok dominálnak: nagy a nehéz mechanikai összetételű, nagy agyagtartalmú, duzzadó-zsugorodó-repedező talajok aránya; jelentős területeken szikesedéssel súlyosbítva. Ezek miatt nagy (s egyre növekvő) a szélsőséges vízháztartási helyzetek gyakorisága, tartama, súlyos gazdasági, környezeti és társadalmi következményei. A térség megfelelő életkörülményeket biztosító fenntartható fejlődésének e kedvezőtlen tényezők megszüntetése, de legalább bizonyos tűrési határig történő mérséklése prioritást érdemlő kulcsfeladat. Ezt szem előtt tartva irányult megkülönböztetett figyelem évszázadok óta a területek talaj- és vízgazdálkodásának tanulmányozására, folyamatainak tisztázására, befolyásolási lehetőségeinek feltárására, módszereinek kidolgozására, s azok gyakorlati megvalósítására. Mindez ma is a térségfejlesztési stratégia egyik legfontosabb feladata. A konkrét lépések természetesen változtak, hisz megváltoztak a társadalom elvárásai (mennyiségi majd minőségi igény; gazdaságosság; versenyképesség; jövedelmezőség; káros környezeti mellékhatások kiküszöbölése; jólét; stb. Ugyanakkor megváltoztak egy-egy beavatkozás végrehajtásának tudományos/technikai lehetőségei; sőt a természeti körülmények is (klímaváltozás, stb.). Pedig végeredményben ezek döntenek el, hogy a megállapított potenciális lehetőségeket milyen mértékig érdemes, gazdaságos, racionális, célravezető kihasználni.

Ezen célkitűzések megvalósításában jelentős szerepet vállalt Blaskó Lajos. A Karcagi Kutatóintézet munkatársaként, osztályvezetőjeként, igazgatójaként, majd tudományos tanácsadójaként; később pedig a Debreceni Egyetem Mezőgazdasági Kar Víz és Környezetgazdálkodási Intézetének kutatóprofesszoraként. Kutatott, oktatott, nevelt. Szorgalmasan, lelkesen, a szakma iránti elhivatottsággal és töretlen lelkesedéssel. Konceptiózusan és célratörően irányított, bátran korszerűsített; magával ragadóan „ismertetett”. Méltó folytatója és alkotó továbbfejlesztője volt a nemzetközileg is nagyra értékelt ezirányú magyar talajhasználati, mezőgazdasági, ökológiai és mezőgazdasági vízrendezési hagyományoknak.

AZ AGROÖKOÖLÓGIAI POTENCIÁL KIHASZNÁLÁSÁT, A TALAJ MULTIFUNKCIONALITÁSÁT ÉS TERMÉKENYSÉGÉT GÁTLO TÉNYEZŐK

A Kárpát-medence (benne Magyarország és a Tisza Alföld) viszonylag és általában kedvező természeti adottságait elsősorban az alábbi 4 tényező korlátozza:

- a természeti tényezők roppant nagy tér- és időbeli variabilitása, szeszélyes és kiszámíthatatlan szélsőségessége, jelentős környezeti érzékenysége;
- kedvezőtlen talajtulajdonságok, káros talajdegradációs folyamatok;
- szélsőséges vízháztartási helyzetek;
- elemek (növényi tápelemek és szennyező anyagok) kedvezőtlen biogeokémiai körforgalma

A talaj multifunkcionalitását, termékenységét gátló tényezőkről és talajdegradációs folyamatokról nyújt vázlatos térképet az 1. ábra.



1. ábra A talajok termékenységét gátló tényezők Magyarországon.
1. Szélsőségesen könnyű mechanikai összetétel. 2. Savanyú kémhatás. 3. Szikesedés.
4. Szikesedés a talaj mélyebb rétegeiben. 5. Szélsőségesen nehéz mechanikai összetétel.
6. Láposodás. 7. Erózió. 8. Felszín közeli tömör kőzet.

Ezek összeállítása volt az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet és a Karcagi Talajművelési Kutatóintézet közti több évtizedes gyümölcsöző együttműködés első szép példája, amelyben Karcagra kerülésétől kezdve Blaskó Lajos is tevékeny szerepet vállalt, elsősorban a Tiszai Alföld nagytáj vonatkozásában. Az együttműködés Kurucz Gyula és Szabolcs István nevével fémjelezve indult, majd Boros János, Nyíri László, illetve Szabolcs István, Máté Ferenc és Váralyay György kutatói team-jeinek kooperációjával folytatódott, s több más kutatóintézet (Szarvas, Mezőtúr, Szeged, VITUKI) bevonásával vált egyre sokrétűbbé. Magába foglalt komplex kutatómunkát a laboratóriumban, liziméter állomáson és kísérleti telepen; közös publikációkat, rendezvényeket, terepi bemutatókat; hazai és nemzetközi (elsősorban magyar-holland, magyar-egyiptomi és magyar-indiai) tapasztalat és kutatócserékkel. Blaskó Lajosnak ezekben kivétel nélkül meghatározó szerepe volt. Itt kell megemlíteni eredményes tevékenységét az MTA Talajtani, majd Talajtani-Mezőgazdasági Vízgazdálkodási Bizottságában; a MAE Talajtani Társaságában; valamint a Nemzetközi Talajtani Társaság (ISSS, majd IUSS) kongresszusain, Szikes Albizottságának szimpóziiumain, Magyarországon és külföldön egyaránt.

A kedvezőtlen talajtulajdonságok közül a három legjelentősebb a következő:

- szélsőséges kémhatás (savanyodás, szikesedés);
- nehéz mechanikai összetétel (nagy agyag és duzzadó agyagásvány tartalom; duzzadás – zsugorodás, repedezés; nagy tömörödés érzékenysége);
- kedvezőtlen vízgazdálkodási helyzetek (nagy belvízvesztés és aszályérzékenység)

E tényezők jelenleg (is) meglévő adottságok, amelyre a fenntartható talajhasználat kétféleképpen reagálhat:

- vagy *igazodik, alkalmazkodik* az adott helyzetnek megfelelő művelési ággal, vetésszerkezettel, agrotechnikával;
- vagy *megváltoztatja* e tényezőket meliorációval (táblásítás, felszíni és felszín alatti vízrendezés, talajjavítás, talajvédelem).

A degradációs folyamatok a talaj kedvező tulajdonságainak leomlását, vagy kedvezőtlen tulajdonságainak súlyosbodását, elmélyülését, a talaj anyagforgalmának kedvezőtlen irányú megváltozását jelentik. Talajdegradációs folyamatok természeti okok miatt, vagy a sokoldalú emberi tevékenység közvetlen vagy közvetett hatásaként; tudatos, vagy nem kívánt (ismert, kiszámítható, vagy váratlan) következményeiként egyaránt bekövetkezhetnek. Általában azonban nem szükségszerű és kivédhetetlen következményei az intenzív mezőgazdasági és ipari termelésnek, valamint az általános társadalmi fejlődésnek. A degradációs folyamatok *többnyire megelőzhetőek*, kiküszöbölhetőek, de legalább bizonyos tűrési határig mérsékelhetőek. Ehhez a talajok degradációval szembeni érzékenységének elemzése és értékelése nyújt egzakt tudományos alapokat. Mindez ma is számos hazai és nemzetközi program alapvető célkitűzése. Blaskó Lajos ezek közül többen vállalt jelentős, gyakran meghatározó szerepet. Ezen eredményeit publikálta nagyszámú tudományos és ismeretterjesztő közleményében, könyvrészletében, s tette „közhírré” színvonalas, és mindig nagy érdeklődést kiváltó előadásaiban, tanóráin. Igényes összeállítást közölt ezekről „Talajromlási folyamatok és mérséklési lehetőségeik a Tiszántúl kötött talajain” című akadémiai doktori értekezésében (2004), valamint a SZIE MKK és a DE MK „Innováció, a tudomány és gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumban” című közös kiadványban megjelent „Talajjavítási feladatok a Közép-Tisza Mente kötött talajain” című összefoglaló közleményében. Blaskó Lajos gazdag „eredménytárából” csak négy mozaikot emelnék ki.

SAVANYÚ TALAJOK, TALAJSAVANYODÁS

Elődeinek, munkatársainak, együttműködő partnereinek, valamint saját szabadföldi kísérleteinek és sokoldalú egyéb információ forrásának (térképek, monitoring adatok) részletes és pontos vizsgálata alapján elemezte a talajsavanyodás okait, forrásait, folyamatának mechanizmusát, megkülönböztetett figyelmet fordítva ezek szabályozásának

lehetőségeire és korlátaira, valamint környezeti következményeire vonatkozóan. Reális és megalapozott következtetéseket vont le, s tett ezek alapján javaslatokat a Tiszántúl savanyú kötött talajainak javítására, illetve további savanyodásának megelőzésére.

SZIKES TALAJOK, MÁSODLAGOS SZIKESEDÉS

A Kárpát-medence szikes taljai sok szempontból speciális esetet képeznek. A hidro(geo)lógiailag gyakorlatilag zárt medence negatív vízmérlege (párolgás > csapadék) az anyagfelhalmozódási folyamatoknak kedvez, s eredményezi a szikes talajok lényegesen nagyobb területi kiterjedését, mint ezt az éghajlati viszonyok indokolnák. Ráadásul a $\text{NaMgCa} - \text{CO}_3, \text{HCO}_3, \text{SO}_4$ típusú vegyes sófelhalmozódás a medence nagy agyagtartalmú üledékein megy végbe. A közeg erősen lugos kémhatása miatt a Ca és Mg-sók oldékonysága visszaszorul, s a Na^+ ionok válnak relatíve is dominánssá a talajoldatban, ami már viszonylag kis sótartalom esetén is a talajrészecskék erős Na^+ telítődését eredményezi, aminek viszont a talaj fokozott duzzadása, zsugorodása, repedezése; a talaj gyenge víznyelő és vízáteresztő képessége, nagy holtvíz tartalma, kis hasznosítható vízkészlete, emiatt fokozott aszályérzékenysége lesz a következménye. A Tiszai Alföld nehéz mechanikai összetételű szikes taljain ezért nem a nagy sótartalom, hanem e kedvezőtlen vízgazdálkodási tulajdonságok jelentik a fő ökológiai korlátot, erősen behatárolva a mezőgazdasági hasznosítás lehetőségeit. Mégpedig elsősorban a különösen kedvezőtlen tulajdonságokkal rendelkező szolonyec B-szint megjelenésének mélységétől függően. Ez határozza meg azután a talajhasználat lehetőségeit; a talajjavítás szükségességét, racionalitását; módszereit, anyagát; gazdaságosságát. A Karcagi Iskola (benne Blaskó Lajos) e területeken alkot(ott) maradandót, s vált e kutatások hazai és nemzetközileg is elismert központjává, kitűnő partnerekkel és intézményi kapcsolatrendszerrel rendelkező intézményévé.

A Tiszántúli kötött szikes talajok javítása során két alapvető feladatot kell megoldani:

- $\text{Na}^+ \rightarrow \text{Ca}^{++}$ ioncsere a talajrészecskék felületén;
- a lecserélt Na^+ ionok eltávolítása a talajszelvényből és a területről, amelynek elmulasztása a visszaszikesedés veszélyével fenyeget.

Mivel ezek a beavatkozások több tevékenység egyidejű, komplex alkalmazását teszik szükségessé, ezért költségesek. Emiatt viszont azok szükségességét, indokoltságát az adott helyzet részletes gazdasági és környezeti elemzése alapján lehet csak eldönteni.

Mindent el kell követni viszont a szikesedés terjedésének, súlyosbodásának, az úgynevezett másodlagos szikesedésnek megelőzése, kivédése, kockázatának minimálisra csökkentése érdekében. Ennek elmulasztása beláthatatlan gazdasági és környezeti károkhoz vezethet, mint ez a Tiszalöki Öntözőrendszer több mint 100 ezer hektárnyi területén sajnos be is következett. A tiszántúli szikes talajok fő sóforrását a Kárpát-medence nagy vízgyűjtőterületének mállás termékeit összegyűjtő, s a medence mélyfekvésű területeire szállító *felszín alatti* vizek képezik. Innen a talajvízszint megemelkedése esetén kapilláris transzporttal a talaj felsőbb rétegeibe, a gyökérzónába, sőt a talaj felszínére juthatnak. Ennek megelőzése érdekében kell a talajvíz szintjét egy bizonyos „kritikus” szint alatt tartani megfelelő talajhasználattal, körültekintően tervezett és pontosan végrehajtott öntözéssel, esetleg – költséges – hidrotechnikai beavatkozásokkal. Szabolcs, Darab és Várallyay a másodlagos szikesedés megelőzésére egy nagy nemzetközi érdeklődést kiváltó *talajfelvételezési – talajvizsgálati – térképezési – monitoring – prognózis rendszert* dolgoztak ki, amely a Kiskörei Vízlépcső és Öntözőrendszer tervezése és üzemeltetése során eredményesen került gyakorlati alkalmazásra. A munkát irányító MTA TAKI-nak ebben a munkában a Karcagi Kutatóintézet és Blaskó Lajos volt legfontosabb partnere és alkotó közreműködője.

A szikesedés problémakörében a Nyíri László által beállított Karcagpusztai komplex kísérleti telep (talaj, talajművelés; különböző anyagok különböző adagjainak különböző módon történő alkalmazása; felszíni és felszín alatti vízelvezetés; növényállomány), Blaskó Lajos

abádszalóki meliorációs kísérlete és a Karcagi Intézetben kialakított korszerű liziméter állomás szolgáltatott folyamatos információkat, amelyek köre egyre bővült, esetleg módosult a kor új kihívásainak és lehetőségeinek megfelelően.

TALAJSZERKEZET, TALAJTÖMÖRÖDÉS, TALAJMŰVELÉS

Blaskó Lajos több kísérletében vizsgálta a talajok szerkezeti állapotát, valamint érzékenységet szerkezetleromlásra és tömörödéssre. A talaj felszínére jutó víz talajba szivárgását elősegítő, a természetendő növény számára megfelelő magágy biztosítását kialakító talajművelési rendszer több alternatív megoldása került kidolgozásra és tesztelésre. Megállapítást nyert, hogy a Tiszántúl „perc” talajain (rövid időtartamú nedvességállapot a különböző műveletek megfelelő minőségben történő energiatakarékos elvégzéséhez) a megfelelő talajművelési rendszer megkülönböztetett jelentőségű, ugyanígy az erőgépek talajt (sötéltalajt) tömörítő taposó hatásának mérséklése is.

SZÉLSŐSÉGES VÍZHÁZTARTÁSI HELYZETEK

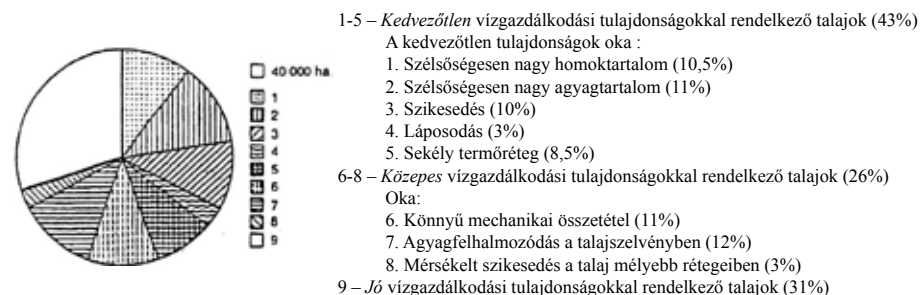
A Tiszai Alföld egyik jellegzetes természetföldrajzi sajátossága a szélsőséges vízháztartási helyzetek (árvíz, belvíz, túlnedvesedés – aszály, kiszáradás) egyre gyakrabban, egyre nagyobb területeken és egyre hosszabb ideig történő előfordulása, ezek káros gazdasági, környezeti, ökológiai, sőt társadalmi következményeinek súlyosbodása nem ritkán már katasztrófa helyzeteket eredményez. A népnyelv már évszázadok óta megfogalmazta ezt: „A víz vagy sok vagy kevés, de sohasem elég!”, „A víz nem annyi, nem akkor, nem ott, s nem olyan formában van jelen, mint amennyire, ott és akkor szükség lenne!”

A vízháztartási szélsőségek alapvető okai a következők:

- térben és időben hihetetlen változatosságot és szeszélyes szélsőségeket mutató csapadékviszonyok;
- a makrodomborzat tekintetében sík Alföld heterogén mikrodomborzata (padkával, hátakkal, erekkel, laposokkal, semlyékekkel);

- a talajviszonyok igen nagy változatossága, helyenként mozaikos tarkasága; valamint a talajok jelentős hányadának kedvezőtlen fizikai – vízgazdálkodási tulajdonságai;
- nem megfelelő talajhasználat és agrotechnika

Felméréseink szerint Magyarország talajainak mintegy 43%-a kedvezőtlen, 26%-a közepes és „csak” 31%-a jó vízgazdálkodású. (2. ábra).



2. ábra: Kedvezőtlen, közepes és jó vízgazdálkodási tulajdonságokkal rendelkező talajok megoszlása Magyarországon

A szeszélyes időjárás és a tarka talajtakaró a Kárpát-medence alföldi területein kétirányú vízháztartás-szabályozást tesz szükségessé. Ennek alaptétele nem lehet más, mint:

- a talaj felszínére jutó víz talajba szivárgásának és
- a talajban történő hasznos (növények számára felvehető formában történő) tározásának elősegítése, illetve
- a *felesleges* vizek talajból és területről történő eltávolítása.

E szabályozási beavatkozások túlnyomó része egyben hatékony környezetvédelmi intézkedés is.

Fenti célok megvalósításának lehetőségei, módszerei nagyon különbözőek, eszköztára roppant gazdag. Megvalósításuk szükségessége, sürgőssége, indokoltsága a természeti viszonyokon kívül függ a gazdasági helyzettől, társadalmi (sőt politikai) viszonyoktól. De az élet, a Földünkért, hazánkért, környezetünkért való aggodás egyre paran-

csalóbban fogalmazza meg fenti célkitűzések megvalósításának prioritáskénti kezelését. A talaj nedvességforgalmának szabályozásáért Blaskó Lajos a DE AKIT Karcagi Kutatóintézetében, majd a DE MÉK Víz- és Környezetgazdálkodási Intézetében sokat tett, tesz és reméljük fog is tenni.

Blaskó Lajos 70. születésnapját köszöntő, eddigi sokoldalú és eredményes munkásságát bemutató gyűjteményes kötet összeállítása, szerkesztése roppant nehéz feladat. S Blaskó Lajos sokat tett azért, hogy ezt a munkát az alkotás bőségének zavarával tovább nehezítse. Nincs könnyű dolga a „Blaskó-mozaikok” szerzőinek sem. Nekem sem volt könnyű Blaskó Lajos szűkebb szakmámba (szikkutatás; talaj vízgazdálkodása) vágó eredményes munkásságának összefoglalása. Hisz Blaskó Lajost Karcagra kerülése óta ismerem. Nyomon követtem tevékenységét. Szoros és töretlen volt együttműködésünk számos területen, különböző helyzetekben. Sok rendezvényen vettünk együtt részt itthon és külföldön. Néhányat szerveztünk is. Oktattunk közösen, vezettünk szakmai tanulmányokat magyaroknak, külföldieknek, nagyhírű professzoroknak, szakembereknek, diákoknak. Ezeken keresztül váltunk egymást kölcsönösen tisztelő, megértő, igaz barátta.

Kedves Lajos! Tiszta szívből köszöntünk 70. születésnapodon, s kívánunk Neked még nagyon sok éves eredményes munkát, töretlen szakmaszeretben és lelkesedésben, jó erőben és egészségben.

MEZŐGAZDASÁGI GYAKORLATBAN ELTERJEDT TALAJJAVÍTÓ ANYAGOK HATÁSA A GYÖNGYÖSOROSZI NEHÉZFÉMET TARTALMAZÓ MEDDŐHÁNYÓ REKULTIVÁLÁSÁBAN

ANTAL KÁROLY¹ - BUDAI JÚLIA¹ - BLASKÓ LAJOS²

¹ Debreceni Egyetem, AKIT, Karcagi Kutató Intézet

5300 Karcag, Kisújszállási út 166.

e-mail: antal@agr.unideb.hu

² Debreceni Egyetem, MÉK, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet

4032 Debrecen, Böszörményi út 146/b.

ÖSSZEFOGLALÁS

Tenyészedényes kísérleteink során megállapítottuk, hogy a mezőgazdasági gyakorlatból jól ismert talajjavító anyagok segítették a Gyöngyösoroszi meddőhányó nagy nehézfém-tartalmú és erősen savanyú kémhatású anyagán nevelt tesztnövények életképességét és ezzel együtt csökkentette az általuk felvett néhány nehézfém mennyiségét.

A komposzt mennyiségének függvényében pozitívan hatott a növények növekedésére és magasságára. Ez a hatás összetett, a komposzt egyrészt tápanyag forrás, másrészt pedig a nehézfémek hozzáférhetőségét csökkenti, a humusz és szervesanyag tartalma megköti a fémeket, a foszfát tartalma rosszul oldódó nehézfém-foszforsókat képez.

A mész hatása a pH emelése a talajban, de emellett a karbonát-ionok is csökkentik a fémek oldékonyságát sóképzés által.

A kukoricával végzett szintén tenyészedényes kísérletek során azt tapasztaltuk, hogy a komposzt és a mész mellett, a foszfát és a szilikát

is növelte a növények életképességét, foszfát esetén sóképződés, szilikát esetén oldékonyság csökkentés révén.

Ezeknek a kísérleteknek az eredményekből is megállapíthatjuk, hogy olyan általánosan a mezőgazdaságban is elterjedt anyagok, mint például a komposzt, mész, foszfát és a szilikát alkalmas lehet egy ilyen erősen szennyezett savas talaj „meggyógyítására”.

BEVEZETÉS

Munkánk során célunk volt, hogy magyarázatot adjunk, hogy a különböző a mezőgazdasági gyakorlatban már jól ismert talajjavító anyagokat hogyan tudunk felhasználni arra, hogy ezen a szennyezett területen növényeket tudjunk betelepíteni. A feladat megvalósításához tenyészedényes növény-növekedési kísérleteket állítottunk be. A mezőgazdasági kísérletek mellett kémiai vizsgálatokat is végeztünk, elsősorban a növények nehézfém felvételét vizsgáltuk annak érdekében, hogy magyarázatot kapjunk a növényekkel végzett kísérletek eredményeire, emellett állást tudunk foglalni az ellentmondásos irodalmi adatok között.

OLASZPERJÉVEL VÉGZETT TENYÉSZEDÉNYES KÍSÉRLETEK

A tenyészedényes kísérleteinkhez olaszperjét (*Lolium multiflorum* L.) használtunk jelzőnövényként, melyet komposzttal és mésszel kezelt szennyezett, szárított „talajba” vetettünk, melyekhez a juhtrágya alapú komposztból a következő mennyiségeket adtunk: 0 m/m% (kontroll), 0,5; 1; 1,5; 2; 4; 6; 10 m/m% (30-300 t ha⁻¹). Mészből 0 m/m% (kontroll), 0,25; 0,5; 0,75; 1; 2; 4; 6; 10 m/m% (7,5 -300 t ha⁻¹) adtunk. Egy hónapon keresztül követtük nyomon a növények növekedését. Az utolsó mérést követően eltávolítottuk a növényeket a talajból és megszáritottuk azokat, így alkalmassá váltak az analitikai vizsgálatra.

Az 1. ábrán jól látható, hogy a komposztkezelés segítette a növények növekedését. A szennyezett „talajban”, amelybe egyáltalán nem tettünk komposztot a növények ki sem hajtottak. Ahogy emeltük a

komposzt mennyiségét, úgy a dózissal arányosan a növények egyre nagyobbak lettek. Hasonló eredményre jutottak KACASOY és GÜVENER (2008); TOPCOUGLU és ÖNAL, 2007; valamint ZUBILLAGA és munkatársai., 2008).



1. ábra A komposztkezelés hatása a növények növekedésére (tenyészedényes kísérlet, Karcag, 2009). Forrás: ANTAL et al. (2010).

A komposzt fentebb leírt növekedéssegítő hatásait magyarázhatjuk azzal, hogy a komposzt egyrészt tápanyagot juttat a talajba, és másrészt megköti a nehézfémeket, így hozzáférhetőségüket csökkenti a növények számára. A komposzt növekedéssegítő hatásának harmadik oka lehet még, hogy a savanyú pH savas hatását tompítja. Ennek igazolására olyan anyagot is kipróbáltunk, amely nem potenciális tápanyagforrás, de a pH-t lúgos irányba tolja el. Így esett választásunk a mezőgazdasági gyakorlatban széles körben elterjedt mészre.

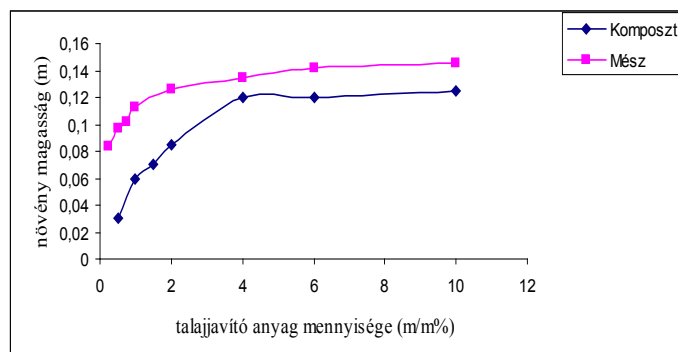
A 2. ábrán láthatjuk, hogy különböző dózisú mész hozzáadás hatására a növények egyre magasabbra nőttek azonos idő alatt a talajhoz adott mész dóziséval arányosan.



2. ábra A meszes kezelés hatása a növények növekedésére (tenyészedényes kísérlet, Karcag, 2009). Forrás: ANTAL et al. (2010).

A mész növekedéssegítő hatásának legegyszerűbb magyarázata, hogy növeli a pH-t, ugyanis a mész hatékonyabb lúgosító anyag, mint a komposzt. Ugyanakkor ebben a kísérletben azt is megállapíthatjuk,

hogy a kontroll talajban nem a tápanyaghiány miatt nem nőttek, hanem valószínű az erősen savas kémhatású talaj élettani hatása miatt.



A 3. ábrán a komposztos és a meszes kezelés hatékonyságát hasonlítottuk össze. Látható, hogy a mész jobban kivédte a szennyezett talaj káros hatásait.

3. ábra A növények átlag magassága a talajjavító anyagok mennyiségének függvényében (tenyészedényes kísérlet, Karcag, 2009). Forrás: ANTAL et al. (2010).

KUKORICÁVAL (ZEA MAIS L.) VÉGZETT TENYÉSZEDÉNYES KÍSÉRLETEK

A komposzt és a mész mellett, nyersfoszfáttal és szilikáttal is kezeltük a szennyezett talajt, bele jelzőnövényként kukorica vetettünk. Komposztot, meszet és szilikátot 0; 2; 4%-ban, nyersfoszfátból pedig 0; 0,14 és 4%-ban adtunk a szennyezett „talajhoz”.

Kukoricával végzett tenyészedényes kísérletek során a szennyezett talajt komposzton és mészen túlmenően nyersfoszfáttal és kalcium-szilikáttal is kezeltük.

A 4-5. ábrákon látható, hogy az olaszperjével végzett tenyészedényes kísérletekhez hasonlóan a komposzt és a mész a kukorica növekedését szintén segítette.



4. ábra A komposzt hatása a kukorica növekedésére (tenyészedényes kísérlet, Karcag, 2009). Forrás: ANTAL et al. (2010)



5. ábra A mész hatása a kukorica növekedésére (tenyészedényes kísérlet, Karcag, 2009). Forrás: ANTAL et al. (2010)

A foszfát adagolásánál 0; 0,14; és 4 m/m%-ban adtuk a javítóanyagot a meddőhányó anyagához. A 0,14 m/m%-os kezelést azért választottuk, mert ez az a mennyiség, amelynek foszfortartalma ekvivalens a 4 m/m% komposzt foszfortartalmával. Látható, hogy 4 m/m% komposzt (4. ábra) jobban segítette a kukorica növekedését, mint a 0,14 m/m% foszfát (6. ábra).

A 7. ábrán látható, hogy a szilikátos kezelés is jelentősen segítette a növények növekedését.



6. ábra A foszfát hatása a kukoricánövekedésére (tenyészedényes kísérlet, Karcag, 2009). Forrás: ANTAL ET AL. (2010).



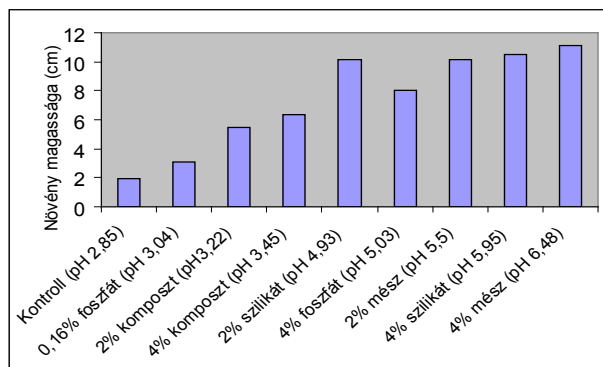
7. ábra A szilikát hatása a kukorica növekedésére (tenyészedényes kísérlet, Karcag, 2009). Forrás: ANTAL ET AL. (2010).

Az eredményeket összevetve arra következtettünk, hogy a kezeléseknél nem elsősorban a növények táplálása a legfontosabb tényező, hiszen önmagában a mész, a szilikát nem jelenthet potenciális tápanyagot a kísérleti növények számára. A kezelt talajnak olyan tulaj-

donságát kerestük ezek után, amely nem függ az alkalmazott javítóanyagok összetételétől, hanem főleg, egy az általuk okozott általános hatástól. Így megvizsgáltuk a kezeletlen és kezelt talajok pH-ját.

A TENYÉSZEDÉNYEK TALAJÁNAK PH ÉRTÉKEI

Megmértük, hogy a különböző kezelések hogyan hatnak a meddőhányó anyagának erősen savas (pH: 2,8) kémhatására. Elvonatkoztatva a különböző kezelőanyagok kémiai minőségétől, a kapott pH értékek függvényében ábrázoltuk a növények magasságát (8. ábra). Azt tapasztaltuk, hogy a pH növekedésével a növények magassága tendenciaszerűen nőtt.



8. ábra A kukorica magasságának változása a különböző kezelések hatására kialakuló pH értékek függvényében (tenyészedényes kísérlet, Karcag, 2009).

Forrás: ANTAL ET AL. (2010).

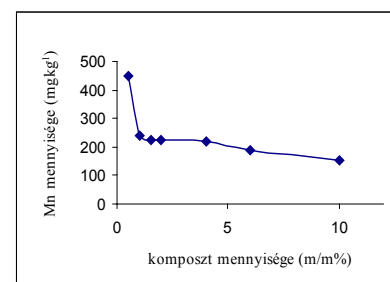
Azt állapítottuk meg, hogy a növények növekedése nem a kezelőanyagok kémiai összetételétől függ elsősorban, hanem a kezelések során kialakult pH értékektől.

AZ OLASZPERJE NEHÉZFÉMTARTALMÁNAK MEGHATÁROZÁSÁNAK EREDMÉNYEI

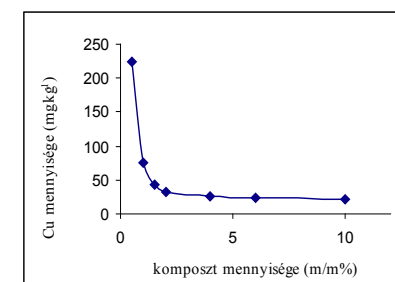
Feltételeztük, hogy a növények növekedésének egyik közvetlen oka az lehet, hogy a kezelőanyagok hatására csökken az általuk felvehető

nehézfémek mennyisége. Más szerzők ennek az ellenkezőjéről számoltak be (TOPCOUGLU és ÖNAL, 2007). A 9-12. ábrák menetein szemléletesen követhetők a fémek mennyiségének a kezelés hatására bekövetkező látványos csökkenése a füvekben, mely több hatás együttes eredménye lehet (ANTAL et al., 2009; ANTAL et al., 2010; BUDAI et al., 2009):

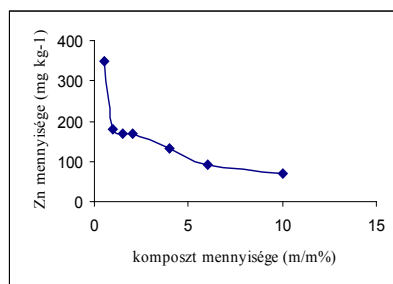
Egyik magyarázat, hogy a pH növekedés hatására a fémek oldékonysága csökken, így a felvehetőségük is kisebb mértékűvé válik a növények számára. Egy másik lehetőség, hogy a komposzt magas humusz és szervesanyag tartalma megköti a fémeket és így a növények kevésbé férnek hozzájuk. Harmadik lehetséges eset a komposzt foszfor tartalmának hatása, amely azt jelenti, hogy ezeknek a fémeknek a foszforsói rosszul oldódnak.



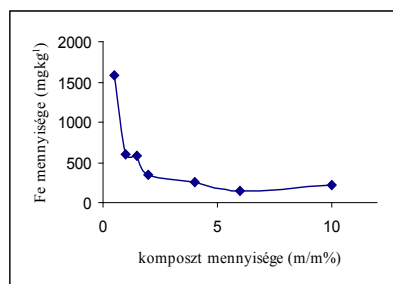
9. ábra A réz mennyiségének változása komposztkezelés hatására (tenyészedényes kísérlet, Karcag, 2009). Forrás: ANTAL et al. (2010).



10. ábra A mangán mennyiségének változása a komposztkezelés hatására (tenyészedényes kísérlet, Karcag, 2009). Forrás: ANTAL et al. (2010).

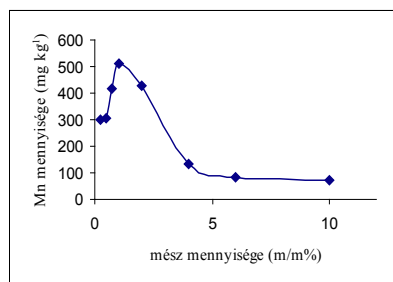


11. ábra A cink mennyiségének változása komposztkezelés hatására (tenyészedényes kísérlet, Karcag, 2009). Forrás: ANTAL et al. (2010).

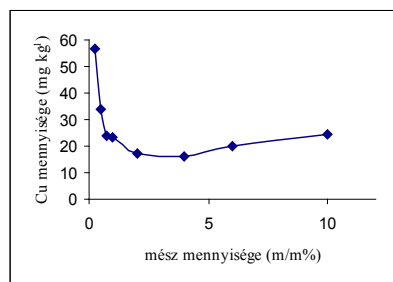


12. ábra A vas koncentrációjának változása komposztkezelés hatására (tenyészedényes kísérlet, Karcag, 2009). Forrás: ANTAL et al. (2010).

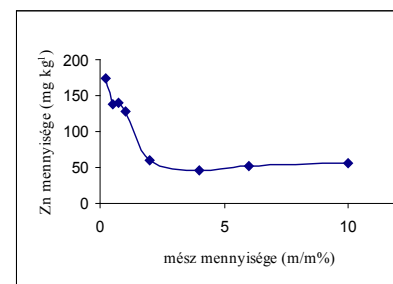
Egy másik általunk vizsgált javítóanyag, a mész hatására is megmértük a növények által felvett fémek mennyiségét. Meszes kezelés eredményeképpen is a komposzthoz hasonlókat tapasztaltuk. A mész mennyiségének növelése által ezekben a kísérletekben is csökkent a növények földfeletti részének nehézfém-tartalma (13.-16. ábrák). Ez esetben egy hatás az, ami érvényesül a mész pH növelő hatása, amely a nehézfém-sók oldékonyságát csökkenti (LOMBI et al., 2002; LIDE, 2002,2004). De valószínűleg számolnunk kell azzal is, hogy ezeknek a fémeknek a karbonátjai viszonylag rosszul oldódnak.



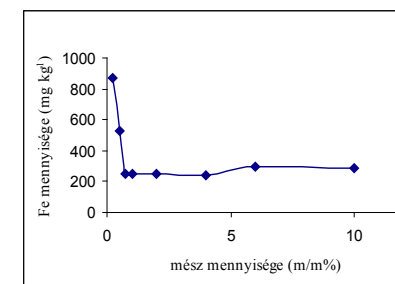
15. ábra A réz mennyiségének változása meszes kezelés hatására (tenyészedényes kísérlet, Karcag, 2009). Forrás: ANTAL et al. (2010).



16. ábra A mangán mennyiségének változása meszes kezelés hatására (tenyészedényes kísérlet, Karcag, 2009). Forrás: ANTAL et al. (2010).



17. ábra A vas mennyiségének változása meszes kezelés hatására Karcag, 2009). Forrás: ANTAL ET AL. (2010).



18. ábra A cink mennyiségének változása meszes kezelés hatására Karcag, 2009). Forrás: ANTAL et al. (2010).

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Kísérleteink során megállapítottuk, hogy a mezőgazdaságban általánosan használt talajjavító anyagok alkalmasak a gyöngyösoroszi meddőhányó savanyú, nagy nehézfém-koncentrációjú „talajának” kezelésére, biztosítva azon a növények növekedését. Az eredmények alapján a módszer kiterjeszthető hasonló karakterű szennyezett területek rehabilitációjára is.

IRODALOMJEGYZÉK

- ANTAL, K., BUDAI, J., SZABÓ, S, 2009. How to Protect the Plants from Heavy Metal Stress in Contaminated Mine Sites with Sheep Manure Compost? Cereal Research Comm., 37: 549-552.
- ANTAL, K., BUDAI, J., BLASKÓ, L., 2010. Effect of sheep manure compost and liming on a heavy metal polluted soil and crop, 9th Alps-Adria Scientific Workshop, 12-17 April 2010, Spicak, Czech Republic, Crop production Volume 59:25-28, Supplement
- BUDAI, J., ANTAL, K., BLASKÓ, L., 2009. Possibility of reusing of a heavy metal polluted soil, International Symposia Risk Factors for

- Environment and Food Safety and Natural Resources and Sustainable, 6-7. November, 2009, Oradea, Romania, 986-997.
- CASTALDI, P., SANTONA, L., MELIS, P., 2005. Heavy metal immobilization by chemical amendments in a polluted soil and influence on white lupin growth. *Chemosphere*. 60: 365-371.
 - KACASOY, G., GÜVENER, Z., 2008. Efficiency of Compost in the Removal of Heavy Metals from the Industrial Wastewater. *Environmental Geology* 57: 291-296.
 - LIDE, D. L. (ed.), 2003-2004. Handbook of chemistry and physics. 84th edition, CRC Press, 1313-1319.
 - LOMBI, E., ZHAO, F.-J., ZHANG, G., SUN, B., FITZ, W., ZHANG, H., P. MCGRATH S., 2002. In situ fixation of metals in soils using bauxite residue: chemical assessment. *Environmental Pollution*, 118, 435-443.
 - TOPCUOGLU, B., ÖNAL, M. K., 2007. Heavy metal Accumulation in the Eggplant (*Solanum melongena*) Grown in MSW Compost Applied Soil "Utilisation of diversity in land use systems: Sustainable and organic approaches to meet human needs". Tropentag, Witz- enhausen, Germany.
 - ZUBILLAGA, M.S., BRESSAN, E.L., RAUL, S., 2008: Heavy Metal Mobility in Polluted Soils: Effect of Different Treatment. *American Journal of Environmental Science* 4: 620-624.

SZENNYVÍZISZAP KOMPOSZT ALKALMAZÁSÁNAK HOSSZÚ TÁVÚ HATÁSAI SAVANYÚ HOMOKTALAJON

**ARANYOS TIBOR JÓZSEF, TOMÓCSIK ATTILA,
DEMETER IBOLYA, FEHÉR BERNADETT, MAKÁDI MARIANNA**

Debreceni Egyetem, Agrártudományi Központ,

Nyíregyházi Kutatóintézet,

4400 Nyíregyháza, Westsik Vilmos utca 4-6.

E-mail: aranyostibi@gmail.com

ÖSSZEFOGLALÁS

A DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézetben kisparcellás tartamkísérletben vizsgáljuk a megfelelő beltartalmi paraméterekkel rendelkező kommunális szennyvíziszap komposzt alkalmasságát a homoktalajokból hiányzó makro- és mikroelemek pótlására. A kísérlet beállítását (2003) követően három évente (2006, 2009, 2012 és 2015), ősszel juttattunk ki komposzt készítményt. Az alkalmazott korlátozásmentesen felhasználható terménynövelő anyag (Nyírkomposzt) összetétele: szennyvíziszap 40 %, szalma 25 %, riolit 30 %, bentonit 5 %. A kísérleti területen négy kezelést vizsgálunk, a kontroll mellett 9, 18 és 27 t/ha dózisban juttatjuk ki és szántjuk be a talajba a szennyvíziszap komposztot. A kutatás során a kovárványos barna erdőtalaj rendszeres, komplex fizikai, kémiai és mikrobiológiai vizsgálatával foglalkozunk. Jelen publikációnkban a kísérlet beállítása utáni 10. évben tapasztalt változásokat ismertetjük a talaj egyes fizikai tulajdonságaira és szervesanyag-tartalmára vonatkozóan. A komposzt kezelés hatására jelentősen csökkent a talaj térfogattömege, javult a talaj víztartó képessége, illetve nőtt a talajban tárolt víz mennyisége. A komposzt adagok hatására növekedett a szervesanyag mennyisége a talaj vizsgált rétegeiben.

BEVEZETÉS

A talajdegradációs folyamatok eredményeként a talajok szervesanyag-tartalmának csökkenése világméretű jelenség (VÁRALLYAY, 2000). A szervesanyag-tartalom a talajok termékenységét alapvetően meghatározó tényező, csökkenésének megállítása, illetve mennyiségének növelése a fenntartható mezőgazdaság számára elengedhetetlen. A hiányzó szervesanyag pótlására nem áll rendelkezésünkre elegendő istállótrágya, így a hiányzó mennyiséget más forrásból kell pótolnunk. Erre a célra felhasználhatók a szennyvíziszapok és a belőlük készült komposztok, melyek magas a tápanyag-tartalommal rendelkeznek és jelentős a szervesanyag-tartalmuk (ÚRI et. al. 2005), mindezek mellett talajjavító hatásuk is nagyon fontos tényező (VERMES, 2001). A nemzetközi kutatások szerint, a szerves anyagban gazdag komposztok potenciálisan felhasználhatók a savanyú homoktalajok javítása céljából (ADANI et al., 2009; MYLAVARAPU és ZINATI, 2009). A szerves anyagok csökkentik a talaj tömődöttséget és növelik a pórusok összterfogatát a feltalajban (WEBER et al., 2007). A komposzt talajjavító hatásaként javul a talaj vízgazdálkodása és tápanyag-szolgáltató képessége, csökkentve ezáltal az aszálykárt és a termés kiesést (CELIK et al., 2004; ARTHUR et al., 2011). A jó minőségű szennyvíziszap komposzt dózisok növelésével egyenes arányban növekszik a termesztett növények termésmennyisége is (PAP et al., 1997).

A Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság Nyíregyházi Kutatóintézete 2002 óta vizsgálja a szennyvíziszap komposzt kezelés hatásait nyírségi homoktalajon. Cikkünkben a szennyvíziszap komposzt 3. kijuttatását követő évben a talaj szervesanyag-tartalmának, víztartó képességének és a térfogattömegének alakulását mutatjuk be.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kisparcellás kísérletet a Debreceni Egyetem AKIT Nyíregyházi Kutatóintézet 0414/a Hrsz-ú tábláján állítottuk be, amelynek GPS koor-

dinátái: N; 47°98'69, E; 21°70'23. A kísérletet 2003-ban indítottuk el a Nyírségvíz ZRt-vel közösen kidolgozott NYÍRKOMPOSZT korlátozásmentesen felhasználható komposztkészítmény felhasználásával. Célunk, hogy az általunk alkalmazott komposzt készítmény hosszú távú felhasználásával kapcsolatban felmerülő aggályokra és kérdésekre választ kapjunk.

A kísérleti terület talaja a hazai besorolás szerint kovárványos barna erdőtalaj (MAKÁDI et al. 2008). Paramétereit a kezelés előtt a Magyar Szabványban meghatározott módszerek szerint mértük: pH_{KCl} 5,31; humusztartalom 0,9%; NO₃-N 9,6 mg/kg; P₂O₅ 240,1 mg/kg és K₂O 183,3 mg/kg.

A kijuttatott komposzt (NYÍRKOMPOSZT) összetétele szárazanyagban: kommunális szennyvíziszap 40%, szalma 25%, riolit 30%, bentonit 5%. A kisparcellás kísérletet 2006, 2009, 2012 és 2015 őszén újramezeltük. A kijuttatások alkalmával bevizsgált komposzt készítmények beltartalmi paraméterei a 36/2006 (V.18.) FVM rendeletben előírtaknak megfeleltek mindegyik időpontban. A paraméterek meghatározását a Magyar Szabványban leírtak szerint végeztük el. Az 50/2001 (IV.3.) Kormányrendeletben meghatározott, szennyvíziszap komposzttal egy évben kijuttatható mérgező elemek és káros anyagok mennyiségét a termésmenővelő készítmény egyik alkalmazott dózisánál sem haladta meg a szennyezőanyagok mennyisége.

Az öt blokkban elhelyezett 4 kezelésben 0, 9, 18 és 27 t/ha dózisnak megfelelő kommunális szennyvíziszap komposztot szórtunk ki a 12 x 19 m méretű parcellákra 2006, 2009, 2012 őszén, majd a komposztot szántással beforgattuk a talajba. A kísérletben alkalmazott teszt növények - tritikálé (x *Triticosecale* Wittmack), kukorica (*Zea mays* L.) és zöldborsó (*Pisum sativum* L.) - kiterített vetésgazdálkodásban egymást a területen. A talajmintavétel 2013. augusztusában történt. A talajmintákat 0-30 cm és 30-60 cm mélységből talajfúróval vettük, kisparcellánként 5 pontmintából átlagmintát képeztünk. .

Az izzítási veszteséget BUZÁS (1998) szerint határoztuk meg a 0-30 és 30-60 cm-es talajrétegekből parcellánként 5 pontmintából képzett átlagmintákból.

A talajfizikai mérésekhez 100 cm³-es bolygatatlan talajmintákat vettünk az 5-10 és a 20-25 cm-es mélységekből, 5 ismétlésben. Az eredeti szerkezetű talajminták térfogattömegét 24 órás, 105 °C-on történő szárítás után határoztuk meg.

A talaj víztartó képességének meghatározásához a homokágy-, a homok/kaolinágy-, valamint a nyomásmembrános készülékeket használtuk.

Az adatok értékeléséhez és az eredmények bemutatásához Excel.2010 és SPSS 21.0 programcsomagokat használtunk. Az adatsoportokat ellenőriztük a kiugró értékekre vonatkozóan, majd a kezeléshatások megállapítására egytényezős varianciaanalízist és Tukey-tesztet alkalmaztunk 95%-os valószínűségi szinten.

EREDMÉNYEK

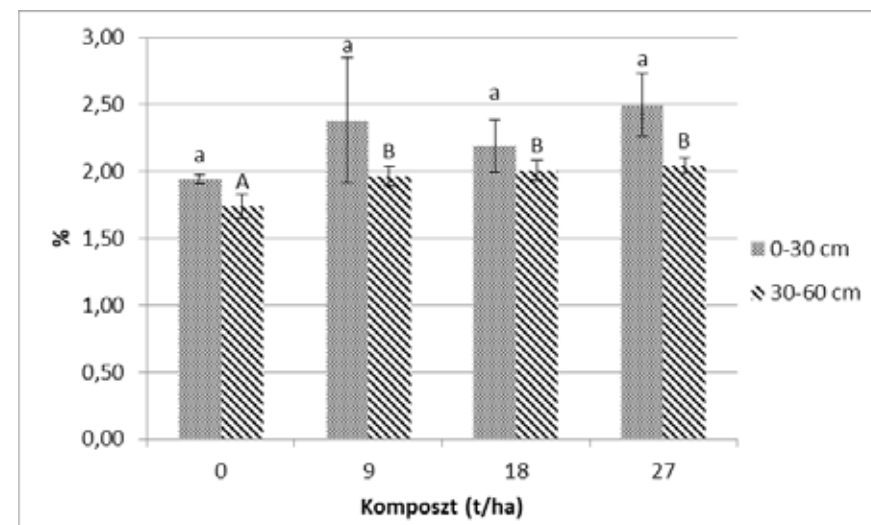
Az eredmények bemutatása és értékelése során először a talaj szerves anyag mennyiségének változását, majd a talaj térfogattömegének és a víztartó képességének változását mutatjuk be. A talajok fizikai tulajdonságait a talajban lévő szervesanyag mennyisége erőteljesen befolyásolja (BRADY ÉS WEIL, 1999), Ezért koncentráltunk az ezekhez a tulajdonságokhoz kapcsolódó paraméterek bemutatására.

SZERVESANYAG-TARTALOM ALAKULÁSA

A tartamkísérletek alkalmasak a hosszú távú hatások kimutatására, így az 1. ábrán látható, 10 éves eredmények már mindenképpen a szennyvíziszap komposztok eredményes hatását igazolják. A növekvő komposzt dózisok hatására nem csak a felső talajrétegben (a bekeverés rétege) tapasztaltuk a szervesanyag-tartalom növekedését, de ez a folyamat a 30-60 cm-es talajrétegben is megfigyelhető. A kontrollhoz képest a 9, 18, illetve 27 t/ha szennyvíziszap komposzttal kezelt par-

cellák mindegyike növekedést mutat. A kezeltlen parcellához képest a kezelt területeken kiemelkedő, akár a 29%-os növekedést is elérték. A legmagasabb izzítási veszteség értékeket mindkét talajrétegben a 27 t/ha szennyvíziszap komposzttal kezelt parcellákban mértük.

A homoktalajok jól szellőző, könnyű mechanikai összetételű talajok, melyekre jellemző a bekerülő szerves anyagok gyors bomlása (SZABÓ, 2008). A szennyvíziszap komposzt érett és stabilizált szerves anyaga (MANTOVI et al., 2005) jobban ellenáll a mikrobiális bontásnak, így alkalmas lehet a szervesanyag-tartalom növelésére, mint azt eredményeink is igazolják.



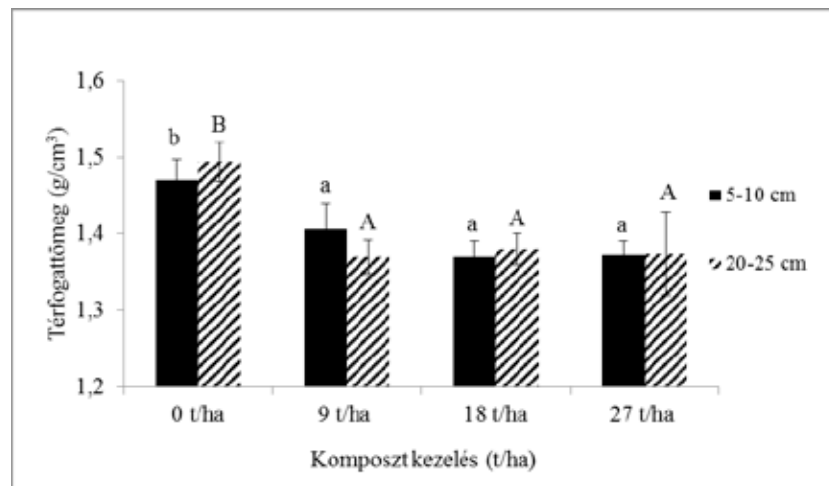
1. ábra: Az izzítási veszteség értéke a szennyvíziszap komposzttal kezelt parcellák 0-30 és 30-60 cm-es talajrétegeiben a-b (0-30 cm), A-B (30-60 cm) indexek: Tukey-teszt szerinti szignifikancia csoportok (p<0,05)

A 30-60 cm-es rétegben a minták szervesanyag-tartalma alacsonyabb lett, ennek ellenére bizonyos minták értékei elérik a 17%-os növekedést is. A 30-60 cm-es talajrétegben kisebbek az eltérések a

komposzttal kezelt és kezeletlen parcellák között, mint a 0-30 cm-es mélységben, azonban a minták kisebb heterogenitása miatt a kontroll és a kezelések közötti különbség statisztikailag is igazolható.

A TALAJ TÉRFOGATTÖMEGÉNEK VÁLTOZÁSA

A 2. ábrán mutatjuk be a 2013 júliusában vett talajminták térfogattömeg értékének változását növekvő adagú komposzt kezelés hatására. Az eredmények alapján megállapítható, hogy egy évvel a 2012. évi komposzt kijuttatást követően egyértelműen csökkent a talaj térfogattömege mindkét vizsgált talajrétegben. Tehát a komposzt szerves anyagai közvetlenül és közvetve is befolyásolták a talajszerkezetet, mivel már kis mennyiségben is elősegítik a homokszemcsék aggregációját és a szerkezetképződést. Kötőanyagként funkcionálnak, az ásványi szemcsék felületét bevonva jelentősen hozzájárulnak a szerkezetképződéshez (FILEP, 1999). A bentonittal összekapcsolódva pedig szervesanyag-agyag komplexek és ezeken keresztül úgynevezett térhálós szerkezet alakul ki (LAZÁNYI, 2003).

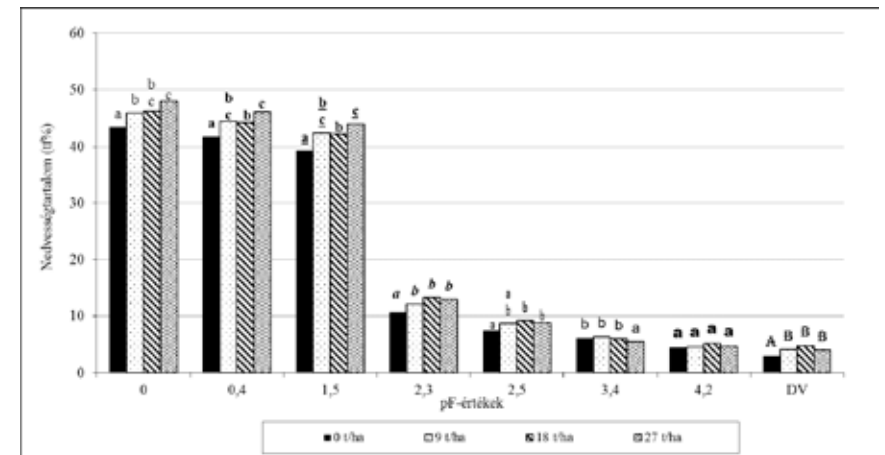


2. ábra: A talaj térfogattömeg értékének változása növekvő adagú komposzt kezelés hatására a-b (5-10 cm), A-B (20-25 cm) indexek: a különböző betűk a Tukey-teszt szerint statisztikailag különböző átlagokat jelölik ($p < 0,05$).

A komposzttal talajba juttatott nagy mennyiségű szerves anyag és a bentonit jelentős szerepet játszottak a talaj szerkezetességének és a jobb levegőellátottság létrehozásában. Egyéb tanulmányok is hasonló adatokat közölnek, miszerint a komposzt kezelés hatására átlagosan 10-20 %-al csökken a talaj térfogattömege (ZEBARTH et al., 1999; TEJADA és GONZALEZ 2007; MYLAVARAPU és ZINATI, 2009).

A TALAJ VÍZTARTÓ KÉPESSÉGÉNEK VÁLTOZÁSA

A 3. ábrán mutatjuk be a talaj (5-10 cm) víztartó képességének változását növekvő adagú komposzt kezelés hatására.



3. ábra: A talaj (5-10 cm) víztartó képességének változása növekvő adagú komposzt kezelés hatására a-c, A-B indexek (pH-értékek szerint): a különböző betűk a Tukey-teszt szerint statisztikailag különböző átlagokat jelölik ($p < 0,05$).

Az összpórustér (pH-0) változása nagyrészt a mezo- és makropórusok mennyiségének változása révén következett be, mely a komposzttal kezelt területeken szignifikánsan nőtt a kontrollhoz képest. MARI-NARI et al. és munkatársai (2000) is leírták, hogy a komposzt kezelés hatására nő a talajpórusok ösztérfogata, mely véleményük szerint elsősorban a szerves anyag mennyiségétől függ. CELIK és munkatár-

sai (2004) több mint 20 %-os összporozítás növekedést tapasztaltak a komposzttal kezelt területeken.

A szabadföldi vízkapacitás (pF-2,5), illetve a hasznosítható vízkészlet (DV) mennyisége nőtt a komposzt kezelést követően. A holtvíztartalom (pF-4,2) tekintetében nem volt szignifikáns eltérés a kezelések között. WEBER és munkatársai (2007) eredményeik alapján, mind a szabadföldi vízkapacitás, mind a hasznosítható vízkészlet nőtt a komposzt kezelés hatására. MYLAVARAPU és ZINATI (2009) arról számolnak be, hogy magasabb szívóerő-tartományban a komposzttal kezelt talaj nagyobb mennyiségű vizet tartott vissza. Ennek az a magyarázata, hogy a szerves anyagok jelentős vízmegkötő képességük révén alapvetően meghatározzák a talaj vízgazdálkodását (FILEP, 1999; STEFANOVITS, 1999). A szerves anyagban gazdag homoktalaj így több vizet tudott megkötni és a megkötött vízmennyiséget tovább tárolta.

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A különböző komposzt kezelések nagyon kedvezőek, figyelembe véve, hogy a kísérlet gyenge, savanyú homoktalajon lett beállítva. A kijuttatott komposzt mennyiségének emelkedésével a homoktalaj szervesanyag-tartalma arányos növekedést mutat. A szerves anyag mennyiségének legnagyobb gyarapodása mindkét talajrétegben a 27 t/ha szennyvíziszap komposzttal kezelt parcellákban figyelhető meg. A szennyvíziszap komposzt szervesanyag és bentonit tartalma közvetlenül és közvetve is hozzájárult a talaj szerkezetességének kialakításához. A térfogattömeg értékek alapján a megismételt kezelések utáni évben statisztikailag igazolt a komposzt kezelések tömődöttséget csökkentő hatása a vizsgált talajszintben. A komposzt kezelés hatására jelentősen javult a talaj víztartó képessége, melynek eredményeként nőtt a pórusok ösztérfogata és a növények számára hasznosítható víz mennyisége a talajban.

Az eddigi eredményeink alapján a szennyvíziszap komposzt nem csak a növények tápanyag-ellátásában, de a talaj termékenységét befolyásoló fizikai és kémiai paraméterek javításában is jelentős hatással bíró készítmény, melynek rendszeres alkalmazásával mérsékelhetjük a talajdegradációs folyamatokat is.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése országos program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Köszönet illeti a Nyírségvíz Zrt.-t, hogy biztosították számunkra a kísérletben felhasznált szennyvíziszap komposztot.

IRODALOMJEGYZÉK

- ADANI, F., TAMBONE, F., GENEVINI, P., 2009. Effect of compost application rate on carbon degradation and retention in soils. Waste Management 29: 74–179.
- ARTHUR, E., CORNELIS, W. M., VERMANG, J., DE ROCKER, E., 2011. Effect of compost on erodibility of loamy sand under simulated rainfall. Catena 85: 67-72.
- BRADY, N.C., WEIL, R.R. 1999. The nature and properties of soils. Agriculture Ecosystems and Environment 95. 1: 393-394.
- BUZÁS I. 1988. Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 2. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. p.242
- CELIK, I., ORTAS, I. ÉS KILIC, S., 2004. Effects of composts, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of Chromoxerert soil. Soil and Tillage Research 78: 59–67.
- FILEP GY., 1999. Talajtani alapismeretek I. Debrecen.

- LAZÁNYI, J., 2003. Bentonitos tufa a homoktalajok javításában. Agrárgazdaság Vidékfejlesztés és Agrárinformatika az évezred küszöbén (AVA), Debrecen, 4-8.
- MAKÁDI M., JAKAB I., FUCHS M., MICHÉLI E. 2008. Terepi segédanyag. Talajtani Vándorgyűlés. Nyíregyháza.
- MANTOVI, P., BALDONI, G., TODERI, G. (2005). Reuse of liquid, dewatered, and composted sewage sludge on agricultural land: effects of long-term application on soli and crop. *Water Research*, 39: 289-296.
- MARINARI, S., MASCIANDARO, G., CECCANTI, B., GREGO, S., 2000. Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. *Bioresource Technology* 72: 9–17.
- MYLAVARAPU, R. S., ZINATI, G. M., 2009. Improvements of soil properties using compost for optimum parsley production in sandy soils. *Scientia Horticulturae* 120: 426-430.
- PAP J., PAPNÉ KRÁNITZ E. 1997. A települési eredetű szennyvíziszapok mezőgazdasági elhelyezésének másfél évtizedes tapasztalatai. *Vízügyi Panoráma*. I. p. 11-14.
- STEFANOVITS P., FILEP GY., FÜLEKY GY., 1999. Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- SZABÓ I. M. (2008). Az általános talajtan mikrobiológiai alapjai. *Mundus Magyar Egyetemi Kiadó*, Budapest.
- SZLÁVIK J. 1981. Fővárosi vagy más települések szennyvíztisztító telepeiről származó iszapok mezőgazdasági elhelyezése és hasznosítása. *VITUKI Közlemények* 35. 3. 13. p. 108-116.
- TEJADA, M., GONZALEZ, J. L., 2007. The relationships between erodibility and erosion in a soil treated with two organic amendments. *Soil and Tillage Research* 93: 197-205.
- ÚRI ZS., LUKÁCSNÉ VERES E., KÁTAI J., SIMON L. 2005. Különböző módon kezelt települési szennyvíziszapok hatása a talaj mikroorganizmusaira és enzimaktivitására. *Agrokémia és Talajtan*. 54. p. 439-450.

- VÁRALLYAY GY. (2000).. Risk assessment and prevention of soil degradation processes in Hungary. In: *Foresight and Precaution*. (Eds.: Cottam, Harvey, Pape & Tait). 563–567. Balkema. Rotterdam
- VÁRALLYAY, GY., 2008. A klímaváltozás várható hatásai Magyarországi talajaira. [In: Harnos Zs., Csete L. (szerk.) *Klímaváltozás: környezet-kockázat-társadalom*.]. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
- VERMES L. 2001. *Vízgazdálkodás*. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest.
- WEBER, J., KARCZEWSKA, A., LICZNAR ÉS M., DROZD, J., JAMROZ, E., KOCOWICZ, A., 2007. Agricultural and ecological aspects of a sandy soil as affected by the application of municipal solid waste composts. *Soil Biology and Biochemistry* 39: 1294-1302.
- ZEBARTH, B. J., NEILSEN, G. H., HOGUE, E., NEILSEN, D., 1999. Influence of organic waste amendments on selected soil physical and chemical properties. *Canadian Journal of Soil Science* 79: 501–504.
- 36/2006. (V. 18.) FVM rendelet a termésnövelő anyagok engedélyezéséről, tárolásáról, forgalmazásáról és felhasználásáról.

LONG-TERM EFFECTS OF SEWAGE SLUDGE COMPOST APPLICATION ON ACIDIC SANDY SOIL

**ARANYOS TIBOR JÓZSEF, TOMÓCSIK ATTILA,
DEMETER IBOLYA, FEHÉR BERNADETT, MAKÁDI MARIANNA**

*University of Debrecen, Centre of Agricultural Sciences,
Research Institute of Nyíregyháza,
H-4400 Nyíregyháza, Westsik Vilmos str. 4-6. Hungary
E-mail: aranyostibi@gmail.com*

The effects of good quality sewage sludge compost on soil properties are studied in a small-plot long-term field experiment in the University of Debrecen IAREF Research Institute of Nyíregyháza. The sewage sludge compost is applied in every 3 years (2006, 2009, 2012 and 2015) from the start (2003) of the experiment. The applied compost (Nyírkomposzt) is made from (in m/m% dw.) 40% of sewage sludge, 25% of straw, 30% of rhyolite, 5% of bentonite. The doses applied in five replications were used at the rates of 0, 9, 18, 27 t ha⁻¹. The soil physical, chemical and microbiological changes of soil (Lamellic Arenosol, Dystric) are studied regularly. Now we present the results of some soil physical parameters and the organic matter content achieved in the 10th year after beginning. According to our results, the bulk density of soil was significantly reduced, the water retention and the amount of stored water in soil were increased by the compost application. As well as, the organic matter content of treated soil samples also increased in the studied soil layers.

RENDSZERVÁLTÁS TÉTJE AZ ALFÖLD MEZŐGAZDASÁGÁBAN

BARANYI BÉLA

*Professor Emeritus, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-,
Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Víz- és
Környezetgazdálkodási Intézet
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.
E-mail: baranyi@agr.unideb.hu*

ÖSSZEFOGLALÁS

Az 1989/1990. évi rendszerváltás sikere az Alföldön is elsősorban a gazdaság gyökeres szerkezeti és szervezeti átalakulásától, az új vállalkozási formák elterjedésétől és a privatizációs folyamatok eredményességétől függött. Az mezőgazdasági jellegű keleti országrész hátrányos helyzetű térségeiben természetesen az agrárszektorban zajló folyamatok jelentős mértékben határozták meg a társadalmi-gazdasági rendszerváltás minőségét, hiszen az ország területének közel negyven százalékán az össznépesség mintegy harmada él az Alföldön. Különösen ellentmondásosan alakultak azok a változások, amelyek a rendszerváltást követő években a privatizáció kapcsán mutatkoztak meg a földrajzi nagyrégió mezőgazdaságában. A kérdésre, hogy a magángazdaságok és a kisvállalkozások számának tömeges emelkedését, a falvakba történő visszatelepedését lehet-e egyértelműen a vállalkozó szellem diadalának tekinteni, a mából visszatekintve sem adható egyértelmű válasz. A családi vállalkozások szerepének erősödése regionális értelemben még ma sem jár együtt a vidék jövedelemtermelő képességének elvárható erősödésével, következésképpen az agráriumban bekövetkezett átalakulás mélysége és minősége továbbra sem biztosít optimális feltételeket kiterjedt alföldi térségek fejlettebb régiókhoz történő felzárkóztatásához.

BEVEZETÉS

Nyilvánvaló ma már, hogy az 1989/90. évi rendszerváltás sikere az Alföld térségeiben is elsősorban a gazdaság egészének a gyökeres szerkezeti és szervezeti átalakulásától és megújulásától, az új vállalkozási formák elterjedésétől, s az előbbiekkal szoros összefüggésben a privatizációs folyamatok eredményességétől függött. Az erősen agrárjellegű Alföld hátrányos helyzetű térségeiben, mindenekelőtt Északkelet-Magyarország, illetőleg Jász-Nagykun-Szolnok és Békés megye kiterjedt községeiben vagy éppen Bács-Kiskun és Csongrád megyék egyes kistérségeiben, természetesen jelentős mértékben az agrárszektorban zajló folyamatok határozták meg a társadalmi-gazdasági rendszerváltás minőségét, jellegét és sajátosságait. A tét nagy volt, hiszen az ország területének közel 40%-án az össznépesség mintegy harmada él jelenleg is. Ezért annyira fontos minden olyan tudományos kutatás, amely a vállalkozás-élénkítés agrárökonómiai, szociológiai, társadalom földrajzi és regionális problémáival foglalkozik a hátrányos helyzetű alföldi térségekben. Nehéz lenne ugyanis elhallgatni, hogy a keleti országrész mezőgazdaságában és agrártársadalmában lejátszódott folyamatok továbbra sem kedveznek a térség fejlettebb régiókhoz történő felzárkóztatásához (BARANYI, 1994). Fölöttébb elmentmondásosak voltak ugyanis azok a változások, amelyek a rendszerváltást követő néhány évben, leginkább a privatizáció kapcsán, a vállalkozók és a vállalkozások sorsának alakulásában mutatkoztak meg az Alföld mezőgazdaságában. A tulajdonviszonyok radikális átrendeződése egyfelől, másfelől a városokból a földhöz jutás csábító lehetősége vagy/és a munkanélküliség előli menekülés miatti tömeges visszatelepedés, harmadszor pedig az általános gazdasági recesszió hatására a magángazdálkodók, a mezőgazdasági kisvállalkozók száma rohamosan megnőtt a falvakban. Az alföldi falu akarva-akaratlanul népesség visszafogadó település lett. A korábban önszántukból vagy éppen gazdasági kényszerűségből városba özőnlők egy része most megváltoztatva az egyéni mobilitás irányát, önszántából vagy új ke-

letű gazdasági kényszerek hatására ismét útra kelt, ezúttal a vidéket választva lakóhelyéül, a mezőgazdasági tevékenységet pedig megélhetése forrásául.

A kérdésre, hogy a magángazdaságok és a kisvállalkozások számának tömeges gyarapodását, a falvakba történő visszatelepedést lehet-e egyértelműen pozitív és biztató perspektívának, a vállalkozó szellem diadalának tekinteni, a mából visszatekintve sem adható egyértelmű válasz. A rendelkezésre álló adatok és tudományos információk ugyanis azt támasztják alá, hogy a rendszerváltozás kezdetén a mezőgazdasági családi vállalkozások számának – önmagában öröndetes – növekedése akkoriban, de a későbbiekben sem jelentette a vidék eltartó képességének átütő erősödését, az új, piaci alapú vállalkozói mentalitás szellemében tevékenykedő árutermelő gazdaságok fölénybe kerülését.

A gazdasági rendszerváltás időszakában kialakult helyzet azzal jellemezhető leginkább, hogy világos magyar agrárkonceptió, egyértelmű és hatékony központi agrártámogatás hiányában, a néhány hektáros kis családi gazdaságok többségét relatíve alacsony színvonalú „paraszti önellátó”, jövedelempótló, illetve kiegészítő tevékenység, semmi estre sem árutermelésre alapozott vállalkozói tevékenység jellemezte. Jobbik esetben is csak az agrártevékenységet végzők nem egészen egyharmada foglalkozott a piaci igények szerinti árutermeléssel is. Kelet-Magyarország – döntően az Alföld – falvaiban 1994-ben végzett széleskörű, magas elemszámú, mintegy 2.500 kérdőívre alapozott empirikus vizsgálatok szerint mindössze a családi gazdaságok mintegy kilenc százalékát adták azok a *családi vállalkozások*, amelyek már megújult piaci szellemben, vállalkozásként igyekeztek megfelelni a modern piacgazdaság kihívásainak. Jövedelemszerző képessége, azaz a külső munkaviszony, illetve a saját vállalkozásából származó jövedelem aránya alapján a paraszti gazdaságok ötven százaléka úgynevezett *részmunkaidős családi gazdaságnak* számított, ahol nagyjából fele-fele volt a külső és belső jövedelmek aránya. A „családi gazdasá-

gok” közel negyven százalékát tették ki a *kisegítő gazdaságok*, amelyekben mondhatni még hagyományos mentalitáson alapuló, önellátó, mindennapos „házkörüli” saját tevékenységgel egészítették ki, a döntően külső forrásból származó (rendszeres munkaviszony, nyugdíj, szociális juttatás) jövedelmüket (SÜLI-ZAKAR I., 1994).

A kérdőíves felmérés eredményei alapján könnyű megválaszolni a kérdést, hogy az újonnan született „paraszti önellátó” kisvállalkozások többsége a rendszerváltozás hajnalán egyáltalán vállalkozásnak volt-e tekinthető-e vagy sem? A tudományos és tapasztalati tények, s a témával foglalkozó írások inkább azt igazolják, hogy általában véve is, különösen pedig a hátrányos helyzetű térségekben az új magángazdaságok, a kedvezőtlen körülmények hatására többnyire „kényszer-vállalkozásoknak”, afféle *kvázi-vállalkozásoknak* számította akkoriban még. Ezek a kisvállalkozások ugyanis nem voltak képesek jelentős tőkefelhalmozásra, eltartó képességük nagyon alacsony, s az itt folyó munka tulajdonképpen **jövedelemkiegészítő tevékenységet** takar, annak minden súlyos gazdasági-társadalmi következményével együtt. Fennáll a veszélye tehát annak, hogy az ország keleti felében tovább folytatódik a területi egyenlőtlenségek, a halmozottan hátrányos helyzet akkumulációja, s a későbbi átalakulás, a gazdasági rendszerváltás árát – mint már annyiszor – ezúttal is az agrárrégiók és a falvak fizetik meg.

PARADIGMAVÁLTÁS AZ ELŐZMÉNYEK TÜKRÉBEN

Ismert és kellően feltárt összefüggések, hogy az 1950-es, '60-as és a '70-es években zajló gazdasági-társadalmi (és politikai) átalakulás során egyszer már súlyos megrázkódtatással járó árat fizettek az alföldi falvak. Az 1950 és 1963 között, a mezőgazdaság és a falvak fejlesztésének a rovására végbement feszített ütemű és erőltetett, extenzív szemléletű, egyszersmind aszimmetrikus, Budapestre és a vidéki nagyvárosokra orientált iparosítás, a mezőgazdaság kollektivizálásának a következményei, a lakáskérdés és az egyéb infrastruktú-

rális ellátottság hiányosságából származó közismert ellentmondások és aszociális jelenségek hátrányos következményei jól ismertek. A „késleltetett” – mások szerint „megkésített” – városfejlődés problémái pedig különösen azt, az 1970-es években egymilliónyi naponta és mintegy 300 ezer hetente vagy ritkábban el- és bejáró úgynevezett ingázó, többnyire segéd- és betanított munkást érintették az országban (az Alföldön hozzávetőleg 500–550 ezer főt), akik parasztból munkássá csupán napi 8 órára, jobbik esetben heti öt napra rétegeződtek át. Munkaidejüket otthon, zömmel a mezőgazdaságban csak megduplázták, vagy pedig a hét végét és szabadságukat töltötték el „különmunkával”. Miközben ez a nagy tömegű „új munkásosztály”, az úgynevezett ingázó munkásság tetemes hányadot vállalt az ipar- és a városfejlesztés költségeiből, ennek részarányos előnyeit nem élvezhette (BARANYI, 1985).

A faluról vagy a város közvetlen vonzási körzetéből bejáró munkás tehát nemcsak plusz terheket vállalat és szabad idejének nagy részét áldozta fel, hanem jórészt meg volt fosztva a városi infrastruktúra előnyeitől is, amelynek létrehozásához az ő munkája is hozzájárult. Alig részesülhetett a városi lakásellátás, a közmű-, a bolt- és a vendéglátó-hálózat, a kulturális szolgáltatások, a magasabb színvonalú iskolák stb. által nyújtott kedvezményekből. Mint ahogyan a városokra is fokozottabb terheket rótt a túlszűfolttság, az infrastrukturális létesítmények fejlesztése, valamint az urbanizációs feltételek hiányai miatt meglévő munkaerőgondok megoldása.

Az alföldi falvak gazdasági-társadalmi átalakulásának kétségtelenül legdinamikusabb – igaz döntően extenzív jellegű – időszakában a 60-as és a 70-es években is bebizonyosodott, hogy a települési tényezőknek mennyire meghatározó szerepe volt a falusi létfeltételek és életforma alakításában. A kétségtelenül jelentős fejlődés ellenére ez a faktor erősen befolyásolta – nincs ez másképp ma sem – egyes tájegységek, kiterjedt területek, sőt egész országrészek életét. Az a gazdasági tér, amelyben nagy tömegek élnek, az a földrajzi adottság,

amelyhez százazrek kötöttek, a lakóhelyek gazdasági, társadalmi és kulturális központoktól való távolsága, a települések fejlettségi foka, mind-mind korlátozóan vagy ösztönzően hathatnak az életmódra, az életkörülményekre a fogyasztói magatartásokra. Ám ezek a területi adottságok a városban–falun–tanyán élő, társadalmilag, gazdaságilag és kulturális tekintetben azonos szinten álló háztartásokat is alapvetően elkülöníthetik egymástól, emellett teljesen azonos problémákat és jelenségeket váltanak ki a társadalmilag-gazdaságilag és kulturális tekintetben eltérő típusú háztartásoknál. „A központoktól távolodva ugyanis növekvő terhek jelennek meg a háztartások életében elemi szükségleteik kielégítése során, s e terhek helyzetüket és magatartásukat egyaránt differenciálják.” (KENÉZ, 1977).

Nyilvánvaló, hogy hátrányosabb helyzetbe kerülnek azok a területek, ahol a lakosság nagyobb tömegei élnek távol a központoktól. Míg a hetvenes évek Dunántúlján például a lakosok 16,4% százaléka élt a központoktól 3 km-nél távolabb, az észak-magyarországi területen 12,8%-uk, addig az Alföldön a népesség 30,7% százaléka, ami rendkívül magas arány volt. Könnyen belátható és statisztikailag igazolt is, hogy a távolságokból, a hiányos infrastrukturális ellátottságból, például a villany- és vízvezeték-ellátottság hiányaiból, a szórakozási, egészségügyi, sportolási, oktatási, szolgáltatási lehetőségek és elérhetőségek korlátozott voltából, a munkahelyekre és a szórakozási, vásárlási célokból történő utazgatásokból eredő költség-, idő- és fáradság ráfordítások összehasonlíthatatlanul magasabbak a községek társadalmi csoportjai és rétegei számára, mint a városokban vagy az ahhoz közelebb fekvő településeken. Mindez azonos, sőt nagyobb jövedelmi és kereseti viszonyok mellett is olyan többletköltséget és egyéb ráfordítást igényelt, illetve vont el a községi–tanyai–külterületi háztartások nagy részétől, amely életszínvonal, életmód és életforma tekintetében hátrányosabb helyzetbe hozta az itt élőket, sőt esetenként a hátrányos helyzet akkumulációjához vezetett.

Vizsgálatok és sokrétű statisztikai adatok bizonyítják a területi hátrányok jelenlétét és következményeit. Többek között azt, hogy az alföldi megyék jelenleg is az ország leghátrányosabb tájegységei-régiói közé tartoznak. Elég itt csak a községi és a külterületi-tanyai népesség magas arányára, vagy a vízvezeték-, a villany-, a csatornahálózat és a gázvezeték nélküli háztartások rendkívül magas számára utalni, nem beszélve a falusi-tanyai életforma egyéb hátrányairól és kényelmetlenségeiről. Ilyen módon a fejletlenebb mezőgazdasági területeken az urbanizációs feltételek ma is rendkívül hiányosak. A központoktól való távolság életformát differenciáló hatása részben azokon a városoktól tanyáig (belterülettől külterületig) erősen szűkülő átmérőjű csatornákon múlik, amelyek egyre csökkenő mértékű információt, kultúrát, szolgáltatást, árut és választékot engednek eljutni a központoktól távollakókhoz. Másrészt viszont azon a távolságon, egyben úton, időn, költségen és energián, amivel a központoktól távol élők elérik az igényeik kielégítését. Olyan információknak, termékeknek, szolgáltatásoknak vagy választékfeleségek megszerzéséről van tehát szó, amelyek a külterületekre, a szórványtelepülésekre vagy egyes nehezen megközelíthető falvakba nemcsak az 1970-es évek végén, de sok tekintetben mára is kiterjeszthető érvénnyel, nehezen jutnak el (KENÉZ, 1977).

Az úgynevezett „területi hátrányok” kérdések kapcsán, a hetvenes évek elején készült békés megyei életmódvizsgálat eredményeit és tapasztalatait összegző átfogó szociológiai vizsgálat következtetései alapvonásokban az összes alföldi megyére érvényesek. Joggal állapítja meg a tanulmány szerzője, hogy a nagyüzemi gazdálkodás és az ipar intenzív fejlesztéséhez szükséges megfelelő anyagi eszközök hiányában, legalábbis a hetvenes évek elejéig olyan gazdaságpolitikai stratégia alakult ki a Dél-Tiszántúlon, amely a felszínen az érdekek időleges egyensúlyán alapult. Véleménye szerint ez annyit jelent, hogy egyik oldalon tehát a háztáji gazdálkodás támogatása és az extenzív, túlnyomó részt manufaktúrális ipar telepítése megnöveli a falu – és a

tanya – gazdaságpolitikai jelentőségét. A másik oldalon viszont kényszerűen csökkenteni kell az infrastrukturális és a kommunális beruházásokat, ami komoly feszültséget eredményez a falu növekvő gazdasági szerepe és a falusi életforma civilizációs feltételei között. Az ott élő emberek számára a falu lehetőséget nyújt a jobb életlehetőségek, az urbanizáltabb életforma anyagi alapjának megteremtésére, de az ezen kívül semmilyen más feltételeket nem biztosít (rosszak az útvízszyonok, a víz- és csatornahálózat, a kulturális és szórakozási lehetőségek stb.). Biztonság és bizonytalanság kettőssége kiváltképp azoknál érződik, akik már elindultak a foglalkozási átrétegződés, a társadalmi mobilitás útján, a falun élő ipari munkások körében. Helyzetükre az a jellemző, hogy igényeik túlnőttek a falusi életforma keretein, de kénytelenek ezek között a keretek között élni (KÁRPÁTI, 1972).

A problémákat gyarapította továbbá, hogy a túlnyomórészt agrárjellegű kelet-magyarországi, alföldi régióban a mezőgazdaság korábbi fejlesztése „erőltetett” iparosítása eddig főként az urbanizálás alapját képező infrastrukturális és kommunális fejlesztések rovására volt fenntartható. A mezőgazdasági és az ipari beruházások összege nem volt arányban az érintett megyék által a nemzeti jövedelemből megtermelt értékek nagyságával. A vidéki ipartelepítés mindenekelőtt a nagy élőmunkát és kis beruházást igénylő élelmiszeripar, illetőleg a nehézipar élőmunka-igényes ágazatainak fejlesztését tartotta szem előtt, megnövelve a falvakba települt szakképzetlen munkára és olcsó munkaerőre támaszkodó, kevésbé jelentős üzemek számát, az ún. „falusi ipar” arányát. Ezért a foglalkozási átrétegződés elsősorban nem a városok irányába hatott, hanem igen ellentmondásos formák között, a falvakban ment végbe, oly módon, hogy nagyon felduzzadt a kettős foglalkozású, az ipar és mezőgazdaság között naponta ingázó, falusi életformáikat lényegében megtartó munkások száma, akik ipari jövedelmeiket rendszeresen kisárutermeléssel egészítették ki.

A mezőgazdaságban és az iparban zajló extenzív fejlesztések újabb hulláma idején, a 60-as és a 70-es évek fordulóján, amikor az alföldi fal-

vak „taszító ereje”, illetve a városok „elszívó hatása” a legerősebben érvényesült, az ingázásokban testet öltő, többnyire kényszerű mozgások is rendkívüli módon felerősödtek. Az 1970. évi népszámláláskor pl. Magyarországon közel egymillió (993,5 ezer) fő (az aktív keresők együtöde) volt azoknak az aktív keresőknek a száma, akik naponta utaztak a lakhelyük és a munkahelyük között. További 300 ezer személy pedig hetente, vagy ritkábban ingázott. A naponta eljáró aktív keresők közül mintegy 200 ezer fő, az összes ilyen eljárók valamivel több mint 20%-a esett a hat alföldi megyére. A legtöbben Szabolcs-Szatmárból (43,3 ezer fő), a legkevesebben pedig Békésből (29,4 ezer fő) jártak (vagy menekültek) el a lakóhelyükön kívül eső munkahelyekre. A naponta bejáró keresők száma mintegy 173 ezer fő, az összes bejárók 17–18% százaléka volt. A két szélső pólust ezúttal is Szabolcs-Szatmár (39,8 ezer fő), illetve Békés megye (27,7 ezer fő) jelentette (KSH 1970).

Az elmondottak és a rendelkezésre álló jövedelemstatistikák alapján is könnyű belátni, hogy két évtized múltán, a rendszerváltás során a mezőgazdaságot érintő változások és az általános recesszió miatt az ingázások – fent leírt – irányának a kellően meg nem tervezett, hirtelen és fölöttebb gyors megfordulása (megfordítása) milyen súlyos következményekkel járt az egyes alföldi térségek számára. A megrázó kódtatás társadalmi súlya hasonló lehet ahhoz, mint amikor más okból a ’60-as és a ’70-es évek folyamatai a rendszeres napi tevékenységen, a „hivatalos” elfoglaltságon felül rengeteg plusz munkát és energiát igényeltek a parasztságtól és részben a kettős jövedelmű háztartásoktól az évi összes jövedelem biztosítása során. Más szóval: míg a munkásság és a szellemi dolgozók túlnyomó többsége a munkahe-lyen végzett tevékenysége alapján élvezett rendszeres és biztos jövedelmet, addig a paraszti és a kettős jövedelmű háztartásokban élők nagyjából ugyanezt a jövedelmi szintet a tsz-ekben, vagy éppen az ipari és egyéb üzemekben végzett napi elfoglaltság után vagy mellett érték el. Ez nemcsak jelentős plusz munkát és tényleges munkaidő-többletet jelentett, hanem sok időt és energiát emésztett fel, egyebek

mellett a pihenési, a kulturálódási és az egyéb szórakozási lehetőségek rovására.

Az Alföld esetében amúgy is egy olyan területről van szó, amelyen a népesség számottevő része falvakban és községekben, illetve a városok külterületein és agglomerációs övezetében élt, a keresők jelentős részét pedig a mezőgazdaság foglalkoztatta, miközben igen magas volt a vegyes háztartások, az ingázók, a naponta eljáró dolgozók, az úgynevezett kétlakiak aránya. Az 1972. évi Általános Mezőgazdasági Összeírás szerint az országosan nyilvántartott mintegy 1 millió 700 ezer kisüzemi (háztáji vagy kisegítő) gazdaság 46%-a volt a termelőszövetkezeti tagok háztáji gazdasága, 48%-a lakossági kisegítő gazdaság, s csupán 4%-a szakszövetkezet, 2%-a pedig egyéni gazdaság. Ebből következtetve, a legszerényebb számítások szerint is az erősen mezőgazdasági jellegű Alföldön működhetett az összes háztáji és kisegítő gazdaságok mintegy fele a hetvenes évtizedben. Békés megyére vonatkozó adatok szerint például az 1970 körüli időszakban a falusi lakosok 72,4%-a rendelkezett kisebb vagy nagyobb telekkel, sőt a városba költöző nem mezőgazdasági népesség 37,4%-a is megtartotta telkét, a gazdálkodás és állattartás racionálisabb típusait alakítva ki, és megőrizve a paraszti gazdálkodás számos fontos elemét. A városba költözőknek is, amellet, hogy fő tevékenységük az iparhoz vagy a szolgáltatáshoz kötötte őket, még mindig jelentős része (43,5%-a) foglalkozott állattartással, zömmel önellátási, nem pedig eladási, illetőleg ebből származó közvetlen jövedelemszerzési megfontolásokból (BARANYI, 1985).

KÖVETKEZTETÉSEK

További sokrétű vizsgálatokkal és statisztikai adatok tömegével lehetne még bizonyítani, hogy az alföldi megyék, kistérségek (járások) és települések jelenleg is az ország leghátrányosabb térségein találhatók. Kényszerűen megszabadulva a rendszeres jövedelmet biztosító városi vagy falusi (tsz) állandó munkahelyektől, az immár kisvállalko-

zóvá vált paraszti népesség még szorultabb helyzetbe került, mint az 1960-as és '70-es években. Tőkehiánnyal és értékesítési gondokkal küszködve, megfelelő agrártámogatás és piac hiányában, a földterülettel rendelkező mezőgazdasági vállalkozó eleve vert helyzetben volt a gazdasági rendszerváltás időszakában az Alföldön. A terhes örökség miatt az igazi „kitörés” várhatóan csak keveseknek adatik majd meg, miközben sokan kerültek a társadalmi-gazdasági élet periferiájára. Mindez pedig a keleti országrész belső (mélységi) és külső (határ menti) periferiáinak fejlettségbeli területi léptékű leszakadáshoz vezetett.

Az 1990-ben bekövetkezett gazdasági rendszerváltás és a mezőgazdaság kapcsolatának sokrétű témakörét érintő, következtetéseit a hátrányos helyzetű alföldi térségekre kivetítő rövid eszmefuttatás és visszatekintés egyúttal bizonyítani igyekezett, hogy a mezőgazdasági vállalkozói szellem és magatartás korábban is jelen volt az Alföld mezőgazdaságában. A rendszerváltás természetesen merőben új helyzetet teremtett az ágazatban. Ám néhány évvel a gyökeres változást eredményező paradigmaváltás után elsősorban az adhatott okot optimizmusra, hogy a gazdálkodói lét mindennapjaiban korábbról sok olyan hagyomány, a paraszti-családi gazdálkodást jellemző „kisgazdálkodói” mentalitás öröklődött tovább, amelyek jó alapot biztosíthatnak az árutermelő családi vállalkozások jövőjét illetően is. Nagy tanulság, hogy a hátrányos helyzetű, leszakadó vidéki térségek felzárkóztatásának fontos előfeltétele az Alföldre regionálisan helyesen értelmezett agrárkonceptió, célirányos és differenciált agrártámogatási rendszer, azaz hatékony vidékpolitika a mindenkor kormányzat részéről. Aligha kétséges ugyanis, hogy az ország minél több sikeres árutermelő mezőgazdasági vállalkozás létrejöttében érdekelt a hátrányos helyzetű térségekben.

Az Alföld regionális fejlesztése, a területi hátrányok felszámolása irányába tett minden lépés végső soron a primer szektor erősítése révén, az egész ország boldogulását szolgálja. Ezért, s az ország területi szétszakadozásának a megakadályozása érdekében a kormányzati

gazdaságstratégiát a hatékony mezőgazdasági vállalkozásélénkítésnek kell mielőbb alárendelni az ország keleti felében. Az Alföld lakossága – különösen a falvak népe – ugyanis a gazdasági rendszer-váltással együtt járó előnyök és hátrányok újfajta megosztását várja nemcsak egyes társadalmi csoportok és rétegek, hanem a különböző régiók között is.

IRODALOMJEGYZÉK

BARANYI B., 1994: A vállalkozás-élénkítés szerepe az Alföld mezőgazdaságában: Felzárkózás vagy leszakadás? In: A vállalkozás-élénkítés agroökonómiai, szociológiai és szociálgeográfiai problémái hátrányos helyzetű alföldi térségekben. Szerk.: Süli-Zakar I., KLTE Társadalomföldrajzi Tanszék. Debrecen, pp. 7-16. (Az 1745. sz. OTKA kutatási téma tudományos eredményei.)

BARANYI B., 1985: A Tiszántúl átalakuló társadalma (1945-1978). A társadalmi átrétegződés fő folyamatai a Tiszántúlon. Akadémiai Kiadó, Budapest, 200 p.

BÁLINT J., 1978: Társadalmi rétegződés és jövedelmek. Kossuth Kiadó, Budapest, pp. 142-203.

KÁRPÁTI Z., 1972: Területi hátrányok és az életforma urbanizációja. (Békés megyei példa.) Szociológia: 4. pp. 521-524.

KENÉZ Gy-né 1997: A települési tényezők szerepe a családok életformájának alakulásában. Szociológia: 4. pp. 537-555.

KSH 1970. évi népszámlálás 30. köt. KSH, Budapest, pp. 13-20.

SÜLI-ZAKAR I., 1994: Kisvállalkozók és kisvállalkozások az Alföld mezőgazdaságában. In: Süli-Zakar I. szerk. i.m. pp. 17-38.

TALAJMŰVELÉSI KIHÍVÁSOK A 21. SZÁZAD 2. ÉVTIZEDÉBEN

**BIRKÁS MÁRTA, DEKEMATI IGOR, KENDE ZOLTÁN,
PÓSA BARNABÁS, SZEMŐK ANDRÁS**

*Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezetgazdálkodási
Kar, Növénytermesztési Intézet
2100 Gödöllő, PáterK.u.1.
E-mail: birkas.marta@mkk.szie.hu*

E tanulmányt Blaskó Lajos professzor születésnapja alkalmából írtuk. Köszönjük a Földművelés és földhasználat tankönyv új, 2. kiadásába írt maradandó értékű talajvédelmi tárgyú fejezeteit.

ÖSSZEFOGLALÁS

A magyar talajművelés a kezdetektől napjainkig – az ösztönző és a visszahúzó erők nyomán – eléggé sajátosan fejlődött. A tanulmányban először az ún. klasszikus idők kihívásait tekintjük át. A 20. században feléledt új törekvések hatása – pl. a talajvédő művelés – máig érzeti hatását. E században három fő kihívásnak vagyunk tanúi, ezek a fenntartható talajművelés, a precíziós gazdálkodás, benne a precíziós talajművelés, valamint az alkalmazkodó, klímakár csökkentő művelés. A művelés célja is szerencsésen változott, mivel a növények vélt igényének hangoztatása helyett a talaj megkímélése, védelme kap hangsúlyt. A növény igényének teljesítése ugyanis évszázadok alatt a talajok minőségének romlásához vezetett. A 21. században a talajvédelmi feladatok összetettek, egyrészt meg kell állítani a több évszázada kezdődött talajminőség romlást, másrészt – kellő ismeret birtokában – kezelni kell a klímaváltozással összefüggő veszélyeket. A feladatokat hat pontban foglaltuk össze.

BEVEZETÉS

A talajművelés fejlesztését, megbecsültségét, a növénytermesztés rendszerében elfoglalt helyét, a talaj védelmére tett erőfeszítéseket, vagy azok elmulasztását, az új törekvések elfogadását Magyarországon minden időben jelentősen befolyásolták a hagyományok (BIRKÁS, 2008). A befolyás – ismerve a klasszikus szerzők korabeli szakmai folyóiratokban megjelent írásait és a talajállapot romlását – gyakran volt visszahúzó, mint ösztönző erő. A gazdálkodók hozzáállása a művelés ésszerűsítéséhez legfeljebb a tökehiánnyal mentegethető. A visszatekintés a tisztánlátást hivatott elősegíteni (BIRKÁS et al., 2017). A sokszántásos művelés (~1751 – ~1900) kora az eke kizárólagos használatára utal, a mentség pedig más eszközök hiánya. Ugyanakkor ezzel az eszközzel alapozódott meg az ún. növényközpontú talajművelés – az 1800-as évek elejétől –, amely szerint minden művelési beavatkozást a növények vélt igényéhez mértek. A talaj gyakori bolygatása azonban minőségromlást idézett elő (MILHOFFER, 1897). Vélhetően a talajok védelme érdekében hirdette meg Cserhádi az okszerű, alkalmazkodó művelés elveit az 1900-as évek elején, amelyet később Gyárfás és Manninger is magáénak vallott és továbbfejlesztett. A hazai talajművelést az 1900-as évek első két évtizedében más országokban kidolgozott művelési megoldások vizsgálata színesítette. Ide sorolható Jean száraz talajokra kimunkált módszere, Campbell – az utókor által boom-nak minősített – módszere vagy Bippart ekeellenes mozgalma. A talajok hosszú távú minőség javulása KEMENESY (1964) elveinek betartása révén következhetett volna be. A növényközpontú művelési szemlélet azonban túlságosan erősnek bizonyult. A 20. század talajművelési tekintetben meglehetősen mozgalmasnak mondható (JOLÁNKAI, 2017). Míg Kemenesy és Manninger az okszerű sekélyművelést valamely mélyebb művelést követő évben tartotta megvalósíthatónak, a mélyebb és a szántásos művelést szorgalmazók (pl. PÁTER, 1953) az ilyen megoldást is elutasították. Az Észak-Ameri-

kában kialakult új irányzatok – *minimum tillage*, *reduced tillage*, *conservation tillage* – az 1960-as években kissé lassan terjedtek Európában (BARTALOS et al., 1995), azonban felelevenítésük napjainkban is tart. Az ún. sávos művelésnek az 1980-as években már volt előzménye, kiteljesedése csak az utóbbi tíz évben következett be (BIRKÁS et al., 2015). A művelés csökkentésének igénye újjáirányította a figyelmet a talajállapot javítására. A Sipos és társai által kidolgozott *periódusos mélyművelési rendszer* (SIPOS, 1978) a művelés okszerűbbé tételét is megelőlegezte. A talajfizika fejlődése az 1960-as évek közepétől a művelés módja és a növény igényének bizonygatása helyett a talajállapot fontosságára irányította a figyelmet. Új lendületet adott – előbb csak elvekben – a fenntarthatóság országhatárok nélküli meghirdetése az 1980-as évek közepétől. A fenntarthatóság szellemében konkrét talajvédelmi intézkedésekre lehetett volna sort keríteni.

Az ún. klasszikus időkben kihasználatlan lehetőségeket utólag már nem lehet pótolni. Ugyanakkor az 1800–2000 között tapasztaltakból napjainkban is lehet tanulni, vagyis: 1) A tudomány a talajvédelemben messze előbbre járt a gyakorlatnál. A jó módszerek megtanítása akkor lett volna eredményes, ha a gyakorlatban felismerik azok alkalmazásának szükségességét. A felismertetés kevésbé sikerült, mivel nehezebb, mint új módszerek kidolgozása. 2) A nagy elődök által adott körülményekre kidolgozott módszerek, amennyiben szükséges, jelen ökológiai körülményekre újítandók meg pl. Gyárfás szárazgazdálkodási, Sipos mélyművelési elvei. 3) A nem hazai termőhelyekre kidolgozott új módszerek széleskörű vizsgálatok alapján adaptálhatók. Nem felejtendő el, hogy Jean elveinek betartásához nem volt eszköz, Campbell 'sokmenete' okkal keltett visszatetszést, a 'minimum tillage' egyenlő lett a kényszercsökkentéssel; de a sávos művelés több, képzett gazdálkodó eredményei révén hamarosan elfoglalhat egy részt a kímélő művelés módszerei között.

ÚJ KIHÍVÁSOK

A 21. század kihívásait – mint fentebb olvasható –, számos jó törekvés előzte meg. A *klasszikus időkben* az új módszerek kisebb térségre kiterjedő alkalmazása (pl. Manninger módszere Tolna és Baranya megyében) is eredménynek számított. Napjainkban bizonyos új módszerek alkalmazása – a termőhelyek eltérése miatt – sem élvezhet országos elfogadást. Ugyanakkor országos kiterjedtséget kellene kapnia a talajra figyelő gazdálkodásnak, és benne a talajkímélő művelésnek. BIRKÁS és munkatársai (2017a) adatai szerint jelenleg a szántóterület felén folytatnak talajkímélő művelést, száraz időszakban. Csapadékos őszi időszakban csak a szántóterület 36 %-án valósul meg a talajkímélés. Az okokat a kímélő művelést több év óta alkalmazók a szakértelem hiányában, a szántás hatásának okszerűtlen túlbecsülésében látják, s csak kevésbé az alkalmas eszközök hiányában. A 21. században sem lankadt az új kihívások iránti igény. A legfontosabb hármat tárgyaljuk a következőkben.

FENNTARTHATÓ TALAJMŰVELÉS

Az első kihívás a *fenntartható talajművelés*, amelynek a meghatározása röviden: a növénytermesztés és a környezetvédelem szempontjainak egyaránt megfelelő talajállapot megkímélése, kedvezőtlen fizikai változások esetén javítása. Egyik sajátossága az alkalmazkodás, vagyis a termőhelyi (beleértve a klímát) és ökonómiai feltételekhez igazodás. A másik fontos jellemző a *kármegelőzés*, mivel a gazdálkodási eredetű hibák (1. táblázat) rövid és hosszabb távon is akadályozzák a fenntarthatóság megvalósulását. A harmadik sajátosság a *fejlesztés*, amely a folyamatosan felmerülő nehézségek leküzdését célozza (BIRKÁS, 2017).

1.táblázat. A talajok minőségét veszélyeztető gazdálkodás eredetű hibák

Hibák, veszélyek	Alapvető okok	Súlyosbító tényezők	Kármegelőzés és enyhítés
Szervesanyag csökkenés	Nagy területet hagyó művelés (rossz szántás- gyakorlat); gyakori talajbolygatás	Szervesanyag juttatás elmaradása, főként a tarlómaradványok eltávolítása	Szervesanyag kímélő művelés (támogatási előírással); szervesanyag juttatás
Talajtömörödés	Nedves talaj művelése; eke, tárcsa ugyanazon mélységben járata; nedves talajon járás	A talajok ülepedési, tömörödési hajlamának növekedése a szervesanyag fogyás miatt	Talpképző eszközök (eke, hagyományos tárcsa) használatának kerülése; Tömör rétegek átlazítása
Művelés-eredetű vízpangás	Tömör talp közel a felszínhez	Hibát okozó művelés ismétlése	Lazító művelés; Talpképző eszközök mellőzése
Talajszerkezet pusztulás	Nedvességhez alkalmatlan művelés: száraz vagy szalonnás hantok alakítása	Fagynak, hideg vagy hőhatásnak kitett nagy terület alakítása (szántás)	A művelés szabályainak betartása; Áttelelés előtt egyletes felszín kialakítása
Talajélet lerontás	Nedvességhez alkalmatlan művelés; Kiszáritás; Talp-eredetű vízpangás	Tarlómaradványok eltávolítása; Felszíntakarás hiánya aratás után	Talajélet-kímélő művelés; Felszíntakarás főleg nyáron
A talaj kiszáritása	Nagy területet hagyó művelés (rossz szántási gyakorlat)	Talajbolygatás hőség vagy meleg napokon	Kíméletes talajbolygatás; Felszíntakarás főleg nyáron

Megjegyzés: a víz- és szélrózsiót nem tüntettük fel, mivel azok alapvető oka természetes eredetű, a művelés a kár súlyosbításában játszik szerepet.

PRECÍZIÓS TALAJMŰVELÉS

A második nagy kihívás a precíziós gazdálkodás, benne a *precíziós talajművelés*. A precíziós növénytermesztés korszerű műszaki- és technikai eszközökkel (térinformatika, számítástechnika, műholdvezérlés) megvalósítható termesztési mód, amely eltérő talajminőség – kötöttség, humusztartalom, vízgazdálkodás, tápanyagtartalom – esetén is segítséget nyújt a talajművelés, növénytáplálás, növényvédelem stb. termőhelyi körülményekhez való igazításában (Németh, Neményi, Milics, Stépán, Tamás, Jolánkai és társaik munkássága nyomán, NEMÉNYI et al., 2010). A talajművelésben a precíziós módszerektől elvárható, hogy táblaszinten azonos művelési mélység, minőség jöjjön létre, akkor is, ha a tábla heterogén. Ilyen törekvés pl. a sávos lazításos művelés, amely legalább 27 cm mélységig kedvezően lazult állapotot alakít széles sorközü növények alá. Nagy előrelépés ez, tudva, talajaink számos olyan művelési hibával – tárcsatalp- és eketalp tömörödés, vakbarázdák, teknők az osztóbarázdák sávaiban stb. – terheltek, amelyek jelen klíma körülmények között termésbiztonság rontó tényezővé válnak (BOTTLIK et al., 2012). Ezek a hibák a hagyományos szemléletű művelés kísérő jelenségei, amelyet a szakszerűtlenség, pontatlanság – jelentős eltérés a precíz munkától, az agronómia alapvető szabályaitól – nedves vagy aszályos idényekben tovább súlyosbít.

A talajművelés, új szemléletben a talaj biológiai folyamatainak kedvező szintre hozása, kedvező szinten tartása, a szükséges, olykor a kényszerűen szükséges mechanikai beavatkozásokkal összefüggő károk minimálisra csökkentése révén. Az új szemlélet folyamatosan javuló alkalmazkodást tételez fel. Az első lépés a kockázatok – rossz szokások, gyenge talajminőség, állapot hibák, szélsőséges klíma jelenségek stb. – felismerése, a második a kockázatcsökkentés igényének kialakulása, a javító vagy kármegelőző intézkedések megvalósítása. A precíziós növénytermesztés egyik eredménye várhatóan a talajminőség fenntartása, szükség esetén a javulása lehet, harmóniában az ökológiai, gépesítési és gazdálkodási feltételekkel. Precíz gazdálkodás

nem valósulhat meg a talajállapot ismerete nélkül. Nagy értéket képviselő növények tábláin, az utóbbi 5 évben belvíz- és aszály sújtotta területeken évente négy (tarlóművelés, alpművelés és vetés után, álmányban gyökerezés vizsgálat) talajállapot ellenőrzés ajánlott.

ALKALMAZKODÓ, KLÍMAKÁR-CSÖKKENTŐ TALAJMŰVELÉS

A harmadik kihívás az *alkalmazkodó, klímakár csökkentő művelés* megvalósítása. A meghatározás – BIRKÁS (2017) szerint – a talajminőség javítása, megkímélése összhangban a termőhelyi, a gépesítési és a gazdálkodási feltételekkel. A növénytermesztés biztonságának növelése a talaj klíma-érzékenységeinek enyhítése és a nedvesség- és szénforgalom okszerű szabályozása révén.

A feladat fontosságának megértése visszatekintést tesz szükségesé. A kezdetektől igen nehéz út vezetett a klímakár-csökkentő művelés meghirdetéséig. A klíma szélsőségekre való utalás a szakfolyóiratokban az indításuktól (1800-as évek vége) megtalálható. A jelenségek ismertetéséből kitűnik, hogy a károk mértéke a maiakhoz csak viszonylagosan volt kisebb, a kárenyhítés többnyire elmaradt. A szaklapokban az időjárásra utalások akkor szaporodtak fel, amikor súlyos helyzet állt elő, ám több szó esett a szárazságról, s kevesebb a hosszú esőzés okozta károkról. CSERHÁTI (1902) az alacsony búzatermések okainak vizsgálatakor utalt arra, a termelők a fő bajnak a szélsőséges időjárást tartják. Ő úgy tapasztalta, a fő ok a hiányos talajművelés, s minél több a hiba a talajban, annál nagyobb kárt okoz a kedvezőtlen időjárás. A klasszikus szerzők egybehangzóan hangsúlyozták, hogy a klímával összefüggő károkat teljesen nem lehet kiküszöbölni, a mérséklésnek azonban több módja létezhet. GYÁRFÁS (1925) a szárazság elleni küzdelemhez javasolt pontjai, kritikusan átnézve, gyakorlatilag a szakma szabályainak megfelelő követelmények.

A klímakár enyhítés lehetőségeinek bemutatása, megértetése, elfogadtatása a növénytermesztés biztonságának kulcskérdése. Az előrelépést a meggyőző példák segíthetik (ZSEMBELI et al., 2015).

Nehezebb azok meggyőzése, akik a hagyományos módszerek közül a talaj minőségét veszélyeztetőket alkalmazzák bármely időjárási körülmények között. Az utóbbi másfél évtizedben gyakrabban fordult elő ősszel a művelésre kevésbé alkalmas nedves talajállapot, mint a száraz. A betakarításkor és a nedvességhez alkalmatlan eszközök (eke, hagyományos tárcsa) használata során keletkezett károk súlyossága a tavaszi vagy nyári – ugyancsak gyakoribb – szárazság hatásának felerősítése miatt érdemelne több figyelmet. Számot kell vetni azzal is, bővült a talajra nézve kritikus időszakok száma.

A kritikus időszakok alatt a talaj minőségét és a benne zajló kedvező folyamatokat különösen veszélyeztetik a klimatikus jelenségek (Pl. hő-stressz, eső-stressz, ezek következményei, a kiszáradás, az eliszapolódás, a kergesedés, a mohosodás) és a gazdálkodási hibák. A nehézségek alapján felállított sorrend napjainkban: 1) nyári tarló-fázis, 2) nyár végi vetés, 3) tavaszi vetés, 4) őszi művelés és őszi vetés, 5) áttelelés. Különösen alá kell húzni, a talaj nyári aratás után az árnyékolás megszűnése, a tarlómaradványok eltávolítása, az alapvető védőanyag hiánya miatt van kitéve leginkább a károsodásnak.

HÁTRÁLTATÓ KÖRÜLMÉNYEK ÉS ELŐRELÉPÉSEK

A talajkímélő, klímakár-csökkentő művelési szemlélet kialakulását, megerősödését számos tényező veszélyezteti. A tarlómaradványok energetikai célú hasznosítása a talajok jövőjének kockáztatása (A hirdetések bevételi forrással kecsegtetnek, ám nem esik szó a klímakár-csökkentésben oly fontos szervesanyag gyarapításáról vagy megőrzéséről). A talajok jövőjének veszélyeztetése többnyire a szaktudás hiányának tudható be. A szaktudás, a talajhoz értés jobbítása nemzeti érdek, amelyben nagy szerepe van és lehet az egyetemi, a szakiskolai oktatásnak, a valódi tudást nyújtó tanfolyamoknak és bemutatóknak, a kutatóintézeteknek és a tartamkísérleteknek.

A talajművelés gyakorlatában tapasztalt kedvező jelenségek arra utalnak, nem voltak hiába az eddigi erőfeszítések (BIRKÁS et al.,

2017b). A legfontosabbak a következők. 1) A lazításos művelés terjedése a repce művelési rendszerében (teljes felületi vagy sávós). 2) A szántás mellőzése nedves talajon, helyette kultivátoros alpművelés alkalmazása a tavaszi vetésű növények – cukorrépa, kukorica, szója – alá (eredményesen). 3) A tarlógondozás előtérbe kerülése a talajvédelem és a későbbi művelések jobb minőségének elérése és a gyomok gyérítése érdekében. 4) A szántás okszerű mellőzése a talajminőség javulás elősegítése valamint a gyommagvak kelésre készítése (eltárolás helyett) érdekében.

A talajminőség védelem és a klímakár csökkentés olyan új kihívások térségünkben, amelyek teljesülése – akkor is, ha csak lépcsőről lépcsőre – a fenntartható növénytermesztés megvalósulását segítik elő.

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A talajművelés feladatának sok századon át a növények fejlődéséhez kedvező talajállapot létrehozását jelölték ki. A kedvező állapot elérése az időszak alatt a műveléssel változtatható talajminőség tényezők romlásához vezetett. A talajminőség romlás a korábban jónak vélt cél megújítását, a művelés védelmi feladatainak előtérbe kerülését sürgetik. A jövőben a művelésre további feladat hárul, mégpedig a talajállapottól függő klímakár csökkentés. A témakörben született javaslatok a szakértelem kiterjesztésének fontosságát sürgetik.

A feladatok: 1) Talaj-, szervesanyag és nedvességekímélő tarlógondozás. 2) Szervesanyag- és vízkímélő művelési rendszer alkalmazása minden idényben (Nem feledhető: egyre szélsőségesebbek a telek, a nyarak, és a tavaszok). 3) A talaj nedvességforgalmát akadályozó állapothibák megelőzése, kialakulás esetén kárenyhítés. 4) A művelési hiba eredetű felszíni vízpangás megelőzése, a kár gyógyítása. 5) Öntözést megelőző idényben a gyökérzóna mélységéig jó vízbefogadásra alkalmas lazultság kialakítása. 6) A vízvesztő művelés kerülése bármely, akár öntözött talajon.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A talajállapot vizsgálatok az AGRÁRKLÍMA.2 VKSZ_12-1-2013-0034 projekt támogatásával folynak. Szerzők nagyra értékelik a Kutató Kari Kiválósági Támogatás – 11476-3/2016/FEKUT, és a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap – NVKP_16-1-2016-001 projektek támogatását.

IRODALOMJEGYZÉK

- BARTALOS T., LAL R., NÉMETH T. 1995. Conservation tillage for sustaining soil and water quality. Akaprint, Budapest, pp. 293.
- BIRKÁS M. 2008. Lessons drawn from the history of tillage. In: BIRKÁS, (ed) Environmentally-sound adaptable tillage. Akadémiai Kiadó, Budapest. pp. 297-340.
- BIRKÁS M. 2009. A klasszikus talajművelési elvárások és a klímakár csökkentés kényszere. Növénytermelés 58. 2: 123-134.
- BIRKÁS M. 2017. Talajművelési ABC. Mezőgazda Kiadó, Budapest (megjelenés alatt).
- BIRKÁS M., MESIĆ M., SMUTNÝ V. (2015): Soil conservation tillage in crop production. Contemporary Agriculture, 64 (3-4) 248-254.
- BIRKÁS M., DEKEMATI I., KENDE Z., PÓSA B. 2017. Review of soil tillage history and new challenges in Hungary. Hungarian Geographical Bulletin, 66, 1: 55-64.
- BIRKÁS M., DEKEMATI I., KENDE Z., KISIĆ I., PÓSA B. (2017). Results of the soil quality preservation in the extreme seasons. In: Mijic P, Ranogajec L (eds.) Proceedings and Abstracts, 10th International Scientific/Professional Conference Agriculture in the Nature and Environment Protection, Vukovar, Croatia, pp. 10-19,
- BOTTLIK L., KALMÁR T., CSORBA SZ., SZEMŐK A., BIRKÁS M. 2012. Talajművelés új szemlélete – a precíziós növénytermesztés alapjai. „Fork to Farm” „Asztaltól a szántóföldig” Fenntartható mezőgazdaság Konferencia, Debrecen. 2012. szept. 6. Acta Agraria Debrecenensis. 49: 123-127.

- CSERHÁTI S. 1902. 7,38 q búzatermés kataszteri holdankint. I. Köztelek 12, 66: 1301-1302. II. Köztelek 12, 67: 1316–1318.
- GYÁRFÁS J. 1925. Sikeres gazdálkodás szárazságban. A magyar dry farming. Pátria Nyomda. Budapest.
- JOLÁNKAI M. 2017. A földművelés fejlődésének rövid története. In: BIRKÁS M. (ed.) Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 15-23.
- KEMENESY E. (1964). Talajművelés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- MILHOFFER S. 1897. Talajkimerülés. Könyves Kálmán Rt., Budapest.
- NEMÉNYI M., TAMÁS J., FENYVESI L., MILICS G. 2010. A távérzékelés alkalmazása a biomassa és a vízkészletek mennyiségének, valamint minőségének megállapításánál. Klíma-21 Füzetek, 59: 51-60.
- PÁTER K. 1953. Bevezető előadás. A mélyszántás kérdései. Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztályának közleményei. 2, 2: 109-133.
- SIPOS S. 1978. A periódusos mélyítő művelés rendszere. In: Földműveléstan In: Lőrincz J. (ed.) Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, pp. 254-258.
- ZSEMBELI J., SZŰCS L., TUBA G., CZIMBALMOS R. 2015. Nedveségtakarékos talajművelési rendszer fejlesztése Karcagon. In: Madarász B. (ed.) Környezetkímélő talajművelési rendszerek Magyarországon. MTA CSFK FTI, Budapest, pp. 122-133.

CHALLENGES IN SOIL TILLAGE IN THE 2nd DECADE OF THE 21st CENTURY

**BIRKÁS MÁRTA, DEKEMATI IGOR, KENDE ZOLTÁN,
PÓSA BARNABÁS, SZEMŐK ANDRÁS**

*Szent István University, Faculty of Agricultural and Environmental
Sciences, Institute of Crop Production,
H- 2100 Gödöllő, Páter K.u.1.
e-mail: birkas.marta@mkk.szie.hu*

The primary goal of this study was to present factors that have been promoting and hindering progress in tillage from the 1800s up to now when soil tillage became a tool for climate damage mitigation. The impact of the new endeavours that revived in the 20th century – e.g. soil conservation – has still perceptible up to now. The major challenges of the 21st century are as follows: sustainable tillage, precision farming including precision soil cultivation, and adaptable, climate-mitigating tillage. The aim of the soil tillage has also fortunately changed, since the preserving and protecting the soil has received higher appreciation related to the crops' requirement. The fulfilment of the crop's demand has contributed to the deterioration of soil quality during centuries. In the 21st century, soil protection tasks are complex that are alleviating the soil quality deterioration and managing the threats associated with the climate. The tasks for the future can summarize in six points: 1) Use soil, organic material and moisture-preserving stubble tillage. 2) Applying organic matter and water preserving tillage system in any season (remembering that the seasons has turned to rather extreme). 3) Prevention of soil condition defects that limiting the normal water management; and considering the damage remediation is required. 4) Prevention of the water stagnation that originated from the pan-creating tillage and remediation of the pans. 5) Creating looseness to the depth of the root zone prior to irrigation season. 6) Avoiding water-loss tillage in any soil, including soils that usually irrigated.

A KARCAGI FORGATÁS NÉLKÜLI MŰVELÉS KUTATÁSÁNAK TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉSE

CZIMBALMOS RÓBERT

*DE AKIT Karcagi Kutatóintézet
5300 Karcag, Kisújszállási út 166.
E-mail: rczimb@agr.unideb.hu*

ÖSSZEFOGLALÁS

A forgatás nélküli mulcshagyó művelés előnyei szélsőséges ökológiai adottságú területeken hangsúlyosabbak, hisz alkalmazásával a roszsz vízgazdálkodású, kötött „perctalajok” esetén a művelési és vetési munkálatok optimális időben, gyorsan és jó minőségben végezhetőek el a művelt talaj rombolása nélkül. Az új kutatási eredmények szerint minél gyakrabban műveljük, forgatjuk a talajt, annál nagyobb mennyiségű CO₂ szabadul fel a talajból, csökken a növény által felvehető szén mennyisége és következésképpen a termésképzéshez szükséges szerves anyagok mennyisége is. A Karcagi Kutatóintézet már az 1970-es évek végén elindította az idő- és energiatakarékos műveléstechnológiák kutatását. Cél volt a tájkörzetben nagy gondokat okozó talajerózió megállítása, nedvességmegőrzés és a gazdálkodás eredményességének növelése. Két évtizeddel később ez a kutatás a helyspecifikus gazdálkodás témájával bővült. Az 1997-ben indított tartamkísérlet célja a speciális művelőeszközök, a direktvetés gépeinek és a helyspecifikus gazdálkodás hatásainak többszempontú elemzése, kötött réti talajokon. A kutatás eredményei mind ökológiai, mind ökonómiai szempontból pozitívak. A négy évtizedes kutatási időszak történelmi áttekintése igazolja, hogy egy jól megfogalmazott, komplex kutatási téma nem veszíthet aktualitásából.

BEVEZETÉS

A fenntartható fejlődés két fontos eleme Magyarországon a legfontosabb természeti erőforrásunkat képező talajkészleteink ésszerű hasznosítása, védelme, állagának megőrzése, sokoldalú funkcióképességének fenntartása, valamint felszíni és felszín alatti vízkészleteink minőségének megóvása. Ez környezetvédelmünk és mezőgazdaságunk egyik legfontosabb közös feladata (VÁRALLYAI, 1996). Talajvédő művelésnek tekinthető bármely művelési és vetési módszer, amelyben a talaj felszíne vetés után is legalább 30 százalékban tarlómaradványokkal fedett talajvédelmi célból; több országban a forgatás nélküli talajművelés módszereit sorolják a talajvédő műveléshez. A módszer elterjedését – a helyspecifikus gazdálkodással kombinálva – a szél- és vízeróziós károk megnövekedése, valamint a talajnedvesség-vesztés csökkentésének igénye is segítette (CZIMBALMOS, 2016). Ennek érdekében különféle művelési- és vetési módszerek használhatók: no tillage, slot planting, strip tillage, ridge tillage, forgatás nélküli talajművelési rendszerek. A magyarországi helyzet a talajvédő gazdálkodás megítélését illetően annyiban más, hogy nálunk az energiával, a költségekkel való takarékoskodás hatott a művelési rendszerek átvételére. A bolygatott talajba kerülő szervesanyagok széntartalmának kétharmad része szén-dioxiddá alakulva a levegőbe kerülve fokozza a globális felmelegedést (BIRKÁS, 2002). A Karcagi Kutatóintézetben végzett – lassan két évtizedes – CO₂ emissziós- és penetrációs mérőssorozatok is visszaigazolták a fenti megállapítást (KOVÁCS et al., 2010).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A DE AKIT Karcagi Kutatóintézetében a forgatás nélküli műveléssel kapcsolatos művelési kísérletek előzményei visszanyúlnak egészen az 1980-as évek elejéig. Az akkori viszonyok között KAPOCSI és munkatársai energiatakarékos talajművelési eljárásokat és azok lehetséges művelőeszközeit vizsgálták (KAPOCSI et al., 1987). Ez főleg a nehéz-

kultivátorok alkalmazását jelentette, de a vizsgálatok kiterjedtek a középmélylazítókra, a nehéz tárcsásboronákra, a nehéz talajmarókra és a mélylazítókra is. Vizsgálataikat különböző talajféleségekre is kiterjesztették, ajánlásokat fogalmaztak meg a talajművelési technológiába való beillesztésükre (KAPOCSI, 1981). A vizsgálatok számszerűsítéséhez, eredményeik rögzítéséhez agronómiai és energetikai méréseket is végeztek, speciális mérőeszközök kialakításával, beszerzésével. A kutatás helye már az 1980-as évektől az Intézet H-1 és H-2 jelű táblái voltak. A mélylazítás, mint a forgatás nélküli művelés kötelező eleme jelenik meg az akkori beállított kísérletekben (KAPOCSI et al., 1987). Következtetések ma is érvényesek, miszerint „... megállapíthatjuk, hogy az időszakos vízhatásnak, máskor aszálynak kitett kötött réti talajokon nélkülözhetetlen a periodikus mélyművelés. Végzésével összehangolt növényi sorrend növeli a területen elérhető hozamot.” A korabeli, forgatásos művelésre (ekére) alapozott rendszerek fénykorában a forgatás nélküli művelés eszközrendszere hiányos és drága volt, a napi gyakorlat számára elérhetetlen, ezért intézetünkben a speciális talajművelő és direktvetőgépek európai megjelenésével párhuzamosan 1990-ben felmerült egy adaptációs kísérlet (újra)indításának igénye. Ennek előkészületi munkálatai során – a kijelölt kísérleti tér, erő- és munkagép eszközpark kialakításának tervezése mellett – a munkafolyamatokkal kapcsolatos mérési igények megfogalmazása/megtervezése is megtörtént. „Az eredményes, illetve pontos mérése, értékelése a paramétereknek úgy kell, hogy megjelenjen, hogy az lehetővé tegye az adott géprendszerek, technológiák, illetve az egyes munkaműveletek főbb ráfordításainak, jellemzőinek megállapítását és alapul kell, hogy szolgáljon újabb, korszerűbb eljárások, módszerek kialakításának.” (1990.11.12-i belső emlékeztető) A mérési igény a:

I. Munkavégzés körülményei és részben eredményei vonatkozásában:

1. A talaj nedvességtartalma (tömegszázalékban)
2. A talaj térfogattömege (kg/dm³)
3. A talaj tömörödöttsége (penetrométeres mérés)
4. Talajaprító hatása (rögfrakció összetétel)

II. Munkavégzés (művelés, betakarítás) közben:

1. A talaj ellenállása (vonóerő igény, kN)
2. Üzemanyag fogyasztás (l vagy kg/ha)
3. Területteljesítmény (ha/idő)
4. Kerékcsúszás (szlip) mérése
5. Talaj felszínét borító melléktermék (felszín % vagy cm vastagság)
6. Különböző időmérések (aktív, inaktív idő: fel és levonulás).

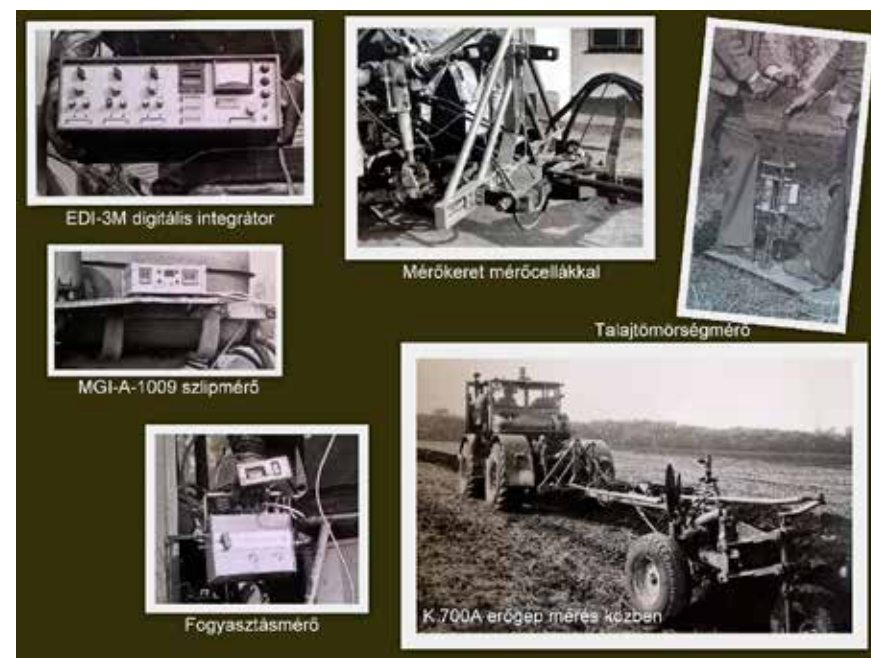
Az adaptációs forgatás nélküli mulcsműveléses tartamkísérlet 1997-ben indulhatott el erő- és munkagépek, mérőeszközök beszerzésével, kiterített vetésforgóval. 2005-ben egy jelentős átalakítás után a jelzőnövények vetésforgója egyszerűsödött, az alkalmazott mérési technika viszont teljesen megújult (FORGÁCS et al., 2008). Egyértelmű előnyei miatt (CTIC, 2017) a precíziós gazdálkodás elemeinek bevezetése a kétezres évek elején kezdődött. Bevezetésre került a művelés közbeni GPS koordináták rögzítése, beszerzésre került egy 2,5 cm-es pontosságot biztosító RTK jelet használó, önvezető funkcióval ellátott erőgép, majd 2015-től erőgépenként automatizált nyomkövetés és fogyasztásmérés történik. Az intézet H-1 jelű táblája (15,8 ha) parcelláin forgatás nélküli mulcsművelés, míg a H-2 tábla (3,8 ha) kontrollparcelláin hagyományos művelés került beállításra – ugyanazon vetésforgóval – a következő célkitűzésekkel:

- forgatás nélküli mulcsművelés bevezetése,
- a rendszeresen művelt réteg mélységének csökkentése,
- periodikus mélylazítás alkalmazása,
- a művelési költségek és az emissziós értékek csökkentése,
- a precíziós gazdálkodás elemeinek beépítése az új talajművelési rendszerbe.

A KORABELI MÉRÉSTECHNIKA MŰSZER- ÉS ESZKÖZPARKJA (1980-1990-ES ÉVEK)

A forgatás nélküli művelés munkaműveleteinek mérésére már 1982-ben összeállított a – jogelőd – DATE Karcagi Kutató Intézetének Ta-

lajművelési Osztálya és a MÉM Műszaki Főosztályával közösen egy „üzemmódmérő műszercsaládot”, mely a következő berendezéseket tartalmazta: erősítővel egybeépített digitális integrátor, egycsatornás fordulatszám-láló, szlipmérő, talajellenállás regisztráló, fogyasztásmérő és 100 kW-os mérőcellákkal felszerelt mérőkeret. Az akkor alkalmazott erőgépek: K-700A és Rába; művelőeszközök: Rába IH 720 eke, Rába IH-10-770 tárcsásborona (1. ábra).



1. ábra: A korabeli mérőeszközpark (Karcag, 1982),

Forrás: KAPOCSI ET AL. (1982)

2005-TŐL HASZNÁLT MÉRÉSTECHNIKA MŰSZER- ÉS ESZKÖZPARKJA

Az ezredforduló után a tartamkísérlet vetésforgójának átalakításával párhuzamosan a mérési infrastruktúra korszerűsítésének folyamata is lezárult. A fejlesztés eredményeképpen az elavult, nagy élőmunka- és

gépigényű, leamortizálódott műszerek helyett egy korszerű, kompakt rendszer került bevezetésre. Egy könnyen telepíthető, mobil központi adatgyűjtő egység (Hottinger Baldwin MessTechnik GmbH. „Spider Mobil”, nyolccsatornás digitális adatrögzítője) és ezt a mért értékekkel ellátó perifériák: új tervezésű mérőkeret vonólappal, három korszerű mérőcellával, real-time nyomkövető és üzemanyag fogyasztásmérő rendszer, TLT tengelyre szerelt nyomaték- és fordulatszám-mérő, RTK-val szerelt robotpilóta üzemmódot használó új erőgép (2. ábra), valamint az ezek üzemeltetését biztosító korszerűsített mérési protokollok.



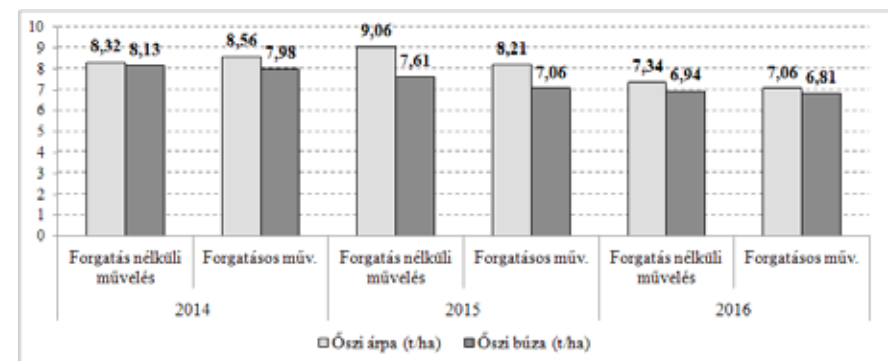
2. ábra: A jelenlegi eszközpark (Karcag, 2017),
Forrás: CZIMBALMOS ET AL. (2017)

EREDMÉNYEK

Az új művelési rendszer része az erőgép, valamint a művelő- és direktvetőgépek mellett a hozamtérképezésre is képes kombájn. Szecs-kázó-terítő adaptore biztosítja a szalma- és egyéb növényi maradványok

aprítását, terítését (nedvességmegőrző mulcsréteg!). A tápanyagtőke felmérésénél, gyomfelvételezéseknél, növényvédelemnél alkalmazható drónok, szakaszolható permetezők. A forgatás nélküli, csökkentett menetszámú mulcsműveléses rendszer alkalmazásával egy szervesanyagban gazdag, eke- és tárcsatalp rétegtől mentes, mélylazított művelt réteg alakítható ki, melynek előnyei:

- kapacitások jobb kihasználása, szűk keresztmetszetek csökkenése,
- nedvességmegőrzés, gyomok elnyomása a mulcsréteg kialakításával,
- csökkenő talajerózió és defláció, talajtömörödés mérséklése,
- optimális csírázás; homogén, aszályra kevésbé érzékeny növényállomány,
- alacsonyabb vonóerőigény, csökkenő üzemanyagfogyasztás, környezetterhelés,
- a művelési egység (parcella, tábla) heterogén kezeléséből adódóan alacsonyabb gépi munka és inputanyag költség,
- RTK vezérelt erőgép használatával átfedésmentes területek,
- a forgatás nélküli művelés parcelláin a gabonafélék átlagtermései magasabbak (3. ábra), a kapások átlagtermései a hagyományos művelésben mért átlagtermések körül alakulnak.



3. ábra: A kétféle művelésben elért terméseredmények (Karcag, 2016),
Forrás: CZIMBALMOS ET AL. (2017)

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Tapasztalataink szerint a forgatás nélküli mulcsműveléses rendszer ökológiai előnye, hogy a talaj mikrobiológiai tevékenységének tudatos szabályozásával előnyösen befolyásolhatók a humuszgyarapító és -bontó folyamatok, a tarlómaradványok feltáródása, így fenntartható a talaj ideálshoz közeli kultúrállapota, művelhetősége. Ökonómiai előny az ágazati hatékonyság növekedése, ezen belül kevesebb input használat, a művelési költségek és a környezetterhelés jelentős csökkenése. A forgatás nélküli mulcsművelés a helyspecifikus gazdálkodással egy komplex rendszert alkot. Ennek bevezetése történhet több lépcsőben, mivel a precíziós gazdálkodás részegységei a mai közepes és nagygazdaságok legtöbbszörében már ott vannak. A rendszer bevezetése – magas beruházási értéke miatt – a 250-300 hektár és afeletti szántóterülettel rendelkező gazdaságok számára javasolt; gazdálkodói oldalról elvárás egy magas szintű szak- és térinformatikai ismeret. Az inputanyagok folyamatosan emelkedő árai, a klimatikus szélsőségek gyakoriságának növekedése árnyékában a helyspecifikus gazdálkodással kombinált forgatás nélküli mulcsművelés az egyetlen alternatíva a gazdálkodók számára. A bevezetéséhez szükséges erő- és munkagépek beszerzéséhez rendelkezésre állnak (még) uniós pályázati források 2020-ig. Az ezutáni időszakra az EU a támogatási rendszerét átalakítja: a területalapú kifizetések aránya csökkenni, míg az adminisztrációs és a monitoringgal kapcsolatos szabályozások szigorodni fognak. Elvárás, hogy a magyar gazdaságtársadalom a kieső területalapú támogatások nélkül is versenyképes maradjon az európai agrárcsoportokon. A gazdálkodó legfontosabb kérdése a megtérülési idő (közgazdasági kategória: többtelephozam, többtelepjövedelem). A művelt tábla/parcella szintjén, adott termesztett haszonnövényre elvégzett költség-haszon elemzés ad képet a jövedelmezőségről. Ez alapján kiszámolható, hogy az adott pluszberuházás a 250-300 hektár körüli és az e feletti termőterülettel rendelkező közepes- és nagygazdaságoknál 6-4 év alatt térül meg. Vidékfejlesztési kutatásaink felmérései

is igazolták, hogy a szántói állapotáért felelősséget viselő gazda sok esetben vállalja az extra kiadásokat, hisz tudja, hogy a jövedelmezőség mellett az ökológiai szemlélet és a fenntarthatóság társadalmi szinten fontosabbak.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tartamkísérletet irányító kutatói team ezúton szeretné kifejezni köszönetét az intézet mindenkorai vezetésének a téma műveléséhez nyújtott folyamatos támogatásáért.

IRODALOMJEGYZÉK

- BIRKÁS M., 2002. Környezetkímélő és energiatakarékos talajművelés. Gödöllő. Akaprint Nyomdaipari Kft., 25-97.
- CTIC, 2017. Top 10 Conservation Tillage Benefits, Conservation Technology Information Centre. <http://www.ctic.purdue.edu/resourcedisplay/293/>
- CZIMBALMOS R., 2016. Helyspecifikus gazdálkodás alkalmazásának lehetőségei a forgatás nélküli művelésben Karcagon. Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában. Debrecen Egyetemi Kiadó, Debrecen, 127-133. ISBN: 978-963-318-570-4
- FORGÁCS L., CZIMBALMOS R., 2008. Examination of Soil Protective Methods in the Karcag Research Institute of DU CASE. In: Cereal Research Communications, ISSN 0133-3720. 2075-2078. <http://www.akademiai.com/content/074301116x42787w/fulltext.pdf>
- KAPOCSI I., 1981. Idő- és energiatakarékosabb talajművelés nehéz kultivátorok alkalmazásával. AGROINFORM Füzetek. Azonosító: 117/81. Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium, Budapest.
- KAPOCSI I., ANDRÁSI I., BENE S., 1987. Különböző típusú lazítók hatása a talajra és a termesztett növényre. Debreceni Agrártudományi Egyetem Tudományos Közleményei: 28: 325-341.
- KAPOCSI I., ANDRÁSI I., BENE S., 1987. Energiatakarékos talajművelés. Korszerű technológiák a gabonatermesztésben. Magyar Mezőgazdaság: 42, 32. sz.: 6.

- KOVÁCS GY., ÓRI N., TUBA G. 2010: Effects of soil cultivation systems on the factors of the soil carbon cycle. 10.1556, Növénytermelés 59. 2010. Suppl.2. 37-40.
- VÁRALLYAI GY., 1996. Talaj, növény és környezet kölcsönhatásai. III. Nemzetközi Tudományos Szeminárium, Debrecen, 1999., 95.

HISTORICAL OVERVIEW OF THE REDUCED TILLAGE RESEARCHES IN KARCAG

CZIMBALMOS RÓBERT

University of Debrecen, RIEF, Research Institute of Karcag, H-5300

Karcag, Kisújszállási str. 166., Hungary

E-mail: rczimb@agr.unideb.hu

Reduced tillage offers the advantages of fuel savings, improved timing of sowing because the soil is generally in a better condition sooner after rainfall, time savings from less workings which allow farmers to devote more time to management decisions. The latest research shows the more soil is tilled, the more carbon is released to the air and the less carbon is available to build organic matter for future crops. Karcag Research Institute is engaged in researches in soil management technologies (since 1980) and precision farming too (since 2000). These examinations of new soil use methods started in 1982, in our institute's plots. The goal is to prevent or reduce the soil degradation processes in this region. Effects of soil protective cultivation technologies – involving direct seeding and residue management – on the soil, crop and economy of production are examined in a multiple long-term field experiment, started in 1997, on a heavy textured soil. According to the research achievements of the first twenty years of the long-term field experiment – combined with precision farming – the applied treatments have not always significantly influenced the yield of the indicator crops, but considerably decreased the energy consumption and costs of cultivation (50 percent decrease of fuel consumption and 50-60 percent decrease of labour and operation hours can be achieved). We touch on the issue of pay-off and profitability too.

A TALAJ KARBONÁT-TARTALMÁNAK OLDÓDÁSI KINETIKÁJA

FÜLEKY GYÖRGY, JOUSEF HAMID

*Szent István Egyetem, Környezettudományi Intézet,
Környezettudományi Intézet Talajtani és Agrokémiai Tanszék,
2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.
E-mail: Fuleky.Gyorgy@mkk.szie.hu*

ÖSSZEFOGLALÁS

Blaskó Lajos Karcagon eltöltött évtizedei alatt a mész és a meszezés mindig kutatásainak egyik legfontosabb területe volt, ezért e dolgozatban szeretnénk néhány új gondolattal hozzájárulni e hagyományos magyarországi kutatási területhez. A dolgozat célja a talaj karbonát-tartalma oldódási kinetikájának vizsgálata a képződő széndioxid mérésével, egyúttal néhány mechanikai frakció (durva homok és agyag) karbonát-tartalmának kinetikai paraméterekkel történő jellemzése.

A karbonátok oldódási kinetikáját 13 ún. „Talajbank” talajmintában, és mindezek két mechanikai frakciójában (durva homok és agyag), illetve egy-egy dolomit és kalcit mintában vizsgáltuk. A mérési adatokra kéttagú elsőrendű + Q konstans kinetikai egyenletet illesztettünk. A számítógépes elemzés segítségével a karbonátok oldódása során képződő széndioxid mennyiségéből több folyamatot sikerült elkülöníteni. Talajok esetében megállapítható, hogy általában az agyagfrakcióban lévő karbonátok gyorsabban oldódnak, mint a durva homok frakcióban lévők. A gyors oldódási folyamatok kalcit jellegű ásványokhoz, míg a lassú folyamatok dolomit jellegű ásványokhoz köthetők.

BEVEZETÉS

Blaskó Lajos Karcagon eltöltött évtizedei alatt a mész és a meszezés mindig kutatásainak egyik legfontosabb területe volt, ezért e dolgozatban szeretnénk néhány új gondolattal hozzájárulni e hagyományos magyarországi kutatási területhez. A filoxéra utáni időkben Franciaországban és Magyarországon is jelentős energiát fektettek a talajtanos szakemberek az immunis amerikai szőlőfajták telepítéséhez szükséges optimális talajfeltételek meghatározására. Kezdetben a telepíthetőség feltételét az éghajlati adottságokban látták, később azonban bebizonyosodott a talajban lévő mésztartalom meghatározó szerepe. Rájöttek, hogy különbség van a tömör és porózus karbonátféleségeket tartalmazó talajok között és a nagy „könnyen oldható” mésztartalom kedvezőtlen hatással van a fenti alanyfajtákra. Az oldhatóság mértékét először a sósav hatására képződő széndioxid felszabadulás sebességéből kívánták megadni. Ez a nagyon logikus próbálkozás azonban sikertelen volt a gyakorlatban, hiszen a talaj összes mésztartalmával számolt. SZILÁGYI és TREITZ (1905) rájöttek, hogy a talaj finom eloszlású részeinek a leiszapolható részeknek a mésztartalmát kell vizsgálni. A leiszapolható részekben mért %-os mésztartalmat „magyar foknak” illetve „aktív” esetleg „fiziológiai mész”-nek nevezték. Ilyen előzmények után TERTS (1952) bevezette a „relatív hatékony mész” fogalmát, - ami megegyezik a magyar mészfokkal, - illetve az „abszolút hatékony mész” fogalmát. Ez utóbbi nemcsak %-osan adja meg az aktív mész mennyiségét a talaj finom eloszlású részében, hanem abszolút mennyiségét adja meg, vagyis a leiszapolható rész mennyiségét és arányát és ennek mésztartalmát is figyelembe veszik. Hazánkban legutóbb SZABÓ (1984) vizsgálta a talajok mésztartalmának aktivitását szőlő és gyümölcsültetvényekben.

A karbonátok oldódási sebességét, a képződő széndioxid mennyiségét kőzetek és talajok kalcit- és dolomit-tartalmának meghatározására is használják. Hazai viszonylatban MOLNÁR (1973) a röntgen diffrakciós és a derivatográfus kalcit- és dolomit meghatározását ha-

sonlította össze. RISCHÁK és LEKNER (1981) pedig a kalcit- és dolomit-tartalom kémiai módszerekkel történő meghatározását vetette össze a röntgen diffrakciós módszer adta eredményekkel. A gáztér-fogat mérésével kapcsolatban megfogalmazott feltételeket az alábbiakban adták meg: a módszer a kalcit és a dolomit eltérő oldódási reakció sebességét használja fel a két ásvány egymás melletti meghatározásánál. A reakciósebesség azonban több tényezőtől is függ, így a két ásvány, pontosabban ásványcsoport kristályfizikai és kristálykémiai jellemzőitől, a reakció elegy hőmérsékletétől, a keletkező széndioxid és a reakcióterben lévő vízgőz parciális nyomásától, az pedig függ a környezet hőmérsékletétől, az elemzett közetpor szemcseméret eloszlásától, a kalcit és dolomit mennyiségi arányától, sőt a reakcióterre vonatkoztatott fajlagos beméréstől is. Kőzetek kalcit- és dolomit-tartalmának gyors és egyszerű gáztérfogatos meghatározása során HETÉNYI és VARSÁNYI (1975) megállapították, hogy 1:1 sósavban 0,1 g kalcit ásvány tökéletesen feloldódik 15 mp alatt szobahőmérsékleten, de a dolomit oldódása viszont nem indul meg 60 mp alatt sem. Ebből azt a következtetést vonták le, hogy a 30 mp reakcióidő alatt szobahőmérsékleten mért széndioxid mennyiség a kalcitból származik.

A dolgozat célja a talaj karbonát-tartalma oldódási kinetikájának vizsgálata a képződő széndioxid mérésével, egyúttal néhány mechanikai frakció (durva homok és agyag) karbonát-tartalmának kinetikai paraméterekkel történő jellemzése.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A karbonát oldódási kinetikáját a „Talajbank” karbonátos mintáinál, valamint ezek mechanikai frakcióiban vizsgáltuk. Jelen dolgozatban a következő frakciók eredményeit mutatjuk be: durva homok (0,25-2,00 mm) és agyag (<0,002 mm).

A lemért talajmintát a Scheibler készülék üvegedényébe tettük, enyhén megnedvesítettük a levegő kiszorítása céljából, majd kb. 10 cm³ 10 %-os sósavat öntöttünk a mintára és 60 percig mértük az ad-

dig fejlődött széndioxid mennyiségét. Kezdetben 15 másodpercenként majd 2 perc után percenként, 10 perc után pedig 5 percenként olvastuk le a képződött széndioxid térfogatát. A vizsgálatokat két ismétlésben végeztük (BUZÁS, 1993). Így a képződött széndioxid térfogatát összesen 27 alkalommal olvastuk le, a mérési adatokra kéttagú elsőrendű +Q kinetikai egyenletet illesztettük.

$$Y=Q+A_1(1-e^{-k_1t})+A_2(1-e^{-k_2t})$$

Ahol Y = az oldódott CaCO_3 tartalom, % Q = az első 15 másodpercben oldódott CaCO_3 mennyiség (%), a nagyon gyors folyamat A_1 és A_2 = a gyors illetve a lassú folyamat során oldódott CaCO_3 maximális mennyisége, % k_1 és k_2 = a gyors illetve a lassú oldódási folyamat sebességi állandója, 1/perc

Ha a lassú folyamat 0 volt, akkor egytagú +Q, kalcit esetében szintén egytagú +Q, dolomit esetében pedig egytagú elsőrendű kinetikai függvényt illesztettünk a mérési pontokon.

EREDMÉNYEK

A talajok illetve a talajok durva homok és agyagfrakciójában lévő karbonátok oldódási kinetikájának leírására a kéttagú kinetikai elsőrendű reakcióegyenletet illesztettük kiegészítve egy legelső nagyon gyors folyamattal (Q , amely az első mérési időpontig (15 sec) lezajlik. Az ezután következő folyamatot gyorsnak, a következő folyamatot pedig lassúnak tekintettük. Az első folyamat sebességi állandója k_1 1,0 1/perc körüli érték, amely a lassú folyamatnál egy nagyságrenddel kisebb (0,1-0,2 1/perc). Megvizsgálva 0,5 mm-rel elporított kalcit és dolomit kristályok oldódási kinetikáját a kalcit egy nagyon gyors és egy gyors folyamat során oldódik, ahol a sebességi állandó értéke $k=1,3617$. A dolomit ezzel szemben egy lassú folyamat során oldódik fel, melynek sebességi állandója $k=0,2923$. Természetesen akkor, ha a talajok esetében nem volt lassú folyamat, vagy annak sebességi állandója 0,01 nagyságrendű volt, akkor ezt a folyamatot is 0-nak tekintettük, hiszen a mérési tartományban érdemi oldódás ezen folyamattal nem történt.

A másik oldódási sebességet jelző paraméter a folyamat felezési ideje ($t_{1/2}$). A ténylegesen gyorsnak tekinthető folyamatok esetében ennek értéke általában 1 perc alatt van, míg az ún. lassú folyamatok esetében 2-7 perc között van. Arra vonatkozóan, hogy a finomabb eloszlású agyagfrakcióban vagy a durva homok frakcióban lévő karbonátok oldódnak-e gyorsabban, megállapítottuk, hogy az eddigi ismeretekkel egyezően a kisebb karbonát részecskék gyorsabb folyamatok során oldódnak fel az esetek többségében. Sokkal nehezebb arra választ adni, hogy milyen karbonát-vegyületek oldódnak az egyes frakciókhoz és oldódási sebességekhez kapcsolódóan. A számítógépes elemzése az adatoknak ugyanis nagyon ritkán mutatott egyértelmű képet. Ritkán fordult elő ugyanis, hogy csak gyors vagy csak lassú folyamatokkal oldódtak volna a karbonátok a talajban. Az esetek zömében mindkét folyamat típus előfordult, ami azt jelzi, hogy mind a kalcit-szerű, mind a dolomit-szerű karbonátok jelen vannak a talajokban. A sebességi állandók 1,0-0,3 közé eső része pedig átmenetet képez a kalcit és dolomit között. Nyilván amely k érték közelebb esik a 0,3-hoz, ott a dolomit jelleg dominál, amely pedig 1,0-hoz esik közelebb, ott a kalcit jelleg dominál. 1,0-nál jóval nagyobb sebességi állandó, illetve jelentős nagyságú Q érték (nagyon gyors folyamat) a kalcitnál is jobban oldódó alkálifém karbonátok jelenlétére is utalhat. Olyan eset is előfordult, hogy a kiszámított két sebességi állandó értéke 1,0 és 0,3 közé esett, és meglehetősen hasonló volt. Ekkor elképzelhető, hogy csupán egy közepes sebességi folyamat történik.

1. táblázat: A karbonátok oldódási kinetikája

frakció	g/100g	1 perc	g/100g	1/perc	g/100g	perc	perc	g/100g
0-20 cm	A_1	k_1	A_2	k_2	Q	$1 t_{1/2}$	$2 t_{1/2}$	A_1+A_2+Q
dolomit	104.5500	0.2900	0.0000	0.0000	0.0000	2.37	0	104.55
kalcit	83.1100	14.1000	0.0000	0.0000	14.5400	0.05	0	97.65
Agyagösszegény								
eredeti talaj	0.8806	2.0575	0.4523	0.1187	0.0000	0.3369	5.8395	1.3329
durva homok	0.1201	0.9978	0.1191	0.1834	0.0017	0.6947	3.7794	0.2409
agyag	3.0308	1.0028	2.4349	0.0128	0.5367	0.6912	54.1521	6.0024

Magyaróvár								
eredeti talaj	4.0178	0.6559	7.6998	0.1366	6.4860	1.0568	5.0743	18.2036
durva homok	11.0981	1.0730	3.4230	0.1692	0.0000	0.6460	4.0966	14.5211
agyag	14.8022	1.2455	7.4181	0.1801	0.0000	0.5565	3.8487	22.2203
Nagyszentjános								
eredeti talaj	1.8953	0.7600	1.0072	0.0954	1.5651	0.9120	7.2657	4.4676
durva homok	1.2282	1.0241	1.0552	0.1247	0.0000	0.6768	5.5585	2.2834
agyag	7.0959	1.6811	1.6981	0.2274	0.0000	0.4123	3.0481	8.7940
Orosháza								
eredeti talaj	0.8653	2.4300	0.3283	0.1691	0.0397	0.2852	4.0990	1.2333
durva homok	0.5392	0.8845	0.1643	0.1879	0.0000	0.7837	3.6889	0.7035
agyag	1.8052	1.5883	1.2277	0.1802	0.0000	0.4364	3.8465	3.0329
Mezőhegyes								
frakció	g/100g	1/perc	g/100g	1/perc	g/100g	perc	perc	g/100g
0-20 cm	A_1	k_1	A_2	k_2	Q	$1 t_{1/2}$	$2 t_{1/2}$	A_1+A_2+Q
eredeti talaj	1.5475	1.0886	1.5622	0.1368	0.4810	0.6367	5.0669	3.5907
durva homok	13.4715	1.7593	1.4659	0.0936	0.0000	0.3940	7.4054	14.9374
agyag	2.1301	2.0367	1.2164	0.2196	0.0706	0.3403	3.1564	3.4171
Új-Szeged								
eredeti talaj	1.4400	2.1628	0.4823	0.0940	0.0000	0.3205	7.3739	1.9223
durva homok	3.7245	1.5327	0.0000	0.0162	0.0000	0.4522	42.7869	3.7245
agyag	1.7234	1.7713	0.0000	0.3852	0.0000	0.3913	1.7994	1.7234
Szeged-Öthalom								
eredeti talaj	2.4549	1.9952	1.2624	0.0940	0.1477	0.3474	7.3739	3.8650
durva homok	5.5944	0.9271	0.0000	0.0000	0.4952	0.7477		6.0896
agyag	6.8367	0.7016	0.0000	0.0323	0.0000	0.9880	21.4597	6.8367
Iregszemcse								
eredeti talaj	4.4247	0.1765	1.5737	0.0002	1.1166	3.9272		7.1150
durva homok	19.2715	0.7965	0.7317	0.0823	0.0000	0.8702	8.4222	20.0032
agyag	5.6468	0.4711	0.0676	0.0063	0.0000	1.4713	110.0234	5.7144

Kecskemét								
frakció	g/100g	1/perc	g/100g	1/perc	g/100g	perc	perc	g/100g
0-20 cm	A ₁	k ₁	A ₂	k ₂	Q	1 t _{1/2}	2 t _{1/2}	A ₁ +A ₂ +Q
eredeti talaj	3.8924	2.5612	3.4720	0.1536	0.6351	0.2706	4.5127	7.9995
durva homok	3.4535	5.1076	1.5355	0.1332	0.0000	0.1357	5.2038	4.9890
agyag	10.3967	1.2876	0.0000	0.0032	0.0000	0.5383	216.6085	10.3967
Nagyhőrcsök								
eredeti talaj	0.3274	1.9604	0.0000	0.0062	0.1555	0.3536	111.7979	0.4829
durva homok	2.9643	1.3742	3.3150	0.3044	0.3705	0.5044	2.2771	6.6498
agyag	2.7464	1.8651	0.0000	0.0003	0.0000	0.3716		2.7464
Órbottyán								
eredeti talaj	1.0417	2.1721	1.0266	0.1436	0.2591	0.3191	4.8269	2.3274
durva homok	0.6638	1.7125	0.6183	0.1607	0.1356	0.4048	4.3133	1.4177
agyag	5.3579	2.0510	0.0000	0.0158	0.0000	0.3380	43.8701	5.3579
Csávoly								
eredeti talaj	0.9780	1.6198	1.2053	0.1030	0.1476	0.4279	6.7296	2.3309
durva homok	2.4499	0.5441	0.4842	0.1277	0.0000	1.2739	5.4279	2.9341
agyag	2.1219	3.0570	0.9112	0.6884	0.0000	0.2267	1.0069	3.0331
Ozsákpusztá								
frakció	g/100g	1/perc	g/100g	1/perc	g/100g	perc	perc	g/100g
0-20 cm	A ₁	k ₁	A ₂	k ₂	Q	1 t _{1/2}	2 t _{1/2}	A ₁ +A ₂ +Q
eredeti talaj	3.6461	1.4421	5.1936	0.2465	0.2185	0.4807	2.8124	9.0582
durva homok	7.1797	1.6767	5.1768	0.3141	0.0000	0.4134	2.2067	12.3565
agyag	4.4008	0.7676	0.0594	0.0141	0.0000	0.9030	49.1594	4.4602

KÖVETKEZTETÉSEK

Végső következtetésként megállapíthatjuk, hogy a széndioxid képződés alapján számított karbonát oldódás számítógépes elemzés segítségével kinetikailag elsőrendű egyenlettel leírható. A számítógépes elemzés az oldódás során képződő széndioxid mennyiségéből több folyamatra képes bontani az oldódás folyamatát. Talajok esetében

megállapítható, hogy általában az agyagfrakcióban lévő karbonátos általában gyorsabban oldódnak, mint a durva homok frakcióban lévők. A gyors oldódású folyamatok kalcit-hoz, illetve kalcit jellegű ásványokhoz köthetők, míg a lassú oldódási folyamatok dolomithoz, illetve dolomit jellegű ásványokhoz köthetők.

IRODALOMJEGYZÉK

- BUZÁS, I. (Szerk.) 1993. Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 1-2., INDA 4231 Kiadó, Budapest.
- HETÉNYI, M. and VARSÁNYI, I. 1975. Rapid determination of calcite and dolomite for routine analysis by gasometer. Acta Mineralogica-Petrographica, Szeged XXII/1. 165-170.
- MOLNÁR, E. 1973. Possibilities of carbonate content determination of sedimentary rocks. Acta Mineralogica-Petrographica, Szeged XXI/1. 259-267.
- RISCHÁK, G. and LEKNER, M. 1981. Kalcit- és dolomit tartalom kémiai módszerekkel való meghatározásának kritikai elemzése. Magyar Állami Földtani Intézet Évi jelentése 1979. 525-538.
- SZABÓ, P. 1984. A talaj fiziológiás mésztartalmának vizsgálata szőlő- és gyümölcsültetvényekben. Melioráció-öntözés és tápanyaggazdálkodás 84. Agroinform, Budapest 33-40.
- SZILÁGYI, I. and TREITZ, P. 1905. Megfigyelések a meszes talajokra alkalmas amerikai szőlőfajtákról. Pécs.
- TERTS, I. 1952. A talaj összes és finomeloszlású (aktív) CaCO₃ tartalmának meghatározásáról és kifejezőmódjáról. Agrártudományi Egyetem Kert és Szőlőgazdasági Kar Évkönyve. 135-147.

DISSOLUTION KINETICS OF SOIL CARBONATE CONTENT

FÜLEKY GYÖRGY, JOUSEF HAMID

*Szent István University, Institute of Environmental Sciences,
Department of Soil Sciences and Agricultural Chemistry,
H-2100, Gödöllő, Péter K. u. 1.*

The aim of this paper is the determination of dissolution kinetics of carbonate content in soils and in their particle size fractions (coarse sand and clay), and also that of calcite and dolomite with the measurement of CO₂ development in time. For the characterization of carbonate content the kinetic parameters of computer analysis were used.

The dissolution kinetics of carbonates in 13 „soil bank” soils, and in their coarse sand and clay fractions and also in calcite and dolomite samples were determined. The pseudo-first-order kinetic equation (2 term +Q constant) was fitted to the data.

Computer analysis from the measured CO₂ data separated the dissolution of carbonates into one, two or three processes. In soils carbonates of the clay fraction usually dissolved faster than the carbonates in the coarse sand fraction. The faster dissolution processes can be bound to calcite-like carbonates, the slower one to dolomite-like carbonates.

ASZÁLY KOCKÁZAT BECSLÉSE ALFÖLDI REFERENCIA TERÜLETEN

**GÁLYA BERNADETT, RICZU PÉTER, JÓVÉR JÁNOS,
NAGY ATTILA, TAMÁS JÁNOS, BLASKÓ LAJOS**

*Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Víz-és Környezetgazdálkodási Intézet,
4032, Debrecen Böszörményi út 138.
E-mail: bernadett.galya@agr.unideb.hu*

ÖSSZEFOGLALÁS

A klímaváltozás és az időjárás súlyosan károsíthatja a természeti környezetet, a természeti erőforrásokat. A klímaváltozás kockázatát tekintve a vízhez kapcsolódó kockázatok jelentik az egyik fő veszélyt a mezőgazdasági termelésre.

A termőhely megismerése a gazdasági termelés alapvető feltétele. A termőhelyi adottságok gyorsan változó folyamatok eredményeként módosulhatnak. Hazánk vízgazdálkodás szempontjából a „legek” országa (SOMLYÓDY, 2008), mivel a relatív felszíni vízbőség mellett 10 év átlagában rendszeresen 2-3 év belvizes, míg 2-3 év aszályosnak tekinthető.

Magyarország területének jelentős része aszályal veszélyeztetett. Aszálymentesnek csupán az ország nyugati, délnyugati része tekinthető (SZALAI, 2012). Azonban az aszály kiértékelése nehézségekbe ütközik, mivel a térbeli is időbeli lehatárolása egyaránt problémaként jelentkezik. Az aszály jellemzésére az aszály indexek széles körben elterjedtek, azonban nincs egységes módszer az aszályok karakterizálására. A különböző indexek eltérő bementi adatokkal, időbeli léptékkel rendelkeznek, ezért a kutatás során fő célkitűzésünk volt, hogy az aszály, mint mezőgazdaságot érintő egyik legnagyobb klimatikus

kockázati tényezők időbeli és térbeli változékonyságának vizsgálati módszereit vizsgáljuk, így meghatározó aszályindexek értékelését végeztük el.

BEVEZETÉS

Az aszály megismerése, egyes területek aszályérzékenységének meghatározása fontos feladat (BELLA, 2003). Alapvetően tartós csapadékhiányt, és emellett kialakult magas hőmérséklet együttesét jelenti. Az aszály egy olyan területi jelenség, mely világszerte minden évben veszteségeket okoz (VERMES, 2000). A KVASSAY JENŐ TERV-ben (2015) az alábbi fogalmat használják az aszály leírására: az aszály, mint vízhiányos állapot összetett jelenség, és alapvető indikátora a hazai vízválságnak.

WILHITE ÉS GLANTZ (1985) aszálydefiníciókkal foglalkozó írásában több, mint 150 definíciót említ, amelynek száma az eltelt időben tovább növekedett. A definíciók különböző aszályjelenségeket írnak le, amelyek főbb csoportjai a következők: meteorológiai, mezőgazdasági, hidrológiai, gazdasági és társadalmi aszály.

Az aszály fennállásának időtartama alapján beszélhetünk az aszály időbeli kiterjedéséről. Fontos szempontok, hogy az év melyik részén jelentkezik az aszály, milyen intenzitással, és milyen hosszú időn keresztül áll fenn (MARACCHI, 2000).

Továbbá ahhoz, hogy az aszályproblémák kezelésére fel tudjunk készülni, szükséges az aszály mérése. Az aszály mérési gyakorlata korántsem egységes, és ez előrevetíti a nyert adatok interpretációs bizonytalanságát, a különböző adatok összehasonlíthatóságának és különösen átszámíthatóságának hazai és nemzetközi korlátait (LAKATOS et.al, 2013).

Az aszály számszerűsítésére többféle módszer áll rendelkezésre, a műholdas eljárásoktól az aszályindexek számításáig. Lehetővé válik ezáltal, hogy az aszályok mértékét térben és időben összehasonlítsuk. Az aszályindexek nagy részét számszerűsített meteorológiai elemekből vezethetjük le, majd pedig térképi ábrázolást követően lehetővé válik az aszály monitoringja.

A WMO-GWP az integrált aszálykezelési program keretében aszály indikátorok és indexek című könyvet állított össze 2016-ban GWP HANDBOOK OF DROUGHT INDICATOR AND INDICES (2016). Az aszály korai előrejelzéséhez három módszertani csoportot különböztetett meg: egyszerű indikátor és index (1), származtatott indexek (2), összetett és hibrid indikátorok (3). Az elmúlt évtizedben főleg az új összetett indikátorok száma emelkedett annak megfelelően, hogy milyen súlyozást alkalmaztak vagy nem alkalmaztak a modellezési gyakorlatban.

Az egyszerű indexek közül a nemzetközi használatban gyakran alkalmazott Deciliseket, SPI-3-t, RDI-t valamint hazai gyakorlatban használt Pálfai-féle Ariditási Indexet mutatom be a következőkben.

Deciles (Decilisek) eredetét tekintően egy egyszerű matematikai megközelítés, mely GIBBS ÉS MAHER írt le 1967-ben. Alkalmazása szerint zöld kategóriába tartozik és lokálisan a teljes csapadék feljegyzés időszakának adatait; a csapadék gyakoriságát és eloszlását veszi figyelembe. Az első decilisben azon csapadékmennyiségekből van meghatározva, amelyekben az értékek alsó 10%-át nem haladják meg, és az ötödik decilis a medián. Tehát, hogyha a 3 hónapra számolt érték kisebb, mint a legkisebb decilis, akkor a régió aszályosnak tekinthető (KININMONTH et. al, 2000). Az aszály akkor ér véget, ha az hónap csapadéka meghaladja a negyedik decilis értékét, vagy az előző három hónap csapadék mennyisége meghaladja a nyolcadik decilis értékét. Meghatározott határértékek esetében, az aktuális adatokat korábbi adatokkal összehasonlítva az aszály állapota könnyen leírható.

Standardizált Csapadék Index (Standardized Precipitation Index-SPI) az egyik legelterjedtebb, nemzetközi gyakorlatban használt csapadékindex, amelyet MCKEE (1993, 1995) dolgozott ki. Az adott időszak csapadék előfordulási valószínűségét adja meg. Bemenő paraméter a csapadék, így a zöld kategóriába sorolták a GWP Handbook alapján. 2009-ben a WMO ajánlotta az SPI-t mint a fő meteorológiai aszályindexet, amelyet az országoknak használnia kellene, hogy megfigyeljék és nyomonkövessék az aszályok állapotát.

Az SPI értékeket különböző időléptékben lehet számítani, ha 3 havi értékeket használunk, akkor a meteorológiai, ha 6 hónapra, akkor mezőgazdasági, ha 12 hónapra számítjuk, akkor hidrológiai hatások vizsgálatára alkalmas (GUTTMAN, 1998;1999; Wu et.al., 2005).

Reclamation Drought Index (RDI; Aszálykár csökkentési index) indexet az Amerikai Egyesült Államokban fejlesztették ki az 1990-es évek közepén. Segítségével meg lehet határozni az aszály súlyosságát, valamint az időtartamából meg lehet becsülni az aszályos időszaknak kezdetét és végét. Vízigyűjtő szinten alkalmas a nedves és a száraz időszakok kiszámítására. Az index tartalmaz vízigény és hőmérsékleti komponenseket is, amelyek lehetővé teszik a párolgás számítását is (WEGHORST, 1996). Az RDI-t a vízhiány pontosabb becslésére fejlesztették ki, egyfajta mérleg a bemeneti és kimeneti paraméterek között a vízrendszerben (TSAKIRIS és VANGELIS 2005; TSAKIRIS et al. 2007).

Pálfai-féle Ariditási Index (Pálfai Aridity Index- PAI) főként Magyarországon és a Kárpát-medencében való használatra fejlesztették ki (PÁLFAI, 1990; NIEMEYER, 2008), az arid helyzetek (szárazság) súlyosságát kifejező érték, melynek számításához csak hőmérséklet és csapadék adatokra van szükség. Az index az aszályt – az egész mezőgazdasági év vonatkozásában – egyetlen számértékkel jellemzi, és amely egyaránt kifejezi a párolgási (hőmérsékleti) és csapadékviszonyokat, mégpedig a növények időben változó vízigénye szerint, és a talajvízszint helyzetére is tekintettel van.

AZ INDEXEK SZÁMÍTÁSÁNAK MÓDSZERTANA ÉS ALKALMAZÁSUK TESZT TERÜLETE

A Szolnok-Túri sík a Nagykunság kistája 1700 km² kiterjedésű a Tiszafüred-Kunhegyesi síktól délre fekszik. Legnagyobb kiterjedésűek a kedvező mezőgazdasági adottságú, vályog és agyagos vályog mechanikai összetételű alföldi mészlepedékes – és réti csernozjom talajok (12%, ill. 34%). A kistáj mintegy ötödét kitevő talajai az agyag, vagy agyagos vályog összetételű réti – és réti öntés talaj. A mintaterület

az Alföld nagytájban, a Közép-Tiszavidék középtáján belül a Szolnok-Túri-sík kistáján helyezkedik el, Jász-Nagykun-Szolnok megye területén (1. ábra).



1. ábra: A Szolnok-Túri Sík elhelyezkedése

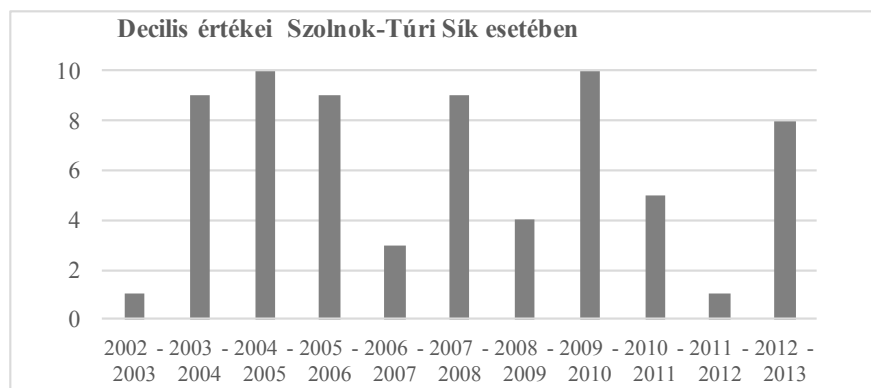
A felsorolt indexeket a DrinC szoftver segítségével. Továbbá összehasonlító vizsgálatokat végeztünk regresszió analízis segítségével, hogy kiértékeljük az alkalmazhatóságukat a referencia területen.

A vizsgálati időszakunk 2002-2013-ig tartott. Az indexek számításához szükséges hőmérsékleti és csapadék adatokat a Debreceni Egyetem Agrártudományi Központjának Karcagi Kutatóintézete bocsátotta rendelkezésünkre.

A PADI számítása esetében az adatok rendezését követően, a korrekciós tényezők bevonásával módosított Pálfai aszályindex $PaDI_0$ értékét számítottuk ki. A PAI számításánál először az index alapértékét kell meghatározni, majd azt három korrekciós tényezővel szorozva kapjuk meg a tulajdonképpeni aszályindex értékét. Az index alapértéke egy hányados, amelynek a számlálójában az április-augusztusi középhőmérséklet, nevezőjében pedig az októbertől augusztusig számított súlyozott csapadékösszeg szerepel. A havi súlyozó tényezők 0,1–1,6 között változnak. A korrekciós tényezőket a hőségnapok számától, a csapadékszegény időszak hosszától és a talajvízszint terep alatti mélységétől függően kell számítani.

AZ INDEXEK SZÁMÍTÁSÁNAK EREDMÉNYEI

A meteorológiai indexek közül elsőként a deciliseket számítottuk ki, ahol ha, a 3 hónapra számolt érték kisebb mint a legkisebb decilis, akkor a régió aszályosnak tekinthető. Az aszály akkor ér véget, ha a hónap csapadéka meghaladja a negyedik decilis értékét, vagy az előző három hónap csapadék mennyisége meghaladja a nyolcadik decilis értékét. Az általunk kapott értékeket a 2. ábrán ábrázoltuk.



2. ábra: Decilis értékek Szolnok-Túri Sík területén (Forrás: saját szerkesztés)

A decilisek osztályozási kategóriáit az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: Az aszály osztályozása a decilisek alapján

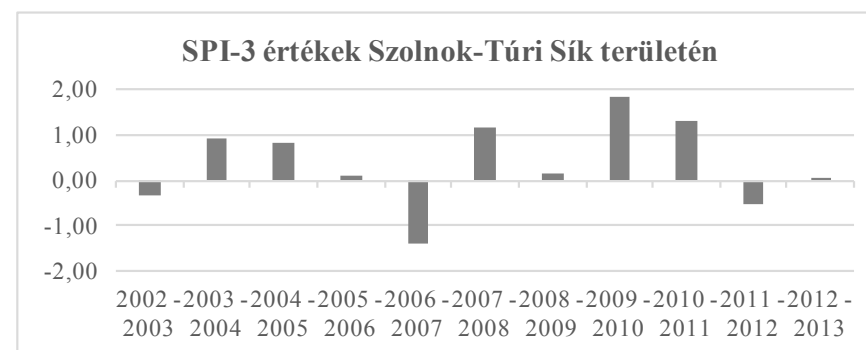
Decilis osztály	Jellemzés
Decilis 1-2: kevesebb, mint 20%	normálistól sokkal alacsonyabb
Decilis 3-4: 20% alsó határa	normálistól alacsonyabb
Decilis 5-6: 20% közepe	közel normális
Decilis 7-8: 20% felső határa	normális alatti
Decilis 9-10: több mint 20%	sokkal magasabb a normálisnál

(Forrás: TIGKAS et al., 2014)

A 20 %-os határérték 416,4 mm volt. A decilisek értékek alapján megállapítható, hogy a 2002-2003, illetve a 2011-2012-es években

volt a normálistól alacsonyabb az érték, ez alapján a régió aszályosnak tekinthető ezekben az években, illetve még a 2006-2007 és a 2008-2009-es években is szintén aszályosnak mondható a terület, mert a normálistól alacsonyabb volt az érték, azonban ebben az esetben a decilis érték alapján enyhébb aszályról beszélhetünk.

A GWP kézikönyv alapján választott meteorológiai indexek közül a második az SPI-3 index volt. Az általunk kapott SPI-3 értékeket a 3. ábrán szemléltetjük.



3. ábra: SPI-3 értékek Szolnok-Túri Sík területén (Forrás: saját szerkesztés)

Az SPI-3 osztályozási kategóriáit a 2. táblázat tartalmazza.

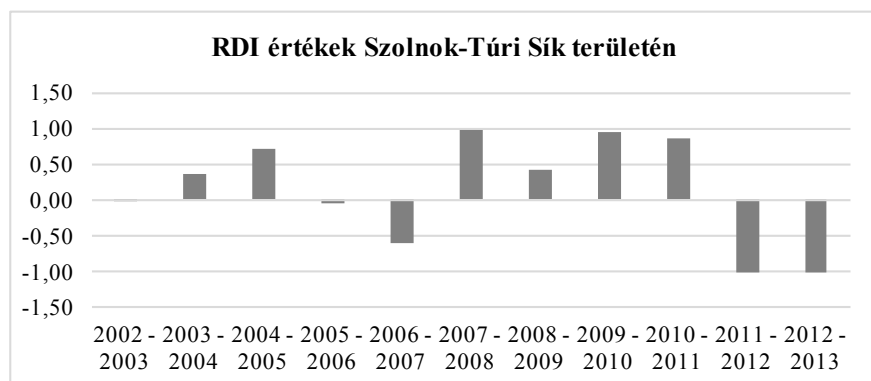
2. táblázat: SPI-3 és az ehhez kapcsolódó aszály osztályozási értékeit

SPI-3 érték	Kategória
2 vagy több	extrém nedves
1,50 és 1,99 között	nagyon nedves
1,00 és 1,49 között	mérsékeltlen nedves
-0.99- 0.99 között	közel normális
-1 és -1,49 között	mérsékleten száraz
-1,5- -1,99 között	erősen száraz
-2,00 vagy kevesebb	extrém száraz

(Forrás: FIALA, 2015 nyomán)

Aszály következik be, amikor az SPI-3 értéke folyamatosan negatív, és az aszály intenzív szakaszba lép, amikor az SPI-3 értéke -1,0 vagy ennél kisebb. Az aszály esemény akkor ér véget, amikor az SPI-3 értéke ismét pozitív lesz. Ezek alapján enyhébb aszály volt megfigyelhető 2002-2003, illetve 2011-2012-es években (közel normális), illetve közepesen száraz év volt a 2006-2007-es év (3. ábra).

Az általunk számítani kívánt meteorológiai indexek közül – a GWP kézikönyv alapján – az RDI volt az utolsó, amely esetében a kapott értékeket a 4. ábrán ábrázoltuk. Az index alapján az aszályt hét csoportra osztják, amelyeket színekkel jelöltünk, hogy minél jobban tudjuk szemléltetni a szárazság fokozatait.



4. ábra: RDI értékek Szolnok –Túri sík esetében 2003-2013-ig terjedő időszakra
(Forrás: saját szerkesztés)

Az RDI osztályozási kategóriáit a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat: Az aszály osztályozása a RDI alapján

RDI érték	Aszályossági kategória
<-2	extrém száraz
-1.50- -1.99	nagyon száraz

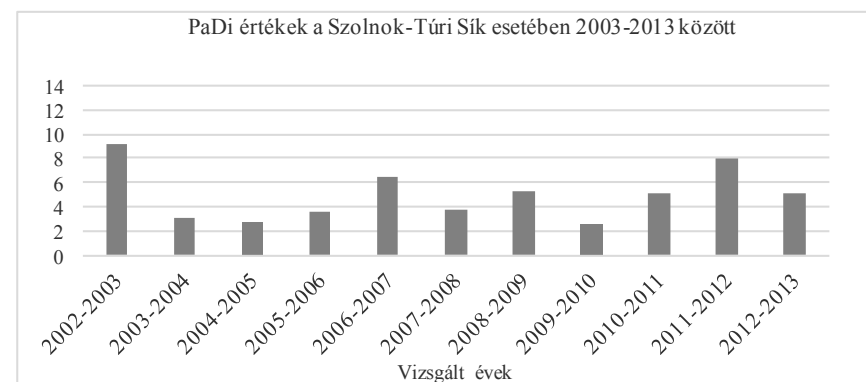
-1.00- -1.49	közepesen száraz
-0.99 – 0.99	közel normális
1.00 – 1.49	közepesen nedves
1.50 – 1.99	nagyon nedves
2.00 <	extrém nedves

(Forrás: saját szerkesztés KANELLOU, 2008 NYOMÁN)

A pozitív RDI_{st} értékek nedves időszakot, míg a negatív értékek száraz időszakot jeleznek. A 2006-2007-es, valamint a 2011-2012 és a 2012-2013-as évek szárazak voltak. Utóbbi kettő a csoportosítás szerint a közepesen száraz kategóriába esett.

PÁLFAI-FÉLE ARIDITÁSI INDEX ÉRTÉKEI

A Pálfai-féle ariditási indexet is kiszámítottuk a mintaterületünkre. Az általunk számított értékeket 2003-2013 között az 5. ábrán szemléltettük.



5. ábra: Pálfai-féle ariditási index értékei 2003-2013 között a Szolnok- Túri Sík esetében (Forrás: saját szerkesztés)

Az RDI osztályozási kategóriáit a 4. táblázat tartalmazza.

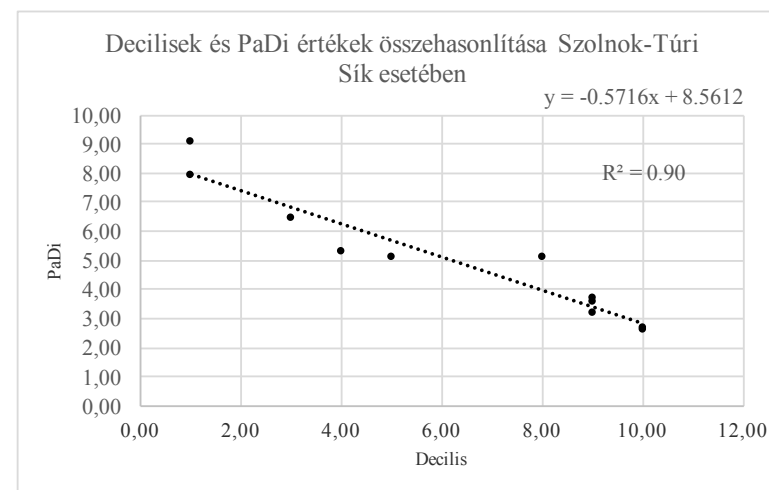
4. táblázat: PaDI féle fokozatok a szárazság mértékére

PaDI, °C/100 mm	Minősítés
< 4	aszálymentes év
4 – 6	enyhe aszály
6 – 8	mérsékelt aszály
8 – 10	közepes erősségű aszály
10 – 15	súlyos aszály
15 – 30	nagyon súlyos aszály
> 30	extrém erősségű aszály

(Forrás: saját szerkesztés, INTERNET1 nyomán)

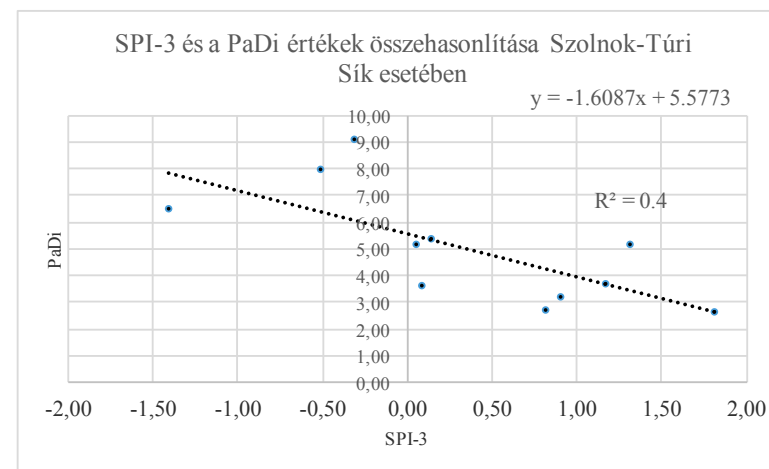
A Pálfai-féle Ariditási Index küszöbértéke PAI = 6,0. Ennél kisebb értékek adott területen nedves éveket jeleznek, míg nagyobb értékek a szárazság különböző fokozatait jelölik, amelyeket különböző színekkel jelöltünk az 5. ábrán is. Ezek alapján súlyos aszály volt jellemző és a 2002-2003-as, 2011-2012-es években, míg közepes erősségű aszály volt megfigyelhető a 2006-2007, 2008-2009 valamint a 2010-2011-e, 2012-2013-as években.

A kutatás során, során célunk volt, hogy az általunk vizsgált meteorológiai indexeket összehasonlítsuk. Az összefüggés vizsgálatot lineáris regresszió analízissel végeztük, ahol vizsgáltuk a Deciliesek-PaDi, SPI-3- PaDi, RDI-PaDi (6-7-8. ábra).



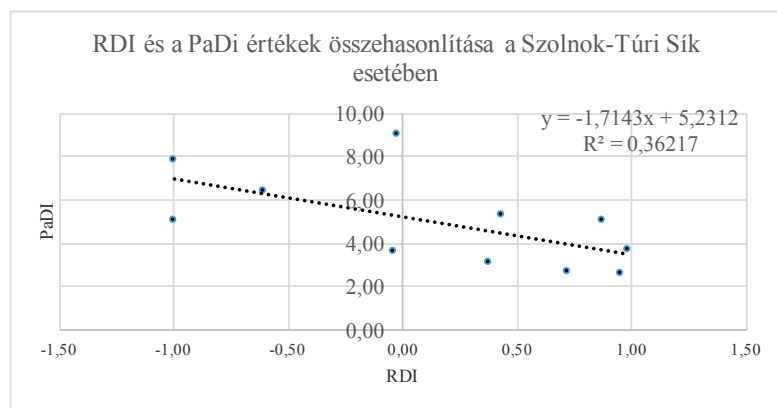
6. ábra: Deciliesek-PaDi összehasonlítása Szolnok-Túri Sík esetében

(Forrás: saját szerkesztés)



7. ábra: SPI-3-PaDi összehasonlítása Szolnok-Túri Sík esetében

(Forrás: saját szerkesztés)



8. ábra: RDI-PaDi összehasonlítása Szolnok-Túri Sík esetében

(Forrás: saját szerkesztés)

A 6-7-8. ábra alapján elmondható, hogy a Decilisek és a PaDi között 0,95-ös lineáris korreláció figyelhető meg, ami szoros összefüggést jelent, az SPI-3 és a PaDi között 0,70-es lineáris korreláció figyelhető meg, ami közepes összefüggést jelent, a RDI és a PaDi között 0,60-as lineáris korreláció figyelhető meg, ami közepes összefüggést jelent. A Szolnok-Túri Síkon számított indexek közötti végzett lineáris korreláció vizsgálatok összegzése alapján megállapítottam, hogy a Decilisek és PaDi között szoros volt a korreláció, míg a SPI-3 és a PaDi valamint az RDI és PaDi közötti összefüggések közepesek voltak.

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A Szolnok-Túri Sík esetében az index értékek alapján az alábbi eredményeket kaptuk: a decilisek értékek alapján a 2002-2003, illetve a 2011-2012-es években volt a normálistól alacsonyabb az érték, ez alapján a régió aszályosnak tekinthető ezekben az években, illetve még a 2006-2007 és a 2008-2009-es években is szintén aszályosnak mondható a régió, mert a normálistól alacsonyabb volt az érték, azonban ebben az esetben a decilis érték alapján enyhébb aszályról beszélhetünk. Az SPI-3 alapján enyhébb aszály volt megfigyelhető 2002-2003, illetve 2011-2012-es években (közel normális), illetve közepesen száraz év

volt a 2006-2007-es év. Az RDI értékek alapján elmondható, hogy a 2006-2007-es, valamint a 2011-2012 és a 2012-2013-as évek szárazak voltak. Utóbbi kettő a csoportosítás szerint a közepesen száraz kategóriába esett. A PaDi alapján súlyos aszály volt jellemző és a 2011-2012-es években, míg közepes erősségű aszály volt megfigyelhető a 2006-2007, 2008-2009 valamint a 2010-2011-es években.

A Szolnok-Túri Síkon számított indexek közötti végzett lineáris korreláció vizsgálatok összegzése alapján megállapítottuk, hogy a Decilisek és PaDi között szoros volt a korreláció, míg a SPI-3 és a PaDi valamint az RDI és PaDi közötti összefüggések közepesek voltak.

Az általunk számított aszályindexek eltérő években jeleztek aszályt, illetve eltérő mértékben, azonban a lineáris regresszió analízis alapján volt közöttük összefüggés. Ezek alapján javasoljuk egy új hibridindex megalkotását, amely esetében az alábbi aszálykategóriákat neveznénk meg: nincs aszály, gyenge aszály, közepes aszály, aszály, erős aszály.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Dr. Blaskó Lajos professzor úrnak, aki kutatásom lefolytatása során értékes javaslataival, segítségével nagymértékben hozzájárult a tudományos közlemények megszületéséhez.

IRODALOMJEGYZÉK

- BELLA SZ, 2003. Magyarország egyes tájainak aszályérzékenysége. Diplomadolgozat. Budapest.
- FIALA K., 2015. Az aszálykezelés módszertana. http://vpf.vizugy.hu/reg/ovf/doc/Az_aszalykezeles_modszertana_Fiala.pdf
- GIBBS W. J., MAHER J. V, 1967. Rainfall Deciles as Drought Indicators. Bureau of Meteorology Bulletin No. 48, Melbourne, Australia.
- GUTTMAN N. B, 1998. Comparing the Palmer Drought Index and the Standardized Precipitation Index. Journal of the American Water Resources Association, 34: 113–121.

- GUTTMAN N. B, 1999. Accepting the Standardized Precipitation Index: a calculation algorithm. Journal of the American Water Resources Association. 35: 311–322.
- GWP HANDBOOK OF DROUGHT INDICATORS AND INDICES, 2016. http://www.droughtmanagement.info/literature/GWP_Handbook_of_Drought_Indicators_and_Indices_2016.pdf
- KANELLOU E., DOMENIKIOTIS C., BLANTA A., HONDRONIKOU E., DALEZIOS N. R., 2008. Index-based drought assessment in semi-arid areas of Greece based on conventional data. Eur Water 23/24: 87–98.
- KININMONTH W. R., VOICE M. E., BEARD G. S., DE HOEDT G. C., MULLEN C. E, 2000. Australian climate services for drought management. In D.A. Wilhite (ed.). Drought, a global assessment. Routledge. 210–222.
- KVASSAY JENŐ TERV, 2015. https://www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/CE3BFF09-6D1B-4C8F-88B3-CDF70D2AF133/KJT_151120.pdf Oldal megtekintésének ideje: 2017.05.02. 9:51.
- LAKATOS M., SZENTIMREY M., BIHARI Z., SZALAI S, 2013. Creation of a homogenized climate database for the Carpathian region by applying the MASH procedure and the preliminary analysis of the data. Időjárás. OMSZ. 117:1, 143–158.
- MARACCHI G, 2000. Agricultural drought- a particular approach to definition, assessment and mitigation strategies, in Drought and Drought Mitigation in Europe edited by Vogt Jurgen V. and Somma Francesca. Netherland. Kluwer Academic Publishers.
- MCKEE T. B., DOESKEN N. J., KLEIST J, 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scale. In proceedings of the eighth conference on applied climatology, American meteorological society. Anaheim (CA), 17–22 January 1993. AMS. 179–184.
- MCKEE T. B., DOESKEN N. J., KLEIST J, 1995. Drought monitoring with multiple time scales. Proceedings of the Ninth Conference on Applied Climatology. Amer Meteor Soc Boston. 233–236.

- NIEMEYER S, 2008. New drought indices European Commission, DG Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, T. P. 261, JRC-IES, I-21020 Ispra (VA), Italy.
- PÁLFAI I, 1990. Description and forecasting of droughts in Hungary. Proceedings 14th International Congress on Irrigation and Drainage. Rio de Janeiro, Brazil. 151-158.
- SOMLYÓDY L, 2008. Töprengések a vízről - lépéskényszerben. Magyar Tudomány. 462.
- SZALAI S, 2012. Az aszály definíciói 7-9. Délkelet-Európai Aszálykezelési Központ- DMCSEE. Összefoglaló a projekt eredményeiről, Szerk.: Bihari Zita. Budakeszi. Országos Meteorológiai Szolgálat.
- TIGKAS D., VANGELIS H., TSAKIRIS G, 2014. DrinC: a software for drought analysis based on drought indices. Earth Science Informatics. Volume 8, Issue 3. 697–709.
- TSAKIRIS G., TIGKAS D., VANGELIS H., PANGALOU D, 2007. Regional drought identification and assessment—case study in Crete. In: Rossi G. et al (eds.). Methods and tools for drought analysis and management. Springer, The Netherlands. 169–191.
- TSAKIRIS G., VANGELIS H, 2005. Establishing a drought index incorporating evapotranspiration. Eur Water 9/10: 3–11.
- VERMES L, 2000. Hogyan dolgozzuk ki az aszály csökkentési stratégiát? ICID Útmutató 23-30. Budapest.
- WEGHORST K, 1996. The Reclamation Drought Index: Guidelines and Practical Applications. Bureau of Reclamation, Denver.
- WILHITE D. A., GLANTZ H. M, 1985. Understanding the Drought Phenomenon: The Role of Definitions. Water International. 10:3. 111-120.
- WU H., HAYES M. J., WILHITE D. A., SVOBODA M. D, 2005. The effect of the length of record on the Standardized Precipitation Index calculation. International Journal of Climatology, 25(4): 505–520
- Internet 1, https://wahastrat.vizugy.hu/terkep/terkep_padi.aspx Megtekintve: 2017.04.12. 9:12.

RISK ASSESSMENT OF DROUGHT IN THE GREAT HUNGARIAN PLAIN

**GÁLYA BERNADETT, RICZU PÉTER, JÓVÉR JÁNOS,
TAMÁS JÁNOS, BLASKÓ LAJOS**

University of Debrecen

Faculty of Agricultural and Food Sciences

and Environmental Management,

Institute of Water and Environmental Management

H-4032 Debrecen, Böszörményi str. 138. Hungary

E-mail: bernadett.galya@agr.unideb.hu

Climate change and weather can severely damage the natural environment and natural resources. Regarding the risk of climate change, water-related risks are one of the main threats to agricultural production. A significant part of Hungary's territory is endangered by drought. Only the western and southwestern parts of the country can be considered as non-condensing (SZALAI, 2012). However, the assessment of drought is difficult because spatial temporal delineation is a problem as well. Drought indices are widely used to characterize drought, but there is no uniform method for characterizing droughts. Different indices have different input data and have a temporal dimension. Therefore, during our research, our main goal was to investigate the methods of analyzing the temporal and spatial variability of one of the greatest climatic risk factors affecting the drought as a major determinant drought indices in the Great Hungarian Plain.

TALAJVIZSGÁLATOKA FELSŐ TISZAI ÁRTEREKEN A NEHÉZFÉM SZENNYEZÉSEK UTÁN (2000-2015)

GYŐRI ZOLTÁN

Debreceni Egyetem Táplálkozástudományi Intézet

4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

E-mail: gyori.zoltan@unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A 2000-ben történt két tiszai vízszennyezés után (Nagybánya /Baia-Mare és Borsbánya /Baia Bora) intenzív vizsgálati tevékenység indult meg a hatások megállapítása céljából. Ezek egy része a víz oldható (cianid) anyagokkal hatásával foglalkozott, míg másik része a szennyezéssel szállított hordalék hatását próbálta meg tisztázni. Az általam vezetett egység vizsgálatai döntően a Tivadartól Tiszacsegeig terjedő folyószakasz árterének talajainak vizsgálatával foglalkozott. Az átfogó munka során a szennyeződés után lehetőségünk nyílt négy mintavételi helyen (Tivadar, Vásárosnamény, Rakamaz és Tiszacsege) az ártéri talajok 0-300 centiméteres szelvényében vizsgálatokra. Ezek a kutatások felölelték az alapjellemzők, az AK, a pH-k, az Y₁ és a leiszapolható rész meghatározásától a különböző kivonószerekkel (Lakanen-Erviő, egymás utáni kivonások, összes elemtartalom) oldható esszenciális és potenciálisan toxikus elemek mennyiségének becslését is. E vizsgálatok segítségével a vizsgált időszakban adatokhoz illetve alapadatokhoz jutottunk. Ezen értékek különbözőképpen hasznosított (legelő, erdők, gyümölcsösök, szántók) területeinek fő tulajdonságairól és kémiai összetételéről amelyek különösen az ilyen szennyeződések hosszú távú hatásainak megítélése szempontjából elengedhetetlenek. Az

eredményeink szerint az eddig rendelkezésünkre álló mintegy 15 év alatt nem következett be olyan változás, amely fokozná a különbözőképpen hasznosított területek környezeti és/vagy élelmiszerbiztonsági kockázatát.

Kutatásaink során megállapítottuk, hogy az árterek taljai a vizsgált területen tipikus hordaléktalaj jellegűek a 0-300 centiméteres szelvényben. A pH a mélységgel nem mutat változatosságot, semleges tartományú. A Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn és S elemeket illetően azonban a szelvényben több mélységben is a felszínhez képest jelentős különbség figyelhető meg amely azt jelenti, hogy a cikkben említett áradás és nehézfémeket tartalmazó iszap kiülepedés már korábban is előfordult.

BEVEZETÉS

A Tisza vízgyűjtőjén több mint két évezrede folyik olyan intenzív bányászati és ércfeldolgozási tevékenység - különösen az arany, ezüst, cink és ólom fémeket illetően – amely tevékenység a környezetre és így a mezőgazdasági termelésen keresztül a termékek minőségére veszélyt jelenthet. Ezek közül kiemelten fontos a nehézfém tartalmú kőzetörlemény továbbá az elemkinyerési technológiák cianidos szennyvize. 2000 tavaszán két szennyező esemény történt a Tisza vízgyűjtő területén. A Nagybányai és Borsabányai víz szennyezés, amelyeknek mint ökológiai mind közgazdasági hatási jelentősek voltak. A két szennyeződéssel több mint 100 000 m³ cianiddal szennyezett víz került a Tisza vízgyűjtőjét képező patakokba, folyókba. A második szennyezéssel további több mint 20 000 tonna nehézfém tartalmú zagy került az áradó folyókba, amely az ártéri területek felszínét néhány centiméteres új réteggel vont be (SZABÓ et al., 2008).



1. ábra: Száradó üledék 2000-ben Gergelyugornynán a strand mellett

Forrás: ADRIANO ET AL. (2003).

Ennek a rétegnek a vastagsága méréseink szerint 3-8 centiméter között volt az áramlási és ülepedési viszonyoktól függően. Ez a megfigyelés jól egyezik kutatók (SZABÓ et al., 2008) azon megfigyelésével, hogy az üledék felhalmozódás sebessége 2000 és 2001 között 8 centiméter/év volt egy holt Tisza ágban. Természetesen a nehézfém tartalmú üledék sűrűségénél fogva a mederágyon kívül (OSÁN et al. 2002, GYŐRI et al. 2010) a különbözőképpen hasznosított (szántó, gyümölcsös, erdők) ártéri talajok felszínét borította be. Ezek közül az ártéri legelők lágyszárú növényállományát/gyepállományát pedig megújította.



2. ábra: Nyers üledék az árvíz elvonulása után Rakamaz térségében 2000.

Forrás: Dr. Sipos Péter

Vizsgálataink tárgyát első sorban ezek a talajok képezték, a talaj tulajdonságaiban történő változások megismerésének céljából, amely-lyel együtt jár a különböző toxikus illetve potenciálisan toxikus elemek vizsgálata is. Ezen elemek hatásáról számos szerző egyrészt a folyó élő-és holtmedreinek másrészt az ártéri növények vizsgálatával jutott új adathoz. (SZABÓ et al., 2008, ALAPI és GYŐRI 2003). A Tisza folyó 709 és 455 folyamkilométer közötti elhelyezkedő talajain kijelölt mintavételi helyeken 300 cm mélységig terjedő mintázással majd a minták vizsgálatával alapadatokhoz jutottunk ezekről a területekről, amelyek egy részét már több közleményben publikálták (BREWER 2003, ADRI-ANO et al., 2003, GYŐRI et al., 2015; FLEIT; LAKATOS, 2003).

Ezek az alapadatok lehetőséget adhatnak arra, hogy ebben a vizsgált régióban a hosszú távú hatásokat mind a laboratóriumi, mind pedig terepi mérések alapján becsülhessük. Ezzel pedig a környezet és az élelmiszerbiztonsági kockázatokhoz hiteles adatokat szolgáltat-sunk.

Ezek az alapadatok minden bizonnyal alapul szolgálhatnak olyan laboratóriumi és terepi megfigyelések eredményeivel történő összehasonlításra, amelyek egy ilyen jelentős anyagmennyiséget megmoz-gató áradás tartamhatásának becsülését is szolgálhatják. Az elmúlt 15 évben végzett vizsgálatok ugyanis azt bizonyítják, hogy nem történt olyan újabb esemény, változás, amelyet ezen rövid idő alatt a tartam-hatások miatt észlelni lehet (GYŐRI, 2015) .

ANYAG ÉS MÓDSZER

2000-ben rögtön azután, amikor az áradás lehetővé tette talajmintá-kat vettünk áprilisban Nordmeyer készülékkel (Nordmeyer Holland, Overveen The Netherlands), amellyel 3 méteres mélységig fúrtunk le háromszor egymástól kevesebb mint 10 méter távolságra (3 ismét-lés). A mintavételi helyeket az 1. számú táblázat mutatja. (GYŐRI et. al. 2015).

Mintavételi helyek	Földrajzi koordináták	folyamkilométer
Tivadar	N 48° 04' 00.6"	708.7
	E 22° 31' 04.8"	
Vásárosnamény	N 48° 07' 46.5"	683.0
	E 22° 19' 39.5"	
Rakamaz	N 48° 07' 43.8"	543.12
	E 21° 26' 28.7"	
Tiszacsege	N 47° 42' 59.9"	454.6
	E 20° 57' 08.7"	

1. táblázat: Mintavételi helyek

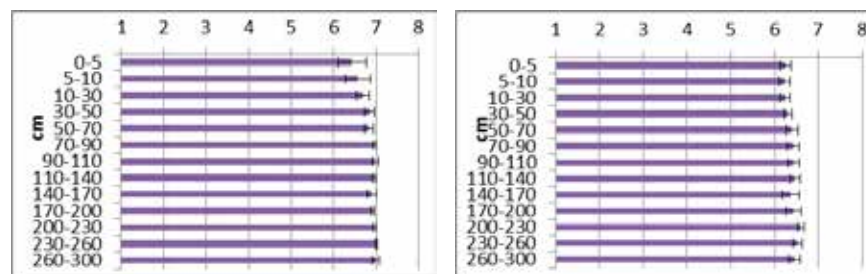
A későbbiek során igyekeztünk ugyanazokról a helyekről mintát venni noha az emberi beavatkozás hatását is figyelembe kellett venni (Tivadarnál erdősíttettek, Tiszacsegen a közelben kempinget alakítottak ki amit azóta bezártak). A talajmintákat a légszáraz állapot elérése után megdaráltuk és meghatároztuk belőlük a pH H₂O és a pH KCl -t, továbbá a leiszapolható részt (BÚZÁS 1988). A kémiai elemzést a magyar szabványnak megfelelően (MSZ 2147-50) szerint végeztük el mind a HNO₃-H₂O₂ (összes elemtartalom) roncsolással mind pedig a Lakanen-Erviö (1971) módszerrel. A különböző kémiai kötésekből felvehető elemek mennyiségét megkíséreltük úgynevezett egymás utáni extrakcióval is meghatározni (McGrath módszer). A talaj kivonatok mérését ICP-OES készülékekkel végeztük el. A sok elem közül kiemelten fontosnak tartottuk a Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, és Zn adatok feldolgozását. A minőségbiztosítás céljából BCR 141R, BCR 142R és BCR143R hiteles anyagmintákat használtunk. Ebben az összeállításban az elemek közül a Ni és Zn eredményeket mutatom be. A statisztikai értékeléseket SPSS 22-es változattal végeztük el.

EREDMÉNYEK

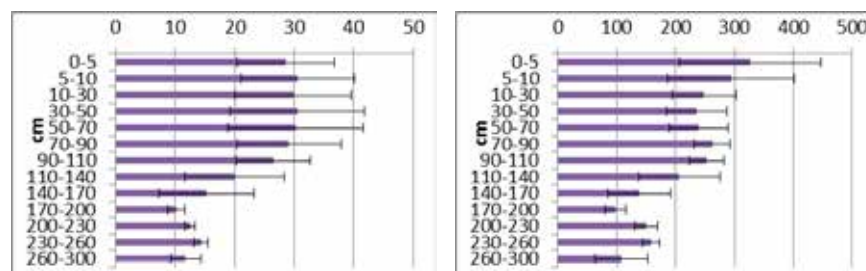
Az eredmények értelmezésénél egy olyan helyen, amikor a talaj felszínén a korábban említett új réteg jön létre betakarva a korábbi gypet a feltalaj értelmezése és a korábbi és új minták, eredményeinek összehasonlítása különös jelentőségű.

Az új réteg mint azt a 2. számú kép is mutatja a korábbi füveket betakarta és ebből adódik, hogy ennek a 0-10 centiméteres rétegnek a mintavétel helyektől függően a szerves széntartalma 1,55 és 3,15 % közötti míg a humusz tartalma 2,68 és 5,13 közötti (KÁTAI, 2008). Erre jellemző, hogy nitrát tartalma 0,8 és 26,0 mg/kg közötti, melynek átlaga 6,5 viszont a szórás nagy, 10,32. A foszfor tartalma (P_2O_5) 30,9 és 155,5 mg/kg között, átlagértéke 25,9 mg/kg 27,2-es szórással. Míg kálium tartalma 16 és 374 mg/kg között változott, 188-as átlaggal és 83,6-es szórással, ami nagy variabilitást jelent. Ennek a rétegnek az Arany-féle kötöttségi száma 45 és 80 közötti volt, átlagosan 69,1 11-es szórással. Ezekből az adatokból megállapítható, hogy az árvíz után maradt üledék a korábbi talaj felszínén a terület mikrodomborzatától függően változatos felvető tápanyagtartalommal rendelkezik.

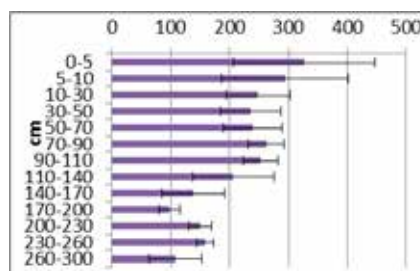
A vizsgált ártéri talajok kémhatása a 0-300 cm-es szelvényben nem mutat jelentős változatosságot hiszen az 1. diagramon látható vásárosnaményi adatok szerint a felső réteg 6,5 vizes pH-ja kissé növekedett a 70-90 cm-es rétegig, majd ott elérte a 7-es értéket, amely viszont már nem változott. Ugyanilyen képet mutat a KCl-ben mért pH is. Ugyanez a megállapítás tehető a Tivadar fúrások mintáinak adatainál is, sőt hasonló a helyzet Tiszacsegén is a különbséggel, hogy a mért értékek néhány tizeddel magasabbak.



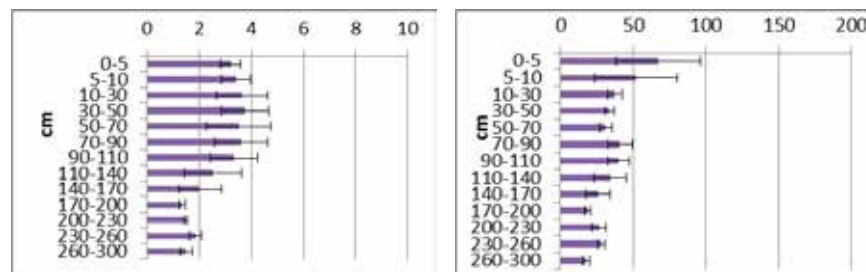
1. diagram: A talajszelvény pH értékei Vásárosnaménynál, pH H₂O és pH KCl vizsgálat. (Vásárosnamény, 2000).



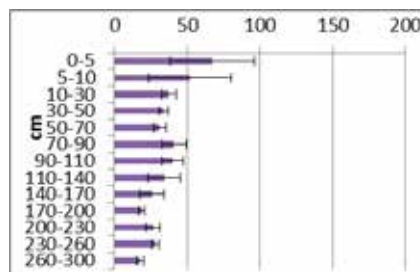
2. diagram: A talajszelvény összes nikkel tartalma (mg/kg), Vásárosnamény, 2000.



3. diagram: A talajszelvény összes cink tartalma (mg/kg), Vásárosnamény, 2000



4. diagram: Nikkel (mg/kg) LE kivonható, Vásárosnamény, 2000.



5. diagram: Cink (mg/kg) LE kivonható, Vásárosnamény, 2000.

A különböző folyamkilómétereknél vett talajvizsgálati adatok jól mutatják azokat a folyamatokat és tendenciákat (a mintavételtől az eredmények értelmezéséig), amelyekről korábbi cikkeinkben már be-

számoltunk (PROKISCH, 2006, 2007, 2009) hogy Tivadaron (összes nikkel tartalom a feltalajban 25 mg/kg körüli, a cink tartalom pedig 100 mg/kg) volt a legkisebb a szennyezés, Vásárosnaményban (2. diagram) már a Szamos által szállított anyagok is megjelentek. Rakamazon is az előbbihez hasonló értékek mértünk, míg Tiszacsegén már csak 20 mg/kg-os nikkelkoncentrációt találtunk. A szállított iszap egyik legfontosabb jellemző eleme a cink amelynek koncentrációja a talaj felső rétegében mind Rakamazon, mind Tiszacsegén a Vásárosnaményi adatokhoz hasonló (3. diagram). A Lakanen-Erviö oldattal kivonható elemek talajszelvénybeli eloszlása hasonló az úgynevezett össze elemtartalomhoz, a nikkel és a cink (4. és 5. diagram) esetében arányaik 10 és 4,5-6,3 körüli. Az egyes elemek szelvénybeli eloszlásáról megállapítható, hogy a Ni esetén Vásárosnaménynál a 90-110 centiméteres réteget az adatokban nincs nagy különbség, az ennél mélyebb rétegeknél pedig a 170-300 centiméterig az értékek már közel állandóak. Ugyanez a tendencia figyelhető meg a Zn-nél ennél a mintavételi helynél azzal hogy a legfelsőbb Zn tartalma nagy szórással, de átlagban több mint 300 mg/kg volt. Ez csökkent a 10-30 cm-es rétegben 250-re és „alapállapot” 140-170 centiméteres rétegtől figyelhető meg. A Lakanen-Erviö kivonattal meghatározható elemek a korábban említett arányokkal követik az említett tendenciát.

A mintavételi helyek között kivételnek számít a tiszacsegei mivel itt az összes Ni tartalom a teljes szelvényben közel azonos, viszont a Zn tartalom ugyanolyan mélységi eloszlást takar mint a többi helyen. Ezek az adatok arra engednek következtetni, hogy a történelem folyamán előfordult hasonló iszap levonulások a vizsgált ártereken maximum 140 centiméteres réteget figyelhető meg.

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Vizsgálataink szerint a Tivadar Tiszacsege közötti tiszai árterén a talajok 0-300 cm-es szelvényében nem figyelhető meg jelentősen eltérő pH-jú réteg. A 2000-es két nehézfém tartalmú zagy szennyezés hatá-

sára jelentős iszapréteg ülepedett ki a felszínre amely növelte az ott lévő talaj összes és Lakanen-Erviö oldattal kivonható toxikus illetve potenciálisan toxikus elemek mennyiségét (jelen cikkben megmutatva a nikkel és cink tartalmat). Az oldékonyságban beálló esetleges változást egymás utáni extrakciós módszer alkalmazásával célszerű nyomon követni, 15 évesnél hosszabb egymást követő mintavétellel.

IRODALOMJEGYZÉK

- ADRIANO, D.C. , NÉMETH, T. , GYŐRI, Z., 2003. Natural Attenuation of metals along the Tisza River-Floodplain-Wetlands Continuum. Debrecen: University of Debrecen, Centre of Agricultural Sciences, 207.
- ALAPI, K., GYŐRI, Z., 2003. Iszapvizsgálatok a nehézfémekkel terhelt tiszai árterén. Acta Agraria Debreceniensis-Agrártudományi Közlemények. Különszám 10: 96-101.
- BUZÁS, I., (szerk.) 1988 és 1993: Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv. 1. és 2. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, illetve INDA 4231 Kiadó. Budapest.
- BREWER, P. A., MACKLIN, M. G., BALTEANU, D., COULTHARD T. J., DRIGA B., HOWARD A. J., BIRD, G, ZAHARIA, S., SERBAN, M., 2003. The tailings dam failures in Maramures county, Romania and their transboundary impacts on the river system. NATO Science Series: IV: Earth and Environmental Sciences 20: 73-83.
- FLEIT E, E., G. LAKATOS G., 2003. Accumulative heavy metal patterns in the sediment and biotic compartments of the Tisza watershed. Toxicology Letters 140-141: 323-332.
- GYŐRI, Z. , BOROS, N., SIPOS, P., BERTÁNÉ SZABÓ E., KOVÁCS, K., HORVÁTH, M. , TAKÁCS, A. , HELTAI, GY., 2015. Evaluation of the Heavy Metal Content of the Upper Tisza River Floodplain Soils over the last Decade. Hungarian Journal of Industry and Chemistry 43(1): 19-23.

- GYŐRI, Z., ALAPI, K., PROKISCH, J., NÉMETH, T., ADRIANO, D., SIPOS, P., 2010. Cd, Cu, Pb and Zn content of the riparian zone of the Tisza River (Hungary) after heavy metal pollution. *Agrkémia és Talajtan*. 59(1): 117- 124.
- KÁTAI, J., (2008): Mikrobiológiai vizsgálatok a Felső-tiszai árterek talajában (szóbeli közlés)
- LAKANEN, E., ERVIÖ, R. 1982: *FAO Soils Bulletin*, (1982) p. 10 ISBN 92-5-101193-1
- LAKANEN, E. - ERVIÖ, R. 1971: A comparison of eight extractants for the determination of plant available micronutrients in soil. *Acta Agr. Fenn.* 123:223-232.
- OSÁN, J., KURUNCZI, S., TÖRÖK, S., VAN GRIEKEN, R., 2002. X-ray analysis of riverbank sediment of the Tisza (Hungary): Identification of particles from a mine pollution event. *Spectrochimica Acta Part B* 57: 413-422.
- PROKISCH, J., KOVÁCS, B., GYŐRI, Z., NÉMETH, T., WEST, L., HARPER, S., ADRIANO, D. 2006: Normalization Method for the Detection of Low Level Chromium Contamination in the Soil of the Tisza River Floodplain (Hungary). *Agrokémia és Talajtan* 55(1): 279-286.
- PROKISCH, J., HOVÁNSZKI, D., SZÉLES É., KOVÁCS B., GYŐRI Z., 2007: Inhomogeneity of the agricultural soils in Hungary *CEREAL RESEARCH COMMUNICATIONS* 35(2): 957-960.
- PROKISCH, J., SZELES, E., KOVACS, B., GYORI, Z., NEMETH, T., WEST, L., HARPER, S., ADRIANO, D., 2009: Sampling strategies for testing and evaluation of soil contamination in riparian system at the Tisza River Basin, Hungary. *COMMUNICATIONS IN SOIL SCIENCE AND PLANT ANALYSIS*. 40(1): 391-406.
- SZABÓ SZ., MOLNÁR L. SZ., JUHOS K., PROKISCH J., 2008. Húllámtéri nehézfém szennyezettség vizsgálata egy felső-tiszai mintaterületen. In: OROSZ, Z, SZABÓ, V, MOLNÁR, G, FAZEKAS, I (eds.) IV. Kárpát- Medencei Környezettudományi Konferencia. Debrecen, Magyarország: 2008.03.28 -2008.03.29. DE TTK, pp. 283-288.

SOIL EXAMINATIONS OF THE UPPER-TISZA WATERSHED AREA AFTER HEAVY METAL CONTAMINATION (2000-2015)

ZOLTÁN GYŐRI

University of Debrecen Institute of Nutrition

1. Egyetem square, 4032 Debrecen

E-mail: gyori.zotlan@unideb.hu

The Hungarian section of the Tisza River is highly influenced by metal pollution sourced from mining activity in Romania. Mining in Maramures County (former Máramaros) traditionally exploits host ores of base metals (Cu, Zn and Pb) and precious metals (Au and Ag). Besides, metal pollution has also a long history in the upper Tisza catchment.

In January and March 2000 two tailings dam failures occurred in Nagybánya (Baia Mare) and Borsabánya (Baia Borsa) and resulted cyanide and metal pollution in the Lápos - Szamos - Tisza and metal pollution in the Visó - Tisza river systems, respectively. The short term effects of the pollution events were studied by many researchers, and water and sediment of these riversystems were found to be contaminated by Cu, Zn, Pb and Cd.

The aims of our research were to investigate the original properties of the soils in the 0-300 centimeter layers. The most important aspect was to evaluate the long term effects of these pollutions by determining the metal content with different methods (Lakanen and Erviö extractable easily available, the pseudototal $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$ extractable, sequential extraction). The soil samples were collected in 2000, 2001, 2002, 2013, 2014 and 2015 from floodplains and pastures along the Tisza (Tivadar, Vásárosnamény, Rakamaz, Tiszacsege). These results have not changed compared to our earlier ones.

AGRÁRERDÉSZET OKTATÁSFEJLESZTÉSE EURÓPAI DIMENZIÓBAN

MIKLÓS HERDON¹, JÁNOS TAMÁS², CHARLES BURRIEL³, VÁ-
RALLYAI LÁSZLÓ¹, LAJOS BLASKÓ², BERNADETT GÁLYA²,
PÉTER RICZU², PÉTER LENGYEL¹, JÁNOS PANCSIRA¹, SZILVIA
BOTOS¹

¹Debreceni Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Alkalmazott Informa-
tika és Logisztika Intézet, 4032 Debrecen, Böszörményi út. 138.

²Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Kör-
nyezetgazdálkodási Kar, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet,
4032 Debrecen, Böszörményi út. 138..

³AgroSup Dijon, France

E-mail: herdon.miklos@econ.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Az agrárerdészet (Agroforestry) Európa egyik olyan egyedülálló örök-
sége, amely magas környezeti és kulturális értéket képvisel, és nagy
lehetőségek rejlenek az elmúlt két évtizedben Európa különböző ku-
tatóközpontjai által kifejlesztett, új innovatív agrárerdészeti rendsze-
rekben. A tudományos kutatásokat követően, az elmúlt években az
agrár-erdészeti struktúrák fejlesztése és szakmai kísérletek nemzeti és
európai szinteken jelentős elismerést értek el. Egyes európai orszá-
gokban, nevezetesen Belgiumban, Franciaországban és az Egyesült
Királyságban a szakmai szervezetek és a képzési szervezetek megkez-
dtek az agrár-erdészet újbóli bevezetését az agrár- és felnőtt képzés-
ben. Az AgroFE és az Agro-MM projekt fő célja az agrár-erdőgazdál-
kodási képzési rendszer kidolgozása, amely közös keretrendszeren és
alapanyagon alapul, valamint elősegíti az európai szintű képzéseket.

A különböző képzési szintek számára tudásinformációs adatbázis kerül
kidolgozásra és az innovatív IKT-eszközök révén az eredmények elosz-
tására. A két Európai projektben a Debreceni Egyetem Gazdaságtu-
dományi Kar, Alkalmazott Informatika és Logisztika Intézete valamint a
Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Víz- és Környezetgazdálkodási Intézete vesz részt.

BEVEZETÉS

A mezőgazdasági ágazatban erőteljes lemondás volt tapasztalható a
mezőgazdasági erdőgazdálkodásról (Agroforestry) a 20. században,
ezért ma már csak néhány millió hektár ilyen terület van Európában.
Az elmúlt években néhány szakember figyelme a mezőgazdasági
erdészet tudományos kutatása, fejlesztési struktúrák kialakítása felé
fordult, amely találkozott és elismerést vívott ki nemzeti és európai
szinten egyaránt. A tudományos kutatási és fejlesztési eredmények
alapján kísérleti tanfolyamokat szerveztek a farmerek számára a külön-
böző országokban, köztük Belgiumban, Franciaországban, az Egye-
sült Királyságban. A projektben részt vevő partnerek rövid időtartamú
képzési igényeket azonosítottak. Ezen képzési igények, illetve szük-
ségletek célcsoportjai a projekt tagjai, a jövőbeli képzést végzők, a
felnőttek és tanulók / diákok, tanárok, valamint tanácsadók. Ezek az
igények különböző szintű képzési programokhoz (L4 és L5/L6; szak-
képzések, egyetemi alapképzések), végzettségekhez kapcsolódnak
(HERDON et al., 2011). Rövidtávon a projekt nyilvános képzési prog-
ramok létrehozását tűzte ki, innovatív megoldások kialakításával. Sze-
rencsére a fejlett és rohamosan fejlődő IKT eszközök és módszerek,
az e-learning és az e-együttműködést biztosító megoldások egyre
szélesebb tárháza áll rendelkezésre (BUSTOS et al., 2007; HERDON és
LENGYEL, 2013; HERDON és RÓZSA, 2012).

Az agrár-erdészet céljára és lehetőségeire számos definíció létezik.
Az egyik az ICRAF (International Center for Research in Agroforest-
ry) publikációban megfogalmazott definíció, amelyet egyre szélesebb

körben használnak és fogadnak el. "Az agrár-erdészet olyan földhasználati rendszerek és technológiák gyűjtőneve, ahol a fás évelő (fák, cserjék, pálmák, bambusz, stb.) földhasználati egységeket tudatosan használják együtt mezőgazdasági termények termesztésére és / vagy az állatok tartására is, valamilyen térbeli elrendezésben vagy időbeli sorrendben. A mezőgazdasági erdészeti rendszerekben vannak környezetvédelmi és gazdasági kölcsönhatások a különböző alkotóelemek között." Ez a meghatározás azt jelenti, hogy:

- az agrár-erdészet általában magában foglalja két vagy több növényfaj vagy a növények termesztését és állatok tartását, amelyből legalább az egyik fás évelő;
- az agrár-erdészeti rendszernek mindig két vagy több kimenete van;
- a termelési ciklus az agrár-erdészeti rendszerben mindig több, mint egy év; és
- még a legegyszerűbb agrár-erdészeti rendszer is jóval bonyolultabb, ökológiai (szerkezetileg és funkcionálisan), valamint gazdasági szempontból, mint a monokultúras rendszer.

Az agrár-erdészet gyakorlatát figyelmen kívül hagyták a korábbi KAP (közös agrárpolitika) rendszerek, így több milliárd fa elpusztul Európa-szerte. A közelmúltban mezőgazdasági erdészeti parcellákra támogatásokat vezettek be és az új KAP-ban a mezőgazdasági erdészet támogatást kap a második pillér. 23. cikke az új vidékfejlesztési rendelet 1305/2013 alapján, így a mezőgazdasági erdészeti rendszerek létesítésének támogatása a tagállamoktól és a régióktól függ, hogy ezt a rendeletet hogyan adaptálják a saját vidékfejlesztési programjaikba.

Az Európai Bizottság által finanszírozott AGFORWARD kutatási projekt az agrár-erdőgazdálkodási gyakorlatokat előmozdítja Európában, amely elősegíti a fenntartható vidékfejlesztést. Az AGFORWARD projekt első elemzéséből az derül ki, hogy az agroforestry terület, beleértve a rénszarvasállatokat is, Európa-szerte legalább 52 millió hektár. A rénszarvasmarha-rendszert kizárva a becslés legalább 10,6 millió hektár, ami egyenlő az európai hasznosítású mezőgazdasági terület mintegy 6,5% -ával (DEN HERDER et al., 2015).

OKTATÁSFEJLESZTÉSEK EURÓPAI PROJEKTEKBEN AZ AGROFE PROJEKT

Az AgroFE projektben történt felmérés alapján a partnerországokban szükség van a mintegy 15000-20000 gazdaság átalakítására és fejlesztésére az elkövetkező 5-7 évben, ami ugyanolyan számú szakember képzését jelenti. E célok elérése érdekében több agrár-erdészeti tanácsadóra és oktatóra van szükség.

Ezért a projekt fő célja egy agrár-erdőgazdálkodási képzési rendszer kifejlesztése, amely közös keretrendszeren és alapanyagon alapul, valamint előmozdítja az európai szintű képzéseket. Mivel hiányzik a képzés és az oktatás a mezőgazdasági erdészet területén valamint az általános mezőgazdasági erdészeti ismeretek szintje alacsony, a teljes projekt célkitűzése, hogy olyan képzési rendszert dolgozzon ki ezen a területen, amely ajánlható Európában. A projekt célja, hogy építsen fel egy koncepcionális, modulokra épülő innovatív képzési rendszert IKT használatával és szakemberek részvételével. Az egyik újítás a projektben a szakemberek széles körének részvétele képzésekben és a minősítési folyamatban. Jelentős hangsúlyt kap a képzés keretében a szakmai gyakorlóhelyeken „terepen” végzett oktatás.

A főbb célkitűzések a következők:

- Egy szakmai referencia könyv elkészítése, amely egy közös keretrendszerben támogatja a képzések adaptációját helyi és nemzetközi vonatkozásokban;
- Ismeretbázis létrehozása, amely segíteni fogja az eszközök és képzési erőforrások használatát és integrációját;
- Kísérleti képzések implementálást és megvalósítását egyes országokban;
- Egy képesítési rendszer kidolgozása különböző képesítési szintekhez és adaptálása az egyes országok oktatási rendszeréhez és igényéhez.

A konzorciumot alkotó partnerek a következők voltak a 2013-2015 közötti támogatási időszakban: Abacus Organic Associates Ltd (UK),

AFAF – Association Française d'Agroforesterie (FR), AWAF – Association pour la promotion de l'agroforesterie en région wallonne et bruxelloise (BE), Czech University of Life Sciences in Prague (CZ), EPLEFPA – Etablissement Public Local d'Enseignement Agricole de l'Aube (FR), EURAF – European Agroforestry Federation (FR), ONG mare nostrum (RO), University of Debrecen (HU), Co-partners: Warwick University (UK), Liceul Teoretic "Ovidius" (RO), Association réseau international FAR (FR), Centre des technologies agronomiques (BE), Warwickshire College (UK).

AZ AGROF-MM ERASMUS + PROJEKT

Az AgroF-MM projekt célja az európai agrár-erdészletben érdekelt képzése. A projekt lehetőséget nyújt számukra, hogy megismerkedjenek az agrár-erdészlettel és javítsák az agrárerdészeti fejlesztési ismereteiket a mediterrán és hegyvidéki térségekben. A 3 éves időperiódusban (2016-2018) az AgroF-MM projekt "Agrár-erdészeti képzések a – mediterrán – főlsvatagi – hegyvidéki térségekben) célja

- 130 és 150 mezőgazdasági szakember kiképzése Európában.
- Oktatási eszközök javítása és fejlesztése, amelyek lehetővé teszik az agrárerdészeti képzéseket hosszú távon.
- Egy egyedülálló agrárerdészeti képesítési program kifejlesztése minden Európai országban.

Az AgroF-MM egyaránt megerősíti és kiegészíti az AgroFE európai projektet, amely 2015 decemberében fejeződött be. Az AgroF-MM kiterjeszti az AgroFE projekt földrajzi határait a mediterrán és a hegyvidéki térségekre, szélesítve a képzési szinteket és nyitva az új szereplők felé.

A konzorciumnak 13 tagja van 10 különböző országból: AgroSup Dijon (FRANCIAORSZÁG)(Koordinátor), TEI Stereas Elladas (GÖRÖG-ORSZÁG), The French Association of Agroforestry (FR), University of Tuscia (IT), **University of Debrecen (HU)**, AliénorEU (BE), Friends of Nature (LB), Abacus Organic Associates Limited (UK), Trakia University

(BG), CFPPAF Mirecourt (FR), Albanian Foundation for Training and Development (AL), EPLEFPA Valentin (FR), University of Ondokuzmayis (TR).

Az oktatás elengedhetetlen, nemcsak azért, hogy ismertesse ezt az innovációs módszert, hanem azért is, hogy lehetővé tegye az agrár-erdőgazdálkodásban dolgozók számára a mezőgazdasági szakmához képest új kompetenciák és ismeretek megszerzését. Ez az oka annak, hogy az AgroF-MM különböző típusú képzéseket állít fel:

- Tanfolyamok, csoportmunka, konferenciák
- Képzés a területen és online
- Ön-képzés
- Tematikus műhelyek
- Esettanulmányok
- Látogatás az agrár vállalkozásokban.
- Támogatott elhelyezések a gazdaságokban.

PROJEKT EREDMÉNYEK

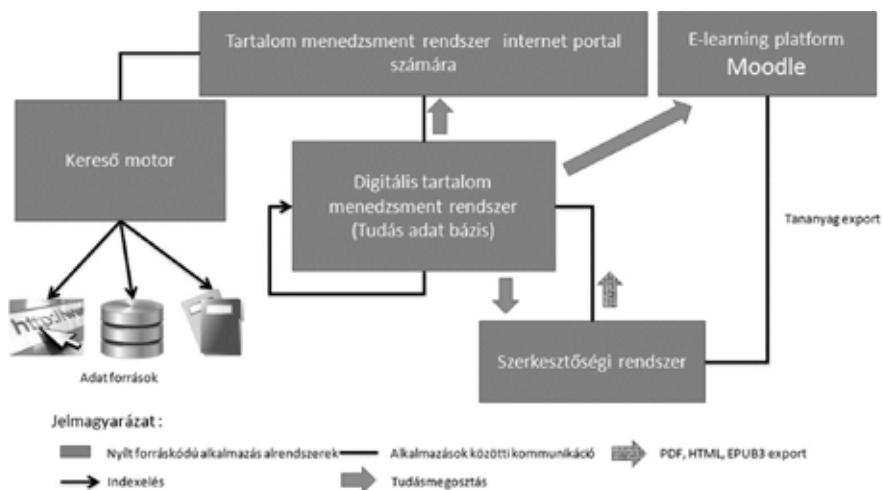
Az AgroFE projekt eredményei a tudásbázisban is elérhető és DVD formában is elkészített AgroFE módszertani anyagban kerültek összefoglalásra, amelynek főbb fejezetei a következők: Az AgroFE céljairól, Agroforestry Európában, A projekt partnerek, Az AgroFE módszer, Az AgroFE fő eredményei, AgroFE projekthez kapcsolódó események. A módszer szervezett, tervezett folyamat gerincét képezi, a képzési tervektől kezdve a fejlesztéstől, a kísérletezésen át az éleltségig.

Az AgroF-MM projektben elkészült az agrár-erdészlet oktatási törzsanyag (Core Content) struktúrája amely a következő 15 alapelemből áll: I Bevezetés (1: Az agrár-erdészetről), II. Gazdaság és jogi vonatkozások – Törvények (2: A meglévő agrárerdészeti rendszerek megközelítése; 3: Termékek előállítása; 4: Szolgáltatásnyújtás; 5: Agrár-erdőgazdálkodás és szabályozások – politika), III. Agronómia és biológia (6: Agrár-erdészeti fák, fiziológia és növekvő követelmények; 7: Az Ökológia + kölcsönhatások; 8: Fák? Milyen célból ?), IV. Technika és

gyakorlat (9: Fák fajok - a meglévő felhasználása - új rendszer bevezetése; 10: Menedzsment - Az agrár-erdészeti rendszer karbantartása; 11: Az agrár-erdőgazdálkodási rendszer kihasználása (technikai szempontok); 12: Mérleg (technikai szempontból gazdasági szempontok szerint), V. Szintetizálás – perspektívák (13: Projektgazdálkodás gazdasági-pénzügyi megközelítéssel; 14: Elemek az MT-LT projektértékeléshez – egyensúly; 15: Néhány példa (regionális, helyi gyakorlatok potenciálok).

A közös kollaboratív munkakörnyezet (virtual working space) kialakítása meglévő nyílt forráskódú és ingyenes szolgáltatásokat (open source, open access) alkalmazzuk. Az egyik alapvető megoldás volt a Moodle rendszer legújabb verziója volt. Korábbi e-learning kutatásra és fejlesztésre, az AgroFE projekt koncepciójára és előzetes munkákra alapozva megalkottuk a rendszer funkcionális modelljét (1. ábra), mely következő elemekből épül fel.

- Tudás-tár
- Tartalom menedzser
- Szerkesztői rendszer
- Keresőmotor.



1. ábra: A tudásalapú szolgáltató rendszer felépítése (Forrás: Charles Burriel)

KÉPZÉSEK ÉS GYAKORLATI BEMUTATÓK A DEBRECENI EGYETEMEN

Mezőgazdasági erdészet az agrárkörnyezet gazdálkodásban című választható tárgy bevezetése a BSc képzésben

Az európai projektek támogatásával 2014-ben választható tárgyként ismerkedhetnek meg a hallgatók az agrár-erdészet fontosabb fogalmaival, eredményeivel és lehetőségeivel. A hallgatók megismerik az agrár-erdészet hazai, és nemzetközi gyakorlatát és a kapcsolódó kutatások irányvonalait. Megismerkednek a különböző földhasználati módokban betöltött szerepével. Elsajátítják a főbb megvalósítási formák technikai részleteit. A képzés kitér az erdészetnek a talajvédelemben és meliorációban betöltött szerepére. A hallgatók a képzés során megismerik a természetes állattartás, gyepgazdálkodás, növénytermesztés és a mezőgazdasági erdészet együttes megvalósításának ökológiai alapelveit. Képesek lesznek fás-szárú energetikai ültetvények létrehozására és fenntartására mezőgazdasági erdészet keretében. Elsajátítják az ilyen módon létrehozott kombinált földhasználati rendszerek kezelésének, hasznosításának lehetőségeit. Eddig több mint 150 hallgató vette fel a tárgyat.

GYAKORLATI TRÉNINGEK - HELYSZÍNI MUNKÁK (MAGYARORSZÁGON A DEBRECENI EGYETEMEN)

Az Agro-FE projekt oktatása egy terepmunkát tartalmaz, melynek témája az agroforestia és a sós füves területek NATURA2000 élőhely-fel térképezése volt, a gyakorlatban a Mobil GIS technológia alkalmazásával a Hajdú-Bihar megyei Püspökladányban. A terepjárás során a résztvevők három helyet látogatnak meg.

Az első helyen a fa tömegének becslését a fa átmérője és magassága határozta meg. A fa magasságát a Leica DISTOTM D8 lézeres távolságméréssel mérte. Végül a becslést a DigiTerra Explorer (a fa mennyiségének becslési modulja) végezte, amelyet a Sopp-board alapján a fa mennyiségének becslésére használnak. Az első helyen

a *Quercus robur* L., az *Ulmus turkestanica* és a *Fraxinus excelsior*-ot mértük, és a becslési modul 10 fa / fajta értékeléséhez szükséges.

A második helyszínen felszín alatti víztestek és ökológiai élőhely-értékelések kerültek bemutatásra. A talajvíz mélységét mértük, és a megfigyelő kutak precíz pozicionálását mobil GIS eszközökkel detektáltuk. Továbbá a terület legfontosabb talajtípusát is talajprofilok segítségével mutatták ki.

A harmadik helyszínen az Ágota-pusza, amely a Hortobágyi Nemzeti Park része, és a ChangeHabitats2 projekt négy mintavételi területének egyike. Ezt a területet elsősorban a sóval érintetlen talajok, az alkáli gyepek, a mikro-heterogén megkönnyebbülés jellemzi az elszigetelt mikrovíz zónákkal. Ezen a helyszínen bemutatták, hogyan kombinálhatjuk a térmérést a mobil GIS eszközökkel. EMRC eszközöket használtunk a talajok elektromos vezetőképességi értékeinek kimutatására, és a mobil GIS eszközökkel (tabletekkel) kombináltuk a mérési pontok pontos pozicionálásának kimutatására.

A Debreceni Egyetem Vízgazdálkodási és Környezetgazdálkodási Intézete 2016. október 19-én az AgroF-MM-nél szakmai napot tartott, amelyet Tokajban és Tarcalon helyeztünk. Az első helyszínen a résztvevő mezőgazdasági termelők és a jövőbeli gazdálkodók számára előadást tartottak a Vine and Wine Research Institute munkatársai a régióról, az erózióvédelmi megoldásokról és az erdőgazdálkodás erdőtelepítési szerepéről. Továbbá a Debreceni Egyetem bemutatta az AgroF-MM projektet. Röviden ismertették a projekt célját, bemutatták ezen eszközök működési elvét és elméleti hátterét a diákoknak, amit a gyakorlati nap hátralevő részében terepen próbáltak.

A második helyszínen a Kutató Intézet kollégái ismertették a terep erózióvédelmére vonatkozó ismereteiket, megmutatták az aktuális kísérleteket, és a használt erózióvédelmi eszközöket a Debreceni Egyetem munkatársaival együtt. A következő műszereket mutatták be: Green Seeker, TETRACAM többképes kamera, Hexium típusú termokamera. Az eszközök segítségével a gazdálkodók és a jövőbeli

gazdálkodók kiválaszthatják a faültetvény optimális területeit ezekkel az eszközökkel.

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az agrár-erdészeti tevékenység több szempontból fontos a vidéki térségek és a kisgazdaságok számára. Környezeti, gazdasági, mezőgazdasági termelési tevékenységekben és feladatokban fontos szerepet játszhat. A projekt résztvevői a szakterületre több képzési szintre tantervek kidolgozásával és képzési anyagokkal segítik e szakterület fejlesztését. Eddigi eredménye a projektnek, hogy a DE GTK és MÉK karain C-típusú tárgyként elkészült a „Mezőgazdasági erdészet az agrárkörnyezet gazdálkodásban”, amelyet a két kar kari tanácsa elfogadott. A kollaboratív munkakörnyezetet a Moodle rendszerben hoztuk létre, amely széles körű funkcionalitásával megfelelően támogatja a projekt munkát, a virtuális együttműködést. E mellett a virtuális találkozókra videokonferencia rendszereket használunk. A projektekben elért eredmények (Szakmai referenciakönyv, Tudásbázis, létrehozott együttműködési és terjesztési platformok, mint például a hivatalos honlap, a videokonferencia rendszer, a Facebook, a levelezési lista és a Moodle projektdokumentum valamint az LMS hozzájárulnak az agrár-erdészet oktatásának fejlesztéséhez európai szinten.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikációban megjelentetett kutatást és annak megjelenését támogatja az EU Leonardo Innovations Transfer "Agroforesterie Formation en Europe - AgroFE" Ref. Number: 2013-1- FR1-LEO05-48937 és az EU Erasmus+ Programme Key Action 2: Strategic Partnership. "Agroforestry – Training – Mediterranean and Mountain" Ref. Number: 2015-1-FR01-KA202-015181 projekt.

IRODALOMJEGYZÉK

- DEN HERDER, M., BURGESS, P.J., MOSQUERA-LOSADA, M.R., HERZOG, F., HARTEL, T., UPSON, M., VIHOLAINEN, I. AND ROSATI, A. 2015. Preliminary stratification and quantification of agroforestry in Europe. Milestone Report 1.1 for EU FP7 AGFORWARD Research Project (613520).
- BUSTOS E. S., F. S. ZAZUETA ÉS H. B. HOWARD 2007. Rapid prototyping of learning objects and their implementation using ontology editor. In Conference on Agricultural Economics, Rural Development and Informatics. Debrecen, Hungary. (2007), 59-60.
- HERDON M. ÉS P. LENGYEL 2013. Building and Using Knowledge Repositories for Agriculture: An Innovation Case Study. In: EFITA WCCA CIGR 2013 Conference: Sustainable Agriculture through ICT innovation, Torino, Italy. (2013), 180-187.
- HERDON M. ÉS T. RÓZSA 2012. Knowledge dissemination on innovative information technologies in agriculture. Journal of Ecoagritourism 8:(1) (2012), 301-306.
- HERDON M., R. SZILÁGYI ÉS L. VÁRALLYAI. 2011. ICT Tools for Implementation the European Qualification Framework in the Agricultural Sector. Journal of Agricultural Informatics 2:(1) (2011), 29-40.

AGROFORESTRY EDUCATION DEVELOPMENT IN EUROPEAN DIMENSION

HERDON MIKLÓS¹, TAMÁS JÁNOS², CHARLES BURRIEL³, VÁRALLYAI LÁSZLÓ¹, BLASKÓ LAJOS², GÁLYA BERNADETT², RICZU PÉTER², LENGYEL PÉTER¹, PANCSIRA JÁNOS¹, BOTOS SZILVIA¹

¹ University of Debrecen, Faculty of Economics and Business, Institute of Applied Informatics and Logistics
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

E-mail: herdon.miklos@econ.unideb.hu

² University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Water and Environment Management,
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

³ Agrosup Dijon, France

Europe has a unique heritage of traditional agroforestry systems with a high environmental and cultural value and high potential for innovative modern agroforestry systems developed by research centres across Europe during the last two decades. In recent years following scientific research, the development of structures and professional experiments in agroforestry has met national and European recognition. In some European countries namely Belgium, France and UK professional and training organisations have begun to reintroduce agroforestry with training of agricultural students and adults in further education. The main project objective of the AgroFE and Agrof-MM project is to develop an agroforestry training system, based on a common framework and core content to promote training at European level. The core content of different levels of trainings and the knowledge databank has been developed and the distribution of the results are in progress all over Europe by innovative ICT tools. The Faculty of Economics and Business, Institute of Applied Informatics and Logistics and the Faculty of Agriculture, Food Science and Environmental Management, Institute of Water and Environment Management from University of Debrecen participate in the two European projects.

A TALAJ HŐÁRAMLÁSÁNAK MODELLEZÉSE

HUZSVAI LÁSZLÓ, SZŐKE SZILVIA

*Debreceni Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Ágazati Gazdaság és
Módszertani Intézet, Kutatásmódszertan és Statisztika Tanszék
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.
E-mail: huzsvai.laszlo@econ.unideb.hu*

ÖSSZEFOGLALÁS

A talaj hőforgalmának ismerete a mezőgazdasági kutatásban elengedhetetlen, mert a növények életfolyamatait a talaj hőmérséklete befolyásolja. Napjainkban a talaj hőforgalmát, vagy mérjük, vagy modellezzük. Jelen munkánkban Sang-Ok Chung és Robert Horton (1987) által készített eljárást próbáltuk ki. Az eredeti hőáramlási modellt átírtuk R nyelvre, és vizsgáltuk a modell jóságát. A modell tesztelését a Szász Gábor által vezetett Debrecen Kismacs Agrometeorológiai Obszervatórium 2001. év májusi adatai alapján végeztük. Az állomáson rövidre nyírt gyepe alatt három mélységben (5, 25 és 50 cm) 15 percenként egy automata mérő és adatgyűjtő végezte a méréseket. Összesen 2 976 időpontban álltak rendelkezésünkre a három réteg talajhőmérsékleti adatai. Felső határrétegnek az 5 cm, alsó határrétegnek az 50 cm-es réteg hőmérsékletét használtuk. A 25 cm-es mélység hőmérsékletét modelleztük, és összehasonlítottuk a ténylegesen mért értékekkel. Szisztematikus hibát észleltünk, ami származhat a modell vagy a mérés hibájából. Következtetésünk az volt, hogy a talaj hőmérsékletének modellezéséhez nélkülözhetetlen a víz és páraáramlás egyidejű becslése, mert ezek a tényezők erős kölcsönhatásban vannak egymással.

BEVEZETÉS

A talaj hőforgalmának ismerete a mezőgazdasági kutatásban elengedhetetlen, mivel a - vetőmagvak csírázása - kalászosok bokrosodása - növények ásványi táplálkozása - gyökerek növekedése és légzése - talajmikrobák élete - növényi maradványok bomlási folyamata - szerkezetképződés - a víz mozgása a talajban (folyékony és pára alakjában) - a talaj mállási folyamata – stb. erősen függ a talaj hőmérsékletétől. Napjainkban a talaj hőforgalmát, vagy mérjük, vagy modellezzük. Az első számítógépes hőforgalmi modellek az 1970-es években készültek (HANKS ET AL., 1971). Jelen munkánkban SANG-OK CHUNG és ROBERT HORTON (1987) által készített eljárást fogjuk kipróbálni. Az eredeti programot Fortran nyelven 1986 szeptemberében jelentették meg (JOHN HANKS, J. T. RITCHIES, 1991). Ebben a programban egy vízáramlási modell is van, azonban leírásuk alapján, ha a talaj felső és alsó határrétegének hőmérsékletéről mért adatokkal rendelkezünk, a köztes rétegek hőmérsékletének modellezéséhez már nem kell a vízáramlási modellt futtatni. Az eredeti hőáramlási modellt átírtuk R nyelvre (R CORE TEAM, 2013), és vizsgáltuk a modell jóságát.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A modellezés során az alábbi hőtani fogalmakat (fajhő, sűrűség, hőkapacitás, hővezetés, hőmérsékletvezetés) és értékeiket használtuk (1. táblázat).

1. táblázat: Néhány a talajban megtalálható anyag hőtani paramétere

Anyag	Fajhő (J/g °C)	Sűrűség (g/cm ³)	Hőkapacitás (J/cm ³ °C)
Víz	4,2	1	4,2
Levegő	1	0,0012	0,0012
Homok	0,84	2,5952	2,18
Agyag	0,92	2,7173	2,5
Humusz	1,7	1,6	2,72
Jég	2,1	0,8952	1,88

Természetes körülmények között a talaj hőkapacitása az alkotórészek arányától függ, melyek közül a szilárd alkotó részek és a változó nedvességtartalom a legmeghatározóbbak.

A NEDVES TALAJ HŐKAPACITÁSA

$$C_V = \rho_m 0,84 \frac{J}{g^\circ C} + N_{gf} 4,2 \frac{J}{cm^3 \cdot ^\circ C} + L_{gf} 0,0012 \frac{J}{cm^3 \cdot ^\circ C} \quad (1)$$

vagy, ha elhanyagoljuk a levegőt

$$C_V = \rho_m \left(0,84 \frac{J}{g^\circ C} + N_{iömeg} 4,2 \frac{J}{g^\circ C} \right) \quad (2)$$

A fentiek figyelembevételével a „V” térfogatban a kicserélődő energia Q_q mennyisége a kezdeti T_1 és a végső T_2 hőmérséklettől függ.

$$Q_q = C_V V (T_2 - T_1) = C_V V \Delta T \quad (3)$$

A hőkapacitás a fajhő és sűrűség szorzata. A természetes állapotú talaj esetében nem a talajsűrűségével (r , amely a szilárd részek sűrűsége) kell számolni, hanem a talaj térfogattömegével (r_m). A talaj nedvességtartalmának növekedésével lineárisan, egyenes arányban nő a talaj hőkapacitása.

A talaj hővezetése, molekuláról molekulára terjedő hőenergia átadása, úgy hogy az anyag részecskéi a helyükön maradnak. Az áramló hőenergia mennyisége Q_q egyenlő a hővezető képesség K_q , a felület A , az idő t és a hőmérsékleti gradiens $\Delta T/\Delta z$ szorzatával (4).

$$Q_q = -K_q A t \frac{\Delta T}{\Delta z} \quad (4)$$

ahol:

Q_q : hőmennyiség (J)

K_q : hővezetési tényező ($W m^{-1} ^\circ C^{-1}$)

A : felület (m^2)

t : idő (s)

ΔT : hőmérsékletkülönbség ($^\circ C$)

Δz : hosszúság (m)

A talaj hőmérsékletvezető képessége a hővezető képesség és hőkapacitás hányadosa, ezt használja a modell is.

A HŐÁRAMLÁS MODELLEZÉSE

A talaj hőgazdálkodásának modellezése két nagy részre bontható:

1. Az energia szétosztása a talajfelszínén,
2. A talajszelvényben a hőmérséklet eloszlásának, áramlásának modellezése.

Mi csak az utóbbival foglalkozunk ebben a dolgozatban.

A talajban végbemenő hőáramlást az alábbi összefüggéssel lehet leírni:

$$G = -\lambda \frac{\partial T}{\partial z} \quad (5)$$

ahol:

G : talaj hőforgalma (pozitív, lefelé irányuló) ($MJ m^{-2} d^{-1}$)

λ : hővezetési tényező ($W m^{-1} ^\circ C^{-1}$)

A : felület (m^2)

ΔT : hőmérsékletkülönbség ($^\circ C$)

Δz : hosszúság (m)

A G változó függ az ismeretlen talajfelszín hőmérséklettől. Ahhoz, hogy a talajfelszín hőmérsékletét ki tudjuk számítani, először az egyenlet jobb oldalát numerikusan kell közelíteni. Ehhez CHUNG ÉS HORTON (1987) az alábbi formulát javasolta:

$$G = -\lambda \left(\frac{T_2 - T_s}{\Delta z} \right) + (T_s - T_1) C \frac{\Delta z}{2\Delta t} \quad (6)$$

ahol:

G : talaj hőforgalma (pozitív, lefelé irányuló) (MJ m⁻² d⁻¹)

λ : hővezetési tényező (W m⁻¹ °C⁻¹)

T_s : talajfelület hőmérséklete az aktuális időben (°C)

T₁ : talajfelület hőmérséklete az előző időpontban (°C)

T₂ : a második talajréteg hőmérséklete az előző időpontban (°C)

C : a talaj felső rétegének hőkapacitása (J m⁻³ °C⁻¹)

Δz : függőleges térbeli lépték (m)

Δt : időlépték (s)

A talajfelszín hőmérsékletét numerikus módon lehet számítani az időléptéknek megfelelően. Az energiamérleget JAMES ET AL. (1977) gyökkeresési algoritmussal oldotta meg.

HŐÁRAMLÁSI MODELL AZ R-BEN

Az ismertetésre kerülő modell az egydimenziós függőleges hőáramlást modellezi. Ennek az analitikus leírása:

$$C \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial z} \right) \quad (7)$$

ahol:

C : a talaj hőkapacitása (J m⁻³ °C⁻¹)

T : talajhőmérséklet (°C)

λ : hővezetési tényező (W m⁻¹ °C⁻¹)

δt : időlépték (s)

δz : függőleges térbeli lépték (m)

A talaj hővezetési tényezője (λ) azonban nem állandó, erőteljesen függ a talaj víztartalmától, ami ráadásul változik a mélység és idő szerint is.

A talaj hőkapacitásának becslésére a 2. egyenletet, a hővezető képesség meghatározására MCINNES, (1981) algoritmusát használtuk. Az algoritmus alapján a hővezető képesség függ a talaj térfogattömegtől, kvarctartamától (mivel a kvarc nagyon jó hővezető), agyagtartalmától és nedvességtartalmától.

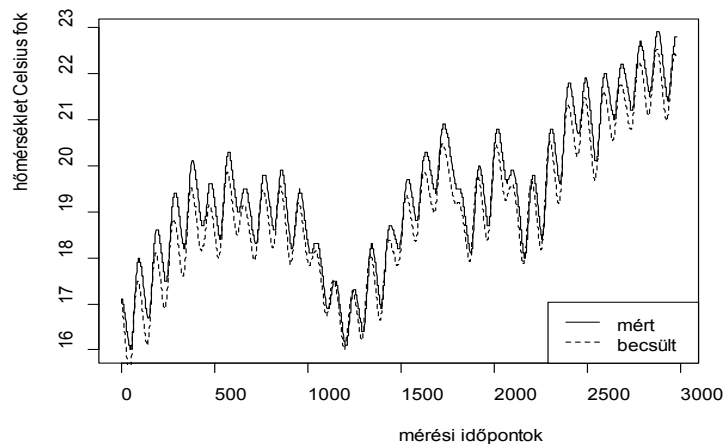
Az eredeti cikkben a szerzők a tridiagonális mátrix megoldásához a Thomas algoritmust használják. Ezt az algoritmust mi is átírtuk R-nyelvre, amely tökéletesen működött. Azonban az R környezetben felesleges használni a Thomas algoritmust, mert a beépített lineáris egyenletrendszer megoldó algoritmus (*solve()*) ugyanazt az eredményt adja, csak az együttható mátrixot kell valódi tridiagonális mátrix formában megadni.

A modell tesztelését a Szász Gábor által vezetett Debrecen Kis-macs Agrometeorológiai Observatórium 2001. év májusi adatai alapján végeztük. Az állomáson rövidre nyírt gyeplát három mélységben (5, 25 és 50 cm) 15 percenként egy automata mérő és adatgyűjtő végzi a méréseket. Összesen 2 976 időpontban (31 nap * 24 óra/nap * 4/óra) álltak rendelkezésünkre a három réteg talajhőmérsékleti adatai. Felső határrétegnek az 5 cm, alsó határrétegnek az 50 cm-es réteg hőmérsékletét használtuk. A 25 cm-s mélység hőmérsékletét modelleztük, és összehasonlítottuk a ténylegesen mért értékekkel.

A talaj homokos vályog fizikai féleség, térfogattömege: 1,4 g/cm³, agyagtartalma: 20%, kvarctartalma: 8%, a modellezés során 20%-s nedvességtartalmat használtunk minden rétegben. Ezen értékek alapján a rétegek hőmérsékletvezető képessége MCINNES (1981) szerint 8,7E-7 m²/s adódott.

EREDMÉNYEK

A modellezett és mért hőmérsékleti adatokat a 1. ábra mutatja.



1. ábra: A 25 cm-es réteg mért és modellezett hőmérséklete, Debrecen, 2001. május, 15 perces mérések

A modellezett értékek jól illeszkednek a mért értékekre, azonban gyakran alulbecsülik a tényleges értékeket.

A MODELL JÓSÁGA

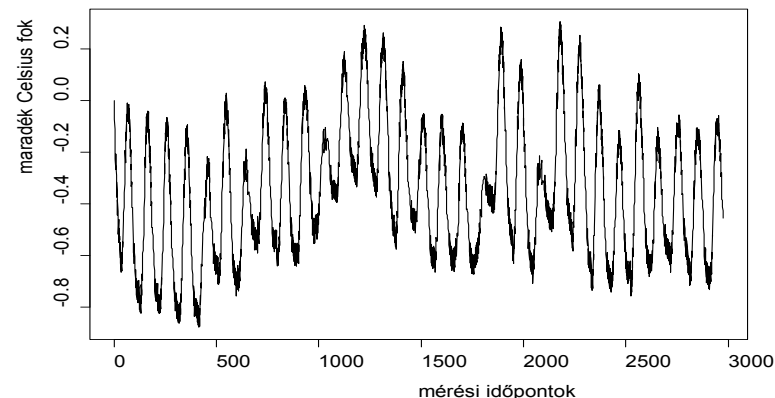
A modell jóságát a mért és modellezett hőmérsékletek közötti maradványok elemzésével minősítettük a legegyszerűbb statisztikai módszerekkel.

Akkor jó egy determinisztikus modell, ha a mért és modellezett értékek közötti maradványok

1. Függetlenek,
2. Normális eloszlású nulla várható értékű,
3. Homoszkedasztikus (a varianciák mindenhol egyformák).

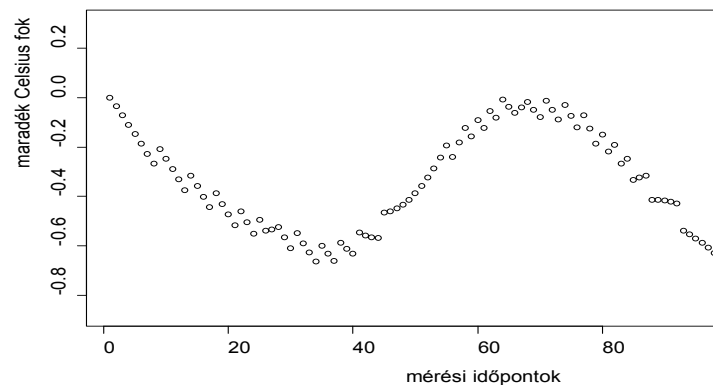
A 2. ábra mutatja az idő függvényében a hibákat. Megfigyelhető egy hullámzás, amely valószínűleg a talaj nedvességtartalmának változásából ered, amely folyamatosan módosítja a rétegek hőmérsék-

letvezető képességét. Mivel nem álltak rendelkezésünkre nedvességszámítógépek, ezért a modellt állandó 20 térfogat százalékos nedvességet feltételezve futtattuk.



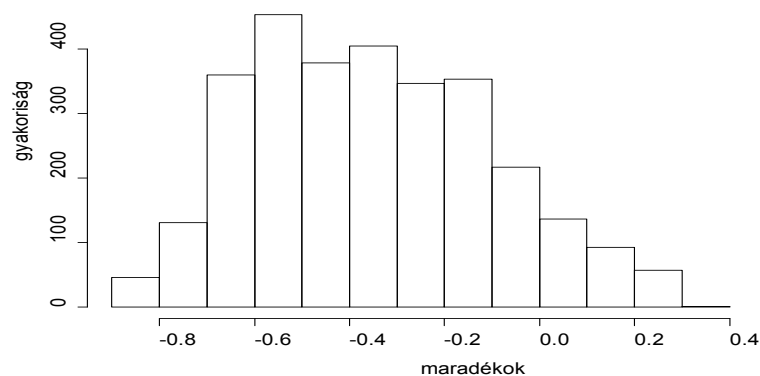
2. ábra: A 25 cm-s réteg mért és modellezett hőmérsékletének különbsége, Debrecen, 2001. május, 15 perces mérések

Az első feltétel tehát nem teljesül maradéktalanul, mert az idő függvényében folyamatosan változik a maradvány nagysága. Ráadásul van egy napi szabályos ingadozása is, amely naponta szinuszosan ismétlődik. Ebből adódóan a mért időszakban 31 csúcsot lehet elkülöníteni.



3. ábra: A 25 cm-s réteg modellezett hőmérsékletének hibái, Debrecen, 2001. május 1. 15 perces mérések

A maradékok hisztogramját a 4. ábra mutatja. Az eloszlás balra dől, a legtöbb érték a negatív tartományba esik, amely összhangban van a korábban említettekkel.



4. ábra: A 25 cm-s réteg modellezett hőmérsékletének hibái,
Debrecen, 2001. május

Az egymintás Kolmogorov-Smirnov teszt alapján a maradék nem normális eloszlású, határozottan aszimmetrikus. A maradékok várható értéke $-0,35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

A fenti hibák kiküszöbölésére a modellben módosítottuk az átlagos hőmérsékletvezető képesség becslését, amely az eredeti modellben egyszerű számtani átlagként szerepel. Horton és Chung is megemlíti cikkében, hogy a mértani átlag lehet, hogy jobb a két réteg közötti átlagos hőmérsékletvezető képesség becslésére, de nem alkalmazták modelljükben. Kipróbáltuk a mértani átlagot, és nem találtuk jobbnak az egyszerű számtani átlagnál, ugyanúgy megmaradtak a hibák.

A modell homoszkedasztikusságának megítélését a 2. ábra segíti. A maradékok ingadozásának mértéke függ az időtől, tehát nem állandó, azaz a harmadik feltétel sem teljesül.

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Jelen munkánkban megvizsgáltuk a CHUNG ÉS HORTON (1987) által készített hőáramlási modellt, amelyet a szerzők ajánlását megfogadva a vízáramlási modell mellőzésével futtattunk. Az eredeti Fortran nyelvű programot átírtuk R nyelvre és R környezetben modelleztünk. A vízáramlási modellt mellőző hőáramlási modellel az alábbi eredményeket kaptuk:

1. A mért és becsült hőmérsékletek közötti különbségek függenek az időtől (talajnedvesség változás), valamint szabályos napi szinuszos ritmust mutatnak. A napi ritmust a Napmagasság változása valamint a pára formájában mozgó víz okozhatja.
2. A maradéktagok nem nulla várható értékű normális eloszlású sokaság, hanem erősen balra dőlt aszimmetrikus eloszlású. Ebből kifolyólag az alulbecslés sokkal gyakoribb.
3. A maradékok ingadozásának mértéke is függ az időtől, nem állandó.
4. Az átlagos hőmérsékletvezető képesség becslésénél nem találtunk különbséget a számtani és mértani átlag között.

Az R nyelvre átírt program sokkal rövidebb lett. A Thomas algoritmusra nincs is szükség, ha az együttható mátrixot valódi tridiagonális formában adjuk meg, mert ekkor az R `solve()` függvényét használhatjuk.

Végső következtetésünk, hogy a talaj hőmérsékletének modellezéséhez nélkülözhetetlen a víz és páraáramlás egyidejű becslése, mert ezek a tényezők erős kölcsönhatásban vannak egymással.

IRODALOMJEGYZÉK

- CHUNG, S.O. and R. HORTON. 1987: Soil heat and water flow with a partial surface mulch. Water Resour. Res. 23:2175-2186.
- HANKS, R.J., D.D. AUSTIN and W.T. ONDRECHEN. 1971. Soil temperature estimation by a numerical method. Soil Sci. Soc. Am.Proc. 35:665-677.

- JOHN HANKS, J. T. RITCHIE co-editors: Modeling plant and soil systems. Number 31 in the series Agronomy, Madison, Wisconsin USA, 1991. ISBN: 0-89118-106-7, p397-438
- JAMES, M.L., G.M. SMITH, and J.C. WOLFORD (1977): Applied numerical methods for digital computation with FORTTAN and CSMP. Harper and Row Publ., New York.
- MCINNES K., (1981) Thermal conductivities of soils from dryland wheat regions in Eastern Washington, Washington State University, Pullman, WA (1981) Unpublished MS Thesis
- R CORE TEAM (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/s>

MODELING SOIL HEAT FLUX IN R

LÁSZLÓ HUZSVAI, SZILVIA SZŐKE

University of Debrecen, Faculty of Economics, Institute of Sectoral Economics and Metodology,

Department of Research Methodology and Statistics

H-4032 Debrecen, Böszörményi str. 138, Hungary

E-mail: huzsvai.laszlo@econ.unideb.hu

Information of the heat flow is very important in research of agricultural soils, because seed germination depends on soil temperature. Soil heat flow today is either measured or modeled. In our publication we rely on the procedure developed by Sang-Ok Chung and Robert Horton (1987). We translated the original heat flux model into R language, and examined the model's correctness. The testing of the model was carried out on the basis of data of May 2001 acquired from the Agro-meteorological Observatory of Debrecen Kismacs (director: Szász Gábor). In the Observatory the measurements are made in a soil with short cut grass at three soil depths (5, 25 and 50 cm) at 15 minute intervals by an automatic measurement and data collecting device. We had soil temperature data compiled from the three soil depths at a total of 2 976 time periods. Temperatures measured at the upper boundary layer of 5 cm and at the lower boundary layer of 50 cm were used. The temperature of the 25 cm depth layer was modeled and compared with the actually measured values. There were systematical error, which can originate from the error of the model or from the error of the measurement. Our final conclusion is that because of the strong correlation between water flow and soil temperature, it is essential to make simultaneous estimations of them both when modeling soil temperature.

TALAJMŰVELÉS ÉS NÖVÉNYTERMESZTÉS

**MÁRTON JOLÁNKAI¹, ÁKOS TARNAWA¹,
ZSOLT SZENTPÉTERY², KATALIN KASSAI M.¹**

¹ Szent István Egyetem, Növénytermesztési Intézet
2100 Gödöllő, Péter Károly utca 1.

E-mail: jolankai.marton@mkk.szie.hu

² Szent István Egyetem, Műszaki Menedzsment Intézet
2100 Gödöllő, Péter Károly utca 1.

ÖSSZEFOGLALÁS

A talajművelés rendszere minden korban meghatározója volt az agrárium szakmai színvonalának, eredményességének. Jelen összeállítás vázlatos áttekintést ad a talajművelés és a növénytermesztés kapcsolatáról, bemutatva a földművelési rendszerek fejlődését és egymásra-épülését, a történelmi gyökerektől napjaink komplex agrotechnikai megoldásaiig.

A gazda szántóföldje talaját természetes állapotú bolygatatlan, avagy már művelt talajból képezi. Mélyen művelt, a levegő a víz és a gyökérzet által könnyen átjárható gyökérszónát alakítson ki és azt ápolja állapota megtartása végett. Ez majd megtartja a vizet az esős időszakok között, de egyben lehetővé teszi a felesleges vízmennyiség leadását is. E talaj tápanyagszolgáltató képessége kiegyensúlyozott. Ezt a talajt a víz nem mossa el, és a szelek sem hordják szét. A föld használata attól függjön, hogy annak révén talajunk ezen ideális állapotát hosszú távon megőrizzük, avagy javítsuk. A számtalan talajtípusnak megfelelően ez a földhasználat igen sokféle lehet. A gondos gazda talajművelése két célnak kell megfeleljen mindenkor: a talajművelési mód megválasztásakor elsődleges szempontja mindig az ideális talajállapot elérése legyen, másodlagos szempontja pedig annak gazdaságossága.

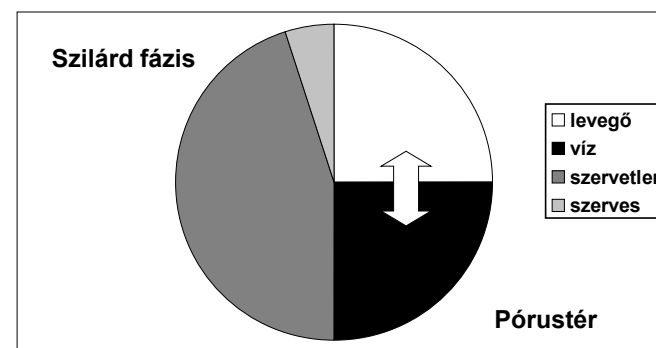
FÖLDMŰVELÉSI RENDSZEREK

A talajművelés valójában az egyik legfontosabb eleme a növénytermesztésnek. Módját és eszközét maga a talaj típusa és állapota, valamint a termesztett növény igénye szabja meg. Lényege, hogy az elvetendő mag számára biztosítsa az optimális kelés és fejlődés feltételeit, nevezetesen levegő- és vízellátását, hőgazdálkodását és szemcseösszetételét.

GRABNER EMIL 1942-ben a következőket írta: „A talajművelésnek az a feladata, hogy a termesztendő növények fejlődésére a vetéstől az aratásig a lehető legkedvezőbb tenyészfeltételeket szolgáltassa. A vetéseink csak akkor sikerülhetnek jól, ha megfelelő talajműveléssel kifogástalan magágyba vetünk, amelyben a vetőmag gyorsan és egyenletesen kelhet ki. A növények fejlődésére legkedvezőbb tenyészfeltételeket a talaj morzsalékos szerkezete (struktúrája) szolgáltatja, amely a talaj hajcsövességét és légjárhatóságát a legmegfelelőbb mértékben egyesíti magában. Ezért az okszerű talajművelésnek arra kell irányulnia, hogy a talajt a növény vetéséig morzsalékos állapotba hozza és az után is lehetőleg ilyen állapotban tartsa.”

ALAN MOUNTFORD (1977) szerint a földművelés lényege nem más, mint az ideális talajállapot megteremtésére irányuló folytonos igyekezet. Népszerű és sokszor idézett sematikus modellje alapján

A talajművelés
Mountford nyomán



az ideális talaj összetevői a kördiagramm szerintiek; vagyis fele-fele arányban - vagy a körül - legyen a szilárd fázis és a pórustér, az előbbi célszerűen 5 % körüli szervesanyaggal bírjon, az utóbbi pedig ismét csak fele-fele arányban tartalmazzon vizet és levegőt. Persze ez az a talaj, ami nincs is, de a logikája követendő. Vagyis az 50 %-nyi pórustér valóban ideális. Ha ez kisebb, akkor tömörödött, ha nagyobb, akkor túlságosan laza a talaj. Az 5 % humusz jellemzője egy nagyon jó és termékeny talajnak. Ha kisebb ez a szám, akkor soványabb a talaj, nagyobb érték esetén azonban más, valamilyen televény, tőzeg, vagy más, növénytermesztésre alkalmatlan talajjal szembesülünk. A legmegszívlelendőbb mégis a víz-levegő arány. Ha ez tágabb, akkor sáros, kenődő, szalonnásodó a talaj, ha szűkebb akkor száraz, rögződő, porosodó.

CHARLES E. KELLOGG (1957) definíciója szerint az ideális talaj a következő: „A gazda szántóföldje talaját természetes állapotú bolygatatlan, avagy már művelt talajból képezi. Mélyen művelt, a levegő a víz és a gyökérzet által könnyen átjárható gyökérszónát alakítson ki és azt ápolja állapota megtartása végett. Ez majd megtartja a vizet az esős időszakok között, de egyben lehetővé teszi a felesleges vízmenyiség leadását is. E talaj tápanyagszolgáltató képessége kiegyensúlyozott. Ezt a talajt a víz nem mossa el, és a szelek sem hordják szét. A föld használata attól függjön, hogy annak révén talajunk ezen ideális állapotát hosszú távon megőrizzük, avagy javítsuk. A számtalan talajtípusnak megfelelően ez a földhasználat igen sokféle lehet. A gondos gazda talajművelése két célnak kell megfeleljen mindenkor: a talajművelési mód megválasztásakor elsődleges szempontja mindig az ideális talajállapot elérése legyen, másodlagos szempontja pedig annak gazdaságossága.”

A földművelés felsorolt szempontjai, definíciói és alaptörvényei persze csak kiragadott gondolatok. De mint minden emberi tevékenység, így a földművelés is valahol az emberi tudatban gyökerezik. A föld művelése, a paraszti mesterség sokszor megvetett, lenézett

tevékenység volt, és néha talán még ma is az. Pedig talán itt, ebben keresendő minden emberi kultúra, minden emberi tudás legősibb kezdete, talán alapja is.

A földművelési rendszerek kialakulásának lényege az, hogy az előzőekben vázolt optimális, vagy azt megközelítő talajállapot ne csak egy adott időpontban, az azt kialakító talajművelést követően alakuljon ki, hanem az, hogy ez az állapot minél tovább, lehetőleg a teljes növénytermesztési ciklus folyamán megmaradjon, de legalábbis minél kevesebbet romoljon. Tapasztalati úton kialakult földművelési rendszerek már az ókorban ismertek voltak. A nagy folyami kultúrákban – Mezopotámiában és Egyiptomban – a gazdálkodás alapelemeivé váltak. A talajművelési beavatkozások hatékonyságát azonban e korokban a kezdetlegesebb eszközök nem mindig voltak képesek biztosítani. Az első, rendszerbe foglalt földművelési módok lényegében a római birodalomban alakultak ki, és ezt a megfelelő eszköztár, így pl. az alapelveiben ma is használt modern eke valamint a növénytermesztési ismeretek fejlődése tette lehetővé. Nem véletlen tehát, hogy Columella „De re rustica” című munkája közel két évezreden keresztül a mezőgazdaság kézikönyve volt, Magyarországon „Columella tizenkét könyve a mezei gazdaságról” címmel utoljára 1819-ben adták ki.

A földművelési rendszerek agroökológiai szemléletű modernizálására, a talaj-növény-környezet egyensúly kialakítására már a XVIII. századból láthatunk példákat. Jethro Tull csoroszlyás vetőgépe és lókapája, vagy majdan Arthur Young munkássága, így pl. a norfolki típusú vetésforgók kialakítása és azok célszerű földművelési módszereinek rendszerbe foglalása közismert. Mégis egészen a XX. század elejéig, vagyis a műszaki feltételek, így a vonóerő és a gépipar megszületéséig lényegi áttörés nem történt e területen.

Nem haszontalan, hogy akárcsak vázlatosan is, megismerkedjünk a legnevezetesebb földművelési rendszerekkel. BIRKÁS MÁRTA (1996) ezek közül ötöt emel ki. A Campbell féle „dry farming” bevezetése 1907-re datálható. Campbell behatóan tanulmányozta az aszály kocká-

zatának csökkentési lehetőségeit. Földművelési rendszere a közép-kötött-kötött talajokon mindössze egy 20 cm-es őszi szántáson alapult, amelyet egy, a művelt réteg egészét tömörítő hengerezés követett, és szükség szerint e rendszer kiegészült tárcsa használatával. Campbell maga tervezte meg a róla elnevezett speciális tömörítő hengert.

A Jean féle forgatás nélküli rendszer a franciaországi Carcassonból terjedt el. A módszer bevezetését a vidék sajátos klimatikus viszonyai, nevezetesen a nyári szárazság és a hosszú, három hónapot meghaladó növényborítás nélküli időszak motiválta. E földművelési rendszer alapját egy speciális kultivátorral végzett többször ismételt forgatás nélküli talajművelés képezte. Az eljárás célja lényegében egy talajfelszíni poros mulch kialakítása volt, amely az evaporáció csökkenését volt hivatott biztosítani.

A Baross féle száraz gazdálkodást Baross László a nevezetes Bánkúti 1201-es búzafajta nemesítője alakította ki. Ennek a gabonatermesztési rendszernek az alapját egy hengerrel lezárt nyári szántás képezte, amely ismételt tárcsázásokkal egészült ki.

A Manninger féle sekélyművelési rendszer korának egy igen előremutató technológiai vívmánya volt. Manninger G. Adolf a XX. század első felének minden bizonnyal legképzettebb mezőgazdája volt. Módszerének lényege a betakarítás és a vetés közötti időszakban a megismételt, 3-5 alkalommal tárcsával és kultivátorral végzett sekély talajművelés. E mellett természetesen a rendszer legalább 4 évenként egy alkalommal megfelelő mélységű szántást is tartalmazott.

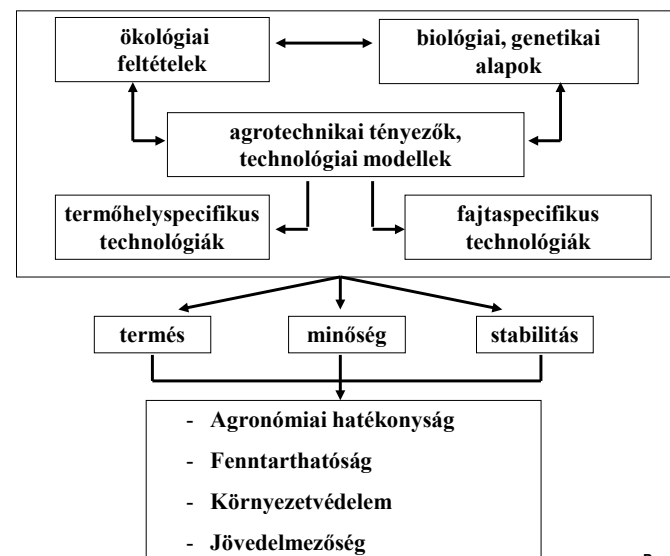
A Sipos Sándor féle 1958 és 78 között kidolgozott periodikus mélyművelési rendszer 4-5 évenkénti 35-40 cm mélységű szántáson, illetve 40-60 cm mélységű mélylazításon alapult, amelyet a köztes időszakban költségtakarékos sekélyművelési talajmunka egészített ki.

Az ezredforduló számos olyan földművelési rendszert, talajművelési eljárást hozott, amelyek célja általában igyekezett két szempontnak megfelelni; az ökonómiai és az ökológiai elvárásoknak (BIRKÁS, 2008). Sok esetben a kettő egyszerre nem volt megvalósítható, illetve

csak kompromisszumok árán. Csak néhány példa az újabb rendszerekre, címszavakban; „minimum tillage”, „conservation tillage”, „slot planting”, „strip tillage” vagy maga a „no tillage” műveletek, illetve az ezeken keresztül megvalósuló „extenzív”, „low input”, „mid-tech” és „intenzív” rendszerek. E módszerek, illetve rendszerek közös tulajdonsága, hogy igyekeznek a növénytermesztési technológiához kapcsolódó talajművelési feladatokat a lehető legkisebb beavatkozással és menetszámmal megoldani annak érdekében, hogy a földművelési technológia a legköltségtakarékosabb legyen, és egyúttal a természetes környezetet a legkisebb mértékben terhelje. Lényegi eleme a földművelési rendszereknek a talajjavítás, illetve az ahhoz szorosan kapcsolódó remediáció. ANTAL ET AL. (2010) a karcagi iskola eredményeiről számolnak be a környezetszennyezés talajra és növényre gyakorolt hatásának mérséklési lehetőségei terén.

A modern földművelési rendszerek, nevükhöz méltó módon rendszerszemléletűek kell legyenek. PEPÓ PÉTER (2003) interpretálásában az alábbi séma szerint lehet összefoglalni a fejlesztés lehetőségeit.

A növénytermesztési rendszerek fejlesztési lehetőségei



A séma kiváló, azonban az összefüggések értelmezéséhez nem hasznoltam, ha áttekintjük a talaj funkcióinak alakulását. Várallyay megfogalmazásában a talaj funkciói az alábbiak:

- Magyarország legfontosabb feltételelesen megújuló természeti erőforrása;
- a többi erőforrás integrátora, transzformátora, reaktora (élettér, termőhely);
- a primer biomassza-termelés (élelmiszer, takarmány, ipari nyersanyag, energiaforrás, fűtőanyag stb.) alapvető közege;
- hő-, víz-, növényi tápanyagok raktározója;
- a talajt érő stresszhatások puffer közege;
- nagy kapacitású szűrő és detoxikáló rendszer;
- a bioszféra fontos gén-rezervoárja, a biodiverzitás nélkülözhetetlen eleme;
- történelmi örökségek hordozója.

Lényegében a talajfunkciók, a talajtulajdonságok, a talajfolyamatok és a talajképződés egy folyamatos, dinamikus rendszert képeznek. E rendszer befolyásolásának kritikus pontja a talajfolyamatok szabályozása. Bármilyen is legyen a földművelési rendszer, ezek mindegyik elemét figyelembe kell venni, másképpen az egész sérülhet, - sőt visszafordíthatatlan folyamatok indulhatnak meg benne.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Jelen dolgozat a Debreceni Egyetem Karcagi Kutatóintézetének Blaskó Lajos professzor úr 70. születésnapja alkalmából rendezett konferenciájára készített összeállítás, amellyel a szerzők munkássága és életműve előtt kívánnak tisztelegni.

A szerzők köszönetet mondanak az AGRÁRKLÍMA.2 VKSZ_12-1-2013-0034 projekt és a 11476-3/2016/FEKUT Kutató Kari Kiválósági program, valamint az NVKP_16-1-2016-001 projektek támogatásáért.

IRODALOMJEGYZÉK

- ANTAL K. – BUDAI J. – BLASKÓ L. 2010. Effect of sheep manure compost and liming on a heavy metal polluted soil and crop. Növénytermelés. 59. Suppl. 25-29 pp.
- BIRKÁS M. /Ed./ 1996. Földművelés és földhasználat – Soil management and land use. Jegyzet. GATE, Gödöllő.
- BIRKÁS M. /Ed./ 2001. Talajművelés a fenntartható gazdálkodásban. Akaprint, Budapest.
- BIRKÁS M. /Ed./ 2008. Environmentally-sound adaptable tillage. Akadémiai Kiadó, Budapest. pp. 297-340.
- GRABNER E. 1942. Növénytermesztés. Pátria Könyvkiadó, Budapest.
- KELLOGG, C.E. 1957. We seek, we learn. In: Soil. Ed: Stefferud A. USDA, Washington D.C., 1-11 pp
- MOUNTFORD, A. 1977. English agriculture. Oxford University Press.
- PEPÓ P. 2003. Variety-specific nitrogen fertilization in wheat production. In: Proceedings of the 2nd Alps-Adria Scientific Workshop, Trogir. Ed: Gyuricza Cs. Akaprint, Budapest, 146-154 pp
- VÁRALLYAY GY. 1998. Talajfolyamatok szabályozásának tudományos megalapozása. MTA, Budapest.

SOIL TILLAGE AND CROP PRODUCTION

**JOLÁNKAI MÁRTON¹, TARNAWA ÁKOS¹,
SZENTPÉTERY ZSOLT², KASSAI M. KATALIN¹**

¹ Szent István University, Crop Production Institute
2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

E-mail: jolankai.marton@mkk.szie.hu

² Szent István University, Institute of Management
and System Engineering
2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

Soil tillage has always been a determining factor regarding specific requirement and profitability of crop production. The present contribution is providing a brief overview on the relationship between crop production and soil tillage, introducing the development of land use systems from the historical roots to the complex agronomic technologies of the recent period.

The farmer makes his arable soil from a natural soil or old arable soil. He develops and maintains a deep rooting zone, easily penetrated by air, water, and roots. It holds water between rains, but allows the excess to pass through it. It has a balanced supply of nutrients. It neither washes away during rains nor blows away with high winds. The combination of practices to use depends on what is necessary to develop and maintain a soil as nearly as possible to the ideal on a sustained long-time basis. Successful farmers choose the practices for their fields according to two primary considerations: the practices that should come near the ideal, and how will the costs and returns fit into the farm budget.

TALAJTANI ÉS NÖVÉNYTERMESZTÉSI KUTATÁSOK TARTAMKÍSÉRLETEKBEN

KÁTAI JÁNOS¹, PEPÓ PÉTER², SÁRVÁRI MIHÁLY²

¹ Debreceni Egyetem MÉK Agrokémiai és Talajtani Intézet
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

² Debreceni Egyetem, MÉK Növénytudományi Intézet
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.
E-mail: pepoper@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A tartamkísérletek olyan interdiszciplináris kutatási lehetőséget biztosítanak, amelyek unikális jellegűek mind a növénytermesztésben, mind a növénytermesztéshez kapcsolódó társdiszciplinák (talajtan, agrometeorológia, növénytan, növényélettan, növényvédelem stb.) esetében. Eltérő ökológiai feltételek (Látókép – csernozjom talaj, Hajdúböszörmény – réti talaj) mellett évtizedek óta vizsgáljuk a legfontosabb szántóföldi növények, így a kukorica különböző agrotechnikai elemekre adott reakcióját, valamint az agrotechnikai tényezők talajra gyakorolt hatását. A tartamkísérleti eredményeink azt bizonyították, hogy a talajtulajdonságok alapvetően meghatározzák a kukorica realizált termésszintjét, valamint a kukorica agrotechnikai tényezőkre adott terméstöbbletét. A csernozjom talajon magasabb termésszint érhető el, mint réti talajon, ugyanakkor a terméstöbbletek mérsékeltebbek. Tartamkísérleteink eredményei alapján megállapítható, hogy rendkívül szoros összefüggés van a víz- és tápanyagellátás között. Optimális tápanyagellátással a kukorica WUE vízhasznosítási értékei jelentősen javíthatók. A talajtani vizsgálatok eredményei szerint a műtrágyázás hatására jelentősen változott a csernozjom talaj AL-oldható P_2O_5 és AL-oldható K_2O tartalma. Ugyancsak változások következtek be a mo-

nokultúra és trikkultúra kukorica tartamkísérletben a csernozjom talaj nitrát tartalmában is.

Kulcsszavak: tartamkísérletek, talajtípus, termés, talaj tápanyagtartalma

BEVEZETÉS

A szántóföldi növénytermesztésben az ökológiai, a biológiai és agrotechnikai tényezők bonyolult kölcsönhatást gyakorolnak a termesztett növény termésmennyiségére, termésbiztonságára, a növényállományok különböző paramétereire. Ezeknek a tényezőknek a hosszú távú hatásai leghatékonyabban tartamkísérletekben tanulmányozhatók. A világ legrégebbi tartamkísérleteit 130-150 évvel ezelőtt létesítették (ROTHAMSTED 1843, GRIGNON 1875, ILLINOIS 1876, HALLE 1878 stb.). A tartamkísérletek értékes eredményeket szolgáltatnak részben az agrotechnikai tényezők adott növény termésére gyakorolt hatásairól, a talaj tulajdonságainak változásáról, valamint a környezeti tényezők (éghajlat) hatásáról és a környezetvédelmi összefüggésekről (JOHNSTON 1997, KÖRSCHENS 2006, HEJCMAN és KUNZOVÁ 2010).

A kukoricatermesztés egyik legfontosabb termést meghatározó tényezője a szakszerű, a környezeti, agrotechnikai feltételeket figyelembe vevő tápanyagviszaporítás, trágyázás. Számos hazai és külföldi kutatási eredmény bizonyítja, hogy a kukorica tápanyagigényes növény, a talaj természetes tápanyagkészletét jól hasznosítja, de igényli és meghálálja a szakszerű trágyázást is (GYÖRFFY 1966, DEBRECZENI és DEBRECZENINÉ 1983, MENYHÉRT 1985, RUZSÁNYI 1992, BERZSENYI 1993, SÁRVÁRI 1995a, PEPÓ et al., 2000, PEPÓ 2001). A kukorica a harmonikus tápanyag-viszaporítást (NPK, mezo- és mikroelemek) igényli, azonban döntő hatású a nitrogén (BOCZ 1974).

Viszonylag kevés azoknak a szántóföldi növényeknek a köre, amelyek monokultúrában, ill. részleges monokultúrában termeszthetők. SÁRVÁRI (1995c) szerint a kukorica részleges monokultúrák termesztése lehetséges, mely esetben jó alkalmazkodó képességű hibriddel, a

tőszám 5-10 ezer ha⁻¹ csökkentésével, öntözés alkalmazásával lehet a termesztés kockázatát mérsékelni. A részleges monokultúrák termesztés lehetőségét is jelentősen korlátozza az elmúlt években erőteljesen terjedő és károsító amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera*).

A monokultúra kedvezőtlen hatása a termés csökkenés mellett abban is megnyilvánul, hogy nagyobb műtrágya adagok kijuttatása válik indokolttá (SÁRVÁRI és GYŐRI 1982, SÁRVÁRI 1995c, SÁRVÁRI és SZABÓ 1998).

Igen fontos termést befolyásoló agrotechnikai tényező a tőszám helyes megválasztása a kukoricatermesztésben (SÁRVÁRI 1995b). SÁRVÁRI és SZABÓ (1998), SÁRVÁRI et al., (2002) vizsgálatai szerint a tőszám megválasztásánál a hibrid speciális tőszám reakcióján túl a termőhelyi adottságokat, az évjáráthatást, valamint a víz- és tápanyagellátás közötti interakciókat szükséges figyelembe venni.

A tartamkísérletek kiváló lehetőséget nyújtanak a talajtulajdonságok változásainak meghatározására.

KÁDÁR (2003) megállapította, hogy 30 éves műtrágyázás hatására, a szántott rétegben, a felvehető foszfor- és kálium elemtartalom a nagyhörcsöki mészlepedékes csernozjom talajon számottevően megnövekedett. A feltalaj foszforkészlete közel hétszeresére növekedett, amíg a kálium tartalom, több mint megkétszereződött a kontroll talaj káliumtartamához viszonyítva.

A görbeházi tartamkísérletben, műtrágyázás hatására kismértékben változott a feltalajban a nitrát-tartalom (SÁRVÁRI, 2003). Az intenzív foszfortrágyázás hatására a 7 és 8-szorosára növekedett a felvehető foszfortartalom. A talajok káliumtartalmának növekedése az agyagásványok kálium fixálása miatt szintén kisebb mértékűnek bizonyult.

A műtrágyázás hatására ugyanebben a görbeházi kísérletben (a kísérlet 42-44. évében) a nitrát-tartalma a feltalajban a kontroll értékének 3-4-szerese volt (KÁTAI, 2015). Intenzív foszfortrágyázás hatására a 2,5 és 5-szörösére növekedett a tartamkísérletben. A talajok kálium-

tartalmának növekedése az agyagásványok kálium fixálása miatt, - a kezelésektől függően - közel 10-30%-kal emelkedett.

A karcagi réti csernozjom talajon beállított tartamkísérletben nagy dózisú műtrágyázás közel 3-szorosára növelte a talajok felvehető foszfortartalmát és 1,5-szeresére az AL-oldható káliumtartalmát (BLASKÓ és ZSIGRAI, 2003).

A hazai talajtani és növénytermesztési kutatások, a talaj – növény – produkció –minőség, valamint a fenntartható fejleszthető technológiák csak tartamkísérletekben számszerűsíthetők. A magyarországi tartamkísérletek nemzeti kincsnek számítanak.

A természetlag növekedésében meghatározó szerepe volt a korszerű biológiai alapok (kukorica hibridek) megjelenésének, a műszaki-technikai háttér fejlődésének, a kemikália felhasználás növekedésének és a nagyobb szakértelemnek (BOCZ, 1976; DEBRECZENI, 1987).

A kukoricatermesztés egyik alapvető feltétele, hogy a biológiai alapokat helyesen válasszuk meg (PEPÓ és PEPÓ, 1993).

BLASKÓ (1983) megállapította, hogy réti talajon tartós műtrágyázás hatására a talaj Ca és Mg tartalma jelentősen változik, de a talaj mikrobiológiai változás nyomon követhető KÁTAI, 1999).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A tartamkísérletek beállítása 1983. évben történt mészeledékes csernozjom talajon. A tartamkísérletek Debrecentől 15 km-re, a Hajdúságban található (É szélesség 47° 33', K hosszúság 21° 27'). A kísérletek beállításakor végzett kiindulási talajvizsgálati eredmények azt bizonyították, hogy a csernozjom talaj fizikai és kémiai tulajdonságai, valamint vízgazdálkodási paraméterei rendkívül kedvezőek.

A kísérleti terület művelt rétegének a humusztartalma 2,6-2,8%, a talaj pH_{KCl} = 6,36-6,58, azaz csak enyhén savanyú. A talaj kedvező N-szolgáltató képességű, az AL - oldható P₂O₅ tartalma közepes (133 mg/kg), az AL-oldható K₂O tartalma pedig jó (240 mg/kg). A csernozjom talaj tápanyag-ellátottsága (N, P₂O₅, K₂O) jelentősen változott az

elmúlt évtizedek alatt a tartamkísérletekben alkalmazott agrotechnikai elemek (trágyázás, öntözés, vetésváltás) hatására. A kísérlet talaja kedvező talajfizikai tulajdonságokkal (középkötött, vályog típus) jellemezhető. A talaj vízgazdálkodási tulajdonságai kedvező vízbefogadó és jelentős víztartó képességet bizonyítanak. A tartamkísérletben termesztett növények vízellátása szempontjából mértékadó talajszelvényben (0-2 m) a talaj mintegy 580-600 mm vizet képes megtartani, tárolni, amelynek kb. 50%-a a diszponibilis víz mennyisége. A kísérleti területen a talajvíz átlagos mélysége 3-5 m, amely miatt a növények vízellátásában csak mérsékelt szerepet játszik.

A tartamkísérletben a növényfajok termésmennyisége szempontjából legfontosabb agrotechnikai elemek vizsgálatát végezzük, melyek a következők:

Polifaktoriális tartamkísérlet (LTE 1)

- vetésváltás

monokultúra: kukorica

bikultúra: kukorica – búza váltás évenként

trikultúra: borsó – búza – kukorica vetési sorrend

- trágyázás

5 tápanyagkezelés: kontroll, alapdózis N = 50 kg/ha, P₂O₅ = 35 kg/ha, K₂O = 40 kg/ha, valamint az alapdózis 2, 3, 4-szeres mennyisége

A műtrágyák közül a foszfor és kálium mennyiségének 100%-át, a nitrogénnek 50%-át ősszel juttatjuk ki. A maradék 50% nitrogént koratavasszal fejtrágyaként alkalmaztuk.

- vízellátás

Három eltérő vízellátottsági változat szerepel a tartamkísérletben.

– öntözés nélkül (Ö₁)

– féladagú öntözés (a vízhiány 50%-át pótoljuk öntözéssel) (Ö₂)

– teljes adagú öntözés (a vízhiány 100%-át pótoljuk öntözéssel) (Ö₃)

– egyéb agrotechnikai elemek

növényvédelem (búza), állománysűrűség (kukorica), vetésidő (borsó)

Szántóföldi növényfajok genotípus x tápanyag x egyéb agrotechnikai elemek közötti interaktív hatások vizsgálata (LTE 2)

- őszi búza genotípusok
- kukorica genotípusok
- napraforgó genotípusok

A kukorica kísérleti talaj típusos réti talaj Hajdúböszörményben. A kísérlet 1967-ben lett beállítva, az NPK műtrágyázás és a kukorica termése közötti összefüggésből a 2016-os eredményeket közöljük.

A tartamkísérlet talajának szerves-anyag tartalma 4,2 %, AL-oldható P_2O_5 tartalma 50-300 mg/kg, a K_2O tartalma 140-230 mg/kg a műtrágyakezelést függően.

A műtrágyakezelés kontroll (műtrágyázás nélküli); N_{80} , P_2O_5 50, K_2O 60 kg /ha és N_{160} , P_2O_5 100, K_2O 120 kg /ha hatóanyag.

A kísérleti évben (I-IX. hó) 260,2 mm-rel több csapadék hullott a 30 éves átlaghoz (445,8 mm) viszonyítva.

A kísérletben 10 eltérő genetikai hátterű és eltérő tenyészidejű hibridek szerepeltek 50-90 ezerig terjedő tőszámokon.

Az elővetemény kukorica volt, a vetésidő 2016. április 2, a betakarítás időpontja szeptember 30.

A kísérletek kiértékelése varianciaanalízissel és parabolikus regressziós analízissel történt.

A kísérleteket a KITE támogatásával végezzük.

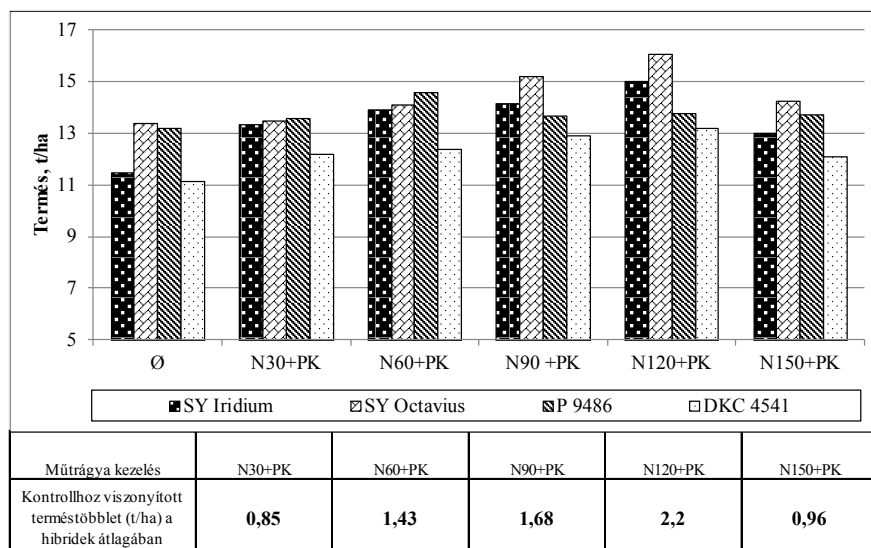
Vizsgálataink során rendszeresen meghatározzuk a talaj AL-oldható foszfor- és káliumtartalmát EGNÉR et al., (1960) szerint, valamint a nitrát nitrogén mennyiségét. FELFÖLDY (1987) módszerével. A mintavétel 1999-2000-ben, valamint 2009-2010ben tavaszi és őszi időszakban történt. Értékeljük, összehasonlítottuk a kísérlet 16 és 17. évi átlagértékeit a 26. és 27. évben kapott értékekkel. A vizsgálatokat négy ismétlésben végeztük, eredményeinket variancia-analízissel értékeltük.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A kukorica különleges helyet foglal el a gabonanövények között, mivel a legnagyobb terméspotenciállal rendelkezik a mérsékelt égövi termesztett növények között. A nagy terméspotenciál kihasználásához megfelelő ökológiai, biológiai és agrotechnikai feltételek szükségesek. Az elmúlt évtizedekben a kukorica termésátlagának növekedéséhez mind a nemesítés, mind az agrotechnika hozzájárult. A kukorica ökológiai feltételekre kifejezetten szenzibilis növényi kultúra. Időjárási szempontból a vízellátás kiemelkedő jelentőségű, különösen a kritikus fenológiai fázisokban (virágzás, termékenyülés, szemtelítődés). Különösen nagy jelentőségűek azok a tartam- és egyéb kísérletek, amelyeket eltérő termőhelyeken és talajtípusokon a Debreceni Egyetem MÉK Növénytudományi Intézetében végzünk évtizedek óta. A Látóképi Kísérleti Telepen kiváló víz- és tápanyag-gazdálkodású mészlepedékes csernozjom talajon, a Görbeházi Kísérleti Telepen pedig típusos réti talajon végezzük a kukorica kísérleteinket.

Az eltérő ökológiai feltételek esetleges negatív hatásainak méréséklésében – tartamkísérleteink eredményei szerint – fontos szerepet játszik a megfelelő, adaptív genotípus megválasztása, valamint a termőhelyhez és hibridhez igazított agrotechnika.

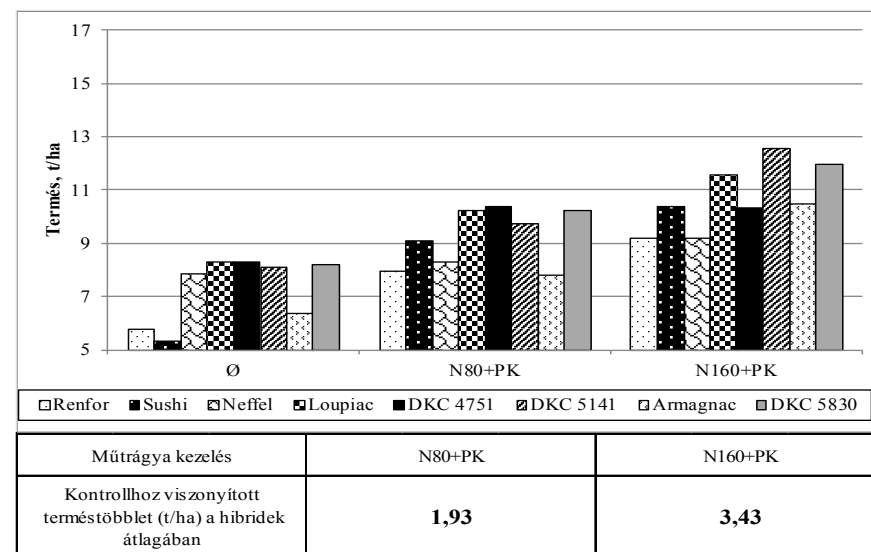
A csernozjom talaj kiváló természetes tápanyag-szolgáltatását jól bizonyítja a kontroll (1983. év óta műtrágyázás nélkül) kezelésben elért igen magas, 11,15-13,38 t/ha termésszint (1. ábra). A vizsgált kukorica hibridek termése műtrágyázás hatására 1,5-3,5 t/ha-ral nőtt genotípustól függően. A műtrágyázás hatására kapott maximális termésszint 13,21-16,06 t/ha között változott. A hibridek átlagában a műtrágyázás hatására 2,2 t/ha terméstöbbletet kaptunk. A hibridek optimális N+PK adagja $N=60-120$ kg/ha +PK között változott.



1. ábra: A trágyázás hatása a kukorica hibridek termésére tartamkísérletben (Debrecen-Látókép, csernozjom talaj, 2015)

A termőhely, elsősorban a réti talaj kedvezőtlenebb víz- és tápanyag-gazdálkodási tulajdonságait bizonyították a Görbeházi Kísérleti Telepen beállított kukorica tartamkísérletek eredményei a 2015. évben. A réti talaj korlátozottabb természetes tápanyag-szolgáltató képességét – a csernozjom talajhoz viszonyítva – a vizsgált kukorica hibridek kontroll kezelésben (műtrágyázás nélkül) elért alacsonyabb termésszintjei igazolták vissza. Míg a Látóképi Telepen, csernozjom talajon a hibridek kontroll termésszintje 11,15-13,38 t/ha volt a 2015. évben, addig a Görbeházi Telepen (2. ábra) réti talajon a kukorica hibridek kontroll termése 5,34-8,33 t/ha között változott. Bár a vizsgált hibridek különbözőek voltak a két kísérletben, de mindkettőben korszerű genotípusokat teszteltünk, melyek jelentős potenciális termőképességgel rendelkeznek. A réti talajon a kijuttatott műtrágyák hatására sokkal jelentősebb termésnövekedést tudtunk elérni. A vizsgált hibrideknél a műtrágyázás hatására kapott terméstöbblet 2,0-4,5

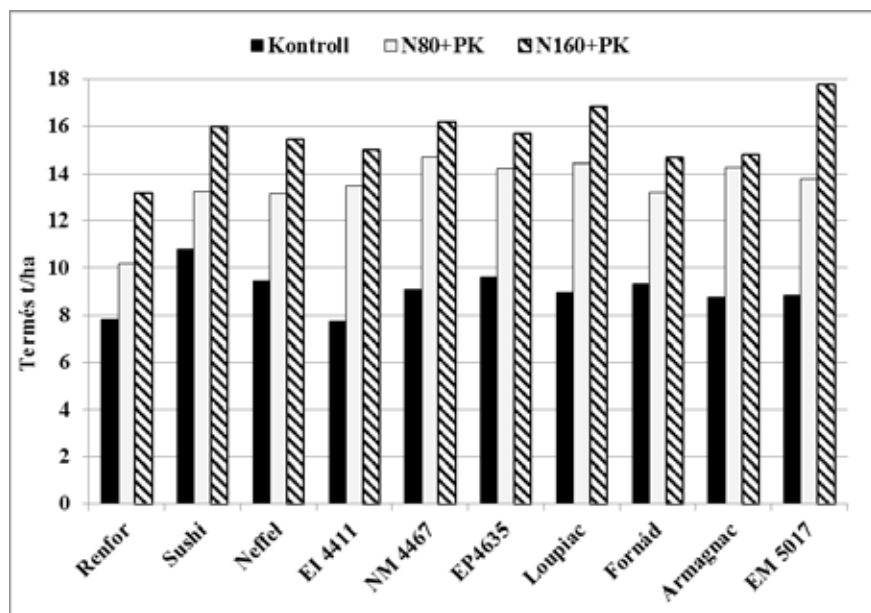
t/ha között változott. A kukorica hibridek termésmaximuma 9,21-12,59 t/ha volt réti talajon. A réti talaj relatíve mérsékeltebb tápanyagtőkét és kisebb tápanyag-szolgáltató képességét az bizonyítja, hogy a kukorica hibridek a termésmaximumukat lényegesen nagyobb trágyaadagnál ($N_{160}+PK$) tudták realizálni, mint a csernozjom talajon beállított kísérletünkben ($N_{60-120}+PK$).



2. ábra: A trágyázás hatása a kukorica hibridek termésére tartamkísérletben (Görbeháza, réti talaj, 2015)

Megállapítható, hogy a 2016-os év átlag felett csapadékos volt, kedvező eloszlással. A vizsgált 10 hibrid átlagában 17,62 t/ha-os termésátlagot értünk el. Az eredmények bizonyítják, hogy rendkívül kedvező biológiai alapokkal rendelkezünk. Nem csak a termőképességük, hanem a termésbiztonságuk is kedvező.

Kedvezően csapadékos évjáratban érvényesült a hosszabb tenészedejű hibridek potenciálisan nagyobb termőképessége.



SzD_{5%} hibrid = 0,52, műtrágyázás = 0,29, kölcsönhatás = 1,28 t/ha

3. ábra: A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek termésére a tőszámok átlagában (Görbeháza, 2016.)

A tartamkísérleti eredményeink azt bizonyították, hogy csernozjom talajon az évjárat és azon belül is elsősorban a vízellátottság alapvetően meghatározza a kukorica termésmennyiségét mindhárom vetésváltásban (1. táblázat). A legkisebb termést monokultúrában és száraz évjáratban kaptuk öntözés nélkül (5039-8182 kg/ha). Az átlagos és kedvező csapadékelátottságú évjáratban a terméseredmények 10 536-12 019 kg/ha és 11 662-12 071 kg/ha között változtak öntözés nélkül. A legnagyobb öntözéshatást száraz évjáratban kaptuk vetésváltástól függően 3341-4858 kg/ha között változott az öntözés terméstöbblete. Átlagos évjáratban minimális öntözési terméstöbbletet kaptunk (1276-1323 kg/ha) vetésváltástól függően.

1. táblázat: Évjárat, vetésváltás és öntözés hatása a kukorica termésére tartamkísérletben (Debrecen, csernozjom talaj, N_{opt} +PK, 1986-2014)

Vetésváltás Vízellátás	Termés (kg/ha)					
	Száraz évjárat 11 év (38%)		Átlagos évjárat 12 év (41%)		Csapadékos év- járat6 év (21%)	
<u>Monokultúra</u>						
nem öntözött	5039 d	4858*	10 536 d	1323*	11 662 c	-38*
öntözött	9897 b		11 859 bc		11 624 c	
<u>Bikultúra</u>						
nem öntözött	8182 c	3341*	12 019 bc	1276*	11 723 bc	98*
öntözött	11 523 a		13 295 a		11 821 bc	
<u>Trikultúra</u>						
nem öntözött	7619 c	3466*	11 547 c	1284*	12 071 ab	197*
öntözött	11 085 ab		12 831 ab		12 268 a	

*öntözési terméstöbblet (kg/ha) a, b, c, d jelölések szignifikáns különbségeket jelentenek SzD5% szinten

A tartamkísérleti eredményeink ugyanakkor azt is egyértelműen bizonyították, hogy mindhárom vetésváltásban (monokultúra, bikultúra, trikultúra) optimális tápanyagellátással a kukorica vízhasznosítása lényegesen kedvezőbbé vált a tápanyaghiányos kontroll kezeléshez képest. Száras évjáratban a kontroll tápanyagkezelésben a WUE értékek 9,5-23,7 kg/1 mm között változtak, míg átlagos vízellátottságú évjáratban 20,8-30,6 kg/1 mm WUE értékeket kaptunk (2. táblázat). Ehhez képest az N_{opt} +PK kezelésekben a kukorica vízhasznosítása jelentős javulást mutatott, ami azt jelenti, hogy száraz évjáratban a WUE értékek 15,2-28,2 kg/1 mm, átlagos évjáratban pedig 35,8-40,4 kg/1

mm között változtak (2. táblázat). Ezek a vizsgálati eredmények azt bizonyították, hogy igen szoros interaktív hatás mutatható ki a tápanyag és vízellátás vonatkozásában a kukoricatermesztésben.

2. táblázat: A kukorica vízhasznosítása (WUE = Water use efficiency) különböző évjáratban (Debrecen, csernozjom talaj, nem öntözött)

Vetésváltás	Műtrágyázás	Száraz évjárat	Átlagos évjárat
		termés kg/1 mm csapadék a vegetációs periódusban	
Monokultúra	Kontroll	9,5 d	20,8 d
	N _{opt} +PK	15,2 c	39,1 a
Bikultúra	Kontroll	22,1 b	28,4 c
	N _{opt} +PK	27,2 ab	35,8 ab
Trikultúra	Kontroll	23,7 ab	30,6 bc
	N _{opt} +PK	28,2 a	40,4 a

a, b, c, d betűk szignifikáns különbségeket jelentenek SzD_{5%} szinten

Kukorica monokultúrában a műtrágyázás hatására a talajok foszfortartalma (3. táblázat) növekedett, mind öntözetlen, mind öntözött körülmények között. Az azonos öntözetlen kezelések között nem találtunk lényeges különbséget. Az öntözött kezelések esetében, kezelésenként és a kezelésektől függően 10-40 mg/kg növekedést is tapasztaltunk.

A tíz éves műtrágya hatás a talajok káliumtartalmát az öntözetlen kezelésekben 40-60 mg/kg-mal, az öntözött kezelésekben pedig 100-115 mg/kg-mal emelte.

A rendszeres műtrágyázás hatására négy-ötszörösére növekedett a talajok nitrát-tartalma a monokultúra, öntözetlen kontrolljához viszonyítva. A talajok nitrát-tartalma, az azonos kezelésekben 1,5-2 szeresére növekedett a két mérési időpont között. Az esetek többségében az öntözött dózisok hatására nagyobb nitrát-tartalmat határoztunk meg.

3. táblázat: A kukorica monokultúra kezelések ásványi tápanyagtartalmának változása a 1999-2000 és 2009-2010 között (Debrecen-Látókép) (KÁTAI, 2006 ÉS KÁTAI ET AL., 2014)

Kezelések sorszáma, kezelések/paraméterek		1999-2000			2009-2010		
		AL-P ₂ O ₅ mg/kg	AL-K ₂ O mg/kg	NO ₃ mg/kg	AL-P ₂ O ₅ mg/kg	AL-K ₂ O mg/kg	NO ₃ mg/kg
öntözetlen kezelések							
1.	Kontroll	48,6	222,0	7,4	60,5	280,0	13,9
2.	N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	*85,6	*241,0	7,8	85,5	288,3	21,3
3.	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	*148,3	*277,0	*16,2	*112,8	*306,5	18,0
4.	N ₁₈₀ P ₁₃₅ K ₁₃₅	*181,8	*306,5	*10,4	*185,3	*348,3	*37,6
5.	N ₂₄₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	*216,2	*346,0	*16,5	*214,5	*372,0	*34,2
SzD _{5%}		14,68	15,74	7,5	43,47	20,82	16,19
öntözött kezelések							
6.	Kontroll	47,6	241,0	6,6	58,8	348,3	14,9
7.	N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	*62,3	247,0	*14,5	78,8	345,0	23,6
8.	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	*81,3	255,0	*15,0	*116,3	350,0	24,2
9.	N ₁₈₀ P ₁₃₅ K ₁₃₅	*114,9	*287,0	*31,8	*164,5	*402,5	*47,8
10.	N ₂₄₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	*140,3	*282,0	*32,8	*181,3	*394,5	23,4
SzD _{5%}		14,68	15,74	7,5	44,73	21,07	16,43

A trikultúrában (4. táblázat) az egyes kísérleti blokkon belül a kontrollhoz viszonyítva – a monokultúrához hasonlóan - három négyszeresére növekedett az AL-oldható foszfortartalom. Tíz év alatt az öntözetlen, hasonló kezelések foszfortartalma csak 10-15 mg/kg-mal növekedett, amíg öntözés melletti műtrágya kezelések a dózisok emelkedésével nagyobb mértékben növelték azt.

A trikultúrában az öntözetlen és az öntözött kezelésekben egyaránt 100-130 mg/kg-mal nőtt a káliumtartalom.

Az öntözetlen kezelések nitrát-tartalma 2-5-szörösére emelkedett. Az öntözött kezelések nitrát értékei 2000-ben is lényegesen nagyobb-

bak voltak, mint az öntözetlen kezeléseké. Az öntözetlen és öntözött kezelések talajaiban hasonló mennyiségű nitrátot határoztunk meg.

4. táblázat A kukorica trikultúra kezelések ásványi tápanyagtartalmának változása a 1999-2000 és 2009-2010 között (Debrecen-Látókép) (KÁTAI, 2006 ÉS KÁTAI ET AL., 2014.)

Kezelések sorszáma, kezelések/paraméterek		1999-2000			2009-2010		
		AL-P ₂ O ₅ mg/kg	AL-K ₂ O mg/kg	NO ₃ mg/kg	AL-P ₂ O ₅ mg/kg	AL-K ₂ O mg/kg	NO ₃ mg/kg
öntözetlen kezelések							
11.	kontroll	39,4	156,0	4,1	50,3	257,5	20,3
12.	N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	*59,6	156,0	10,6	76,3	*291,3	25,2
13.	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	*107,0	174,0	7,0	95,5	*286,5	*35,6
14.	N ₁₈₀ P ₁₃₅ K ₁₃₅	*148,5	*193,0	*12,8	*157,8	*318,3	*46,6
15.	N ₂₄₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	*165,1	*210,0	*11,8	*178,0	*347,8	*44,2
SzD _{5%}		14,68	15,74	7,5	52,38	21,07	10,94
öntözött kezelések							
16.	kontroll	36,2	187,0	8,4	44,3	269,5	18,5
17.	N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	*51,1	197,0	*22,0	65,5	282,8	26,4
18.	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	*86,3	*212,0	*47,0	*104,8	*308,3	33,8
19.	N ₁₈₀ P ₁₃₅ K ₁₃₅	*119,8	*250,5	*48,0	*159,3	*355,8	*60,9
20.	N ₂₄₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	*122,4	*231,5	*46,0	*146,3	*351,0	*62,6
SzD _{5%}		14,68	15,74	7,5	54,81	19,72	15,63

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az NPK műtrágyázás mellett kiemelkedő jelentősége van a vízellátottságnak. A klímaváltozás miatti időjárási szélsőségek indokolják a hazai öntözés fejlesztését.

A korszerű, harmonikus NPK tápanyagellátásnak a talaj tápanyagtartalma és az adott kukorica hibrid igényéhez kell igazodni, a két tényezőt összhangba kell hozni.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

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

IRODALOMJEGYZÉK

- BERZSENYI, Z., 1993. Az N-műtrágyázás és az évjárat hatása kukorica hibridek (*Zea mays* L.) szemtermésére és N-műtrágyareakciójára tartamkísérletekben az 1970-1991 években. Növénytermelés, 42, 11: 49-63.
- BLASKÓ, L., 1983. Réti talaj AL-oldható Ca és Mg tartalmának változása tartós műtrágyázás hatására. Növénytermelés 32 (4) 539-547.
- BLASKÓ, L., ZSIGRAI Gy., 2003. A műtrágyázás és meszállapot összefüggései réti csernozjom talajon (Karcag). In: Műtrágyázás, talaj-savanyodás és a meszezés összefüggései az OMTK kísérlethálózat talajain. 2. kiadás. (Szerk. Blaskó L. és Zsigrai Gy.) Karcag-Keszthely. 107-136. p.
- BOCZ, E., 1974. A szántóföldi növények hazai trágyázásának irányelvei. Egyetemi jegyzet, Debrecen, ATE 65-67.
- BOCZ, E., 1976. Trágyázási útmutató. Mezőgazdasági kiadó, Budapest. 120-132.
- DEBRCEZENI B., 1987. A magyar mezőgazdaság NPK mérlege. Nemzetközi Mezőgazdasági Szemle (2-3) 150-153.
- DEBRECZENI, B., DEBRECZENI, B.-né, 1983. A tápanyag- és vízellátás kapcsolata. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

- EGNÉR, H., RIEHM, H., DOMINGO, W.R., 1960. Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. K. Landw. Hochschule. Ann. 26. pp. 199-215.
- FELFÖLDY, L., 1987. Biological Water Qualification. (In Hungarian) 4th ed. Vízügyi Hidrológia. Vízgazdálkodási Intézet Budapest. Vol. 16. pp. 172-174.
- GYÓRFFY, B., 1966. Különböző termesztési tényezők hatása a kukorica termésére. Komplex I. In: Kukoricatermesztési kísérletek 1961-1964. (Szerk.: I'so I.). Akadémiai Kiadó, Budapest, 67-74.
- HEJCMAN, M., KUNZOVÁ, E., 2010. Sustainability of winter wheat production on sandy-loamy Cambisol in the Czech Republic: Results from a long-term fertilizer and crop rotation experiment. Field Crops Research, 115. 191-199.
- JOHNSTON, E. A., 1997. The value of long-term experiments in agricultural, ecological and environmental research. Advances in Agronomy, 59. 291-333.
- KÁDÁR, I., 2003. A műtrágyázás hatása a talaj termékenységére mészlepedékes csernozjom talajon (Nagyhörcsök). In: Műtrágyázás, talajsavanyodás és a meszezés összefüggései az OMTK kísérlethálózat talajain. 2. kiadás. (Szerk. Blaskó L. és Zsigrai Gy.) Karcag-Keszthely. 55-68. p.
- KÁTAI, J., 1999. Talajbiológiai jellemzők változása trágyázási tartamkísérletben. Agrokémia és Talajtan 48 (3-4) 348-358.
- KÁTAI, J., 2006. Changes in soil microbiological properties in long-term fertilization experiments. (In Hungarian) Agrokémia és Talajtan. Vol. 48, No 3-4, pp. 348-358.
- KÁTAI, J., 2015. Effect of extreme precipitation on nutrient content and microbiological processes in soil. Növénytermelés. Vol. 64. Suppl. 2/2015. The impact of climate change on agriculture. 91-100.p.
- KÖRSCHENS, M., 2006. The importance of long-term field experi-

- ments for soil science and environmental research – a review. Plant Soil Environ., 52. (Special Issue): 1-8.
- MENYHÉRT, Z., 1985. Kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- PEPÓ PÁ., PEPÓ PÉ., 1993. Biological background of sustainable (Zea mays L.) production. Landscape and Urban Planning. 27. 179-184.
- PEPÓ, P., 2001. A genotípus és a vetésváltás szerepe a kukorica tápanyagellátásában csernozjom talajon. Növénytermelés, 50. 2-3: 189-202.
- PEPÓ, P., RUZSÁNYI, L., KISS, I-né., 2000. A kukorica hibridspecifikus trágyázása. Gyakorlati Agrofórum, 11, 3: 51-52.
- RUZSÁNYI, L., 1992. A főbb növénytermesztési tényezők és a vízellátás kölcsönhatásai. Akadémiai doktori értekezés tézisei, Debrecen.
- SÁRVÁRI, M., GYŐRI, Z., 1982. A monokultúrában és vetésváltásban termesztett kukorica. Növénytermelés, 31: 177-185.
- SÁRVÁRI, M., 1995a. A kukoricahibridek termőképessége és trágyareakciója réti talajon. Növénytermelés, 44. 2: 179-191.
- SÁRVÁRI, M., 1995b. A tőszám szerepe a fajtaspecifikus kukorica-termesztési technológiában. Növénytermelés, 44. 3: 261-270.
- SÁRVÁRI, M., 1995c. Monokultúrás termesztés hatása a kukorica termésére réti talajon, műtrágyázási tartamkísérletekben. Növénytermelés, 44. 4: 359-374.
- SÁRVÁRI, M., SZABÓ, P., 1998. A termesztési tényezők hatása a kukorica termésére. Növénytermelés, 47. 2: 213-221.
- 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., 2003. A műtrágyázás és mészállapot összefüggései réti csernozjom talajon (Hajdúböszörmény). In: Műtrágyázás, talajsavanyodás és a meszezés összefüggései az OMTK kísérlethálózat talajain. 2. kiadás. (Szerk. Blaskó L. és Zsigrai Gy.) Karcag-Keszthely. 77-96.

FIZIKAI TALAJFÉLESÉGEK DEFLÁCIÓÉRZÉKENYSÉGE JÁSZ- NAGYKUN-SZOLNOK MEGYÉBEN – SZÉLCSATORNA MÉRÉSEK ALAPJÁN

LÓKI JÓZSEF¹, NÉGYESI GÁBOR²

¹ Debreceni Egyetem, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék,
4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

E-mail: loki.jozsef@science.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Jász-Nagykun-Szolnok megye fizikai talajtípusain vizsgáltuk azok defláció érzékenységét. A 19 helyről begyűjtött talajt először szedimentológiai laboratóriumban elemeztük, majd szélcsatorna kísérletekkel meghatároztuk a kritikus indító sebességüket és az erodálhatóságuk mértékét. A vizsgálati eredmények alapján a megye talajait három deflációérzékenységi kategóriába soroltuk. Az erősen veszélyeztetett homokos talajú területek csak kisebb foltokban fordulnak elő. Ezeknek a területeknek a felszínét már a 6,5 –7 m/s sebességű szelek is mozgásba hozzák. A kevésbé, vagy gyengén veszélyeztetett agyagos talajú területek is kisebb kiterjedésűek. A megye felszínének jelentős része a deflációtól közepesen veszélyeztetett kategóriába tartozik. Ezeken a területeken a 9,5 m/s-nál erősebb szelek jelentenek deflációs veszélyt elsősorban a tavaszi hónapokban.

BEVEZETÉS

A szélerózió törvényszerűségeinek vizsgálatával már több mint fél évszázada foglalkoznak a kutatók. Nemzetközi viszonylatban ki kell emelnünk R. A. Bagnold nevét, aki a szélcsatornában végzett kísérleteivel a

széleróziós kutatásokat több vonatkozásban teljesen új irányba terelte. A mérési eredményeit, illetve a következtetéseit bemutató, 1941-ben megjelent tanulmányára (BAGNOLD, 1941) még napjainkban is rendszeresen hivatkoznak a kutatók. Az általa elért eredményeket azóta többen (CHEPIL, 1945; Williams, 1964, stb.) kiegészítették, illetve pontosították.

Magyarországon az eolikus erózió kutatása a futóhomok területek formáinak tanulmányozásával kezdődött (CHOLNOKY, 1910; KÁDÁR, 1956; BORSY, 1965; MAROSI, 1967; LÓKI, 1981). A szélerózió törvényszerűségeinek vizsgálata területén először BODOLAY I.-né (1965), majd BORSY (1974), LÓKI (2003), SZATMÁRI (2000), NÉGYESI (2010) értek el jelentős eredményeket. A kutatások eredményességét jelentősen növelték a szélcsatorna kísérletek és a terepi mérések.

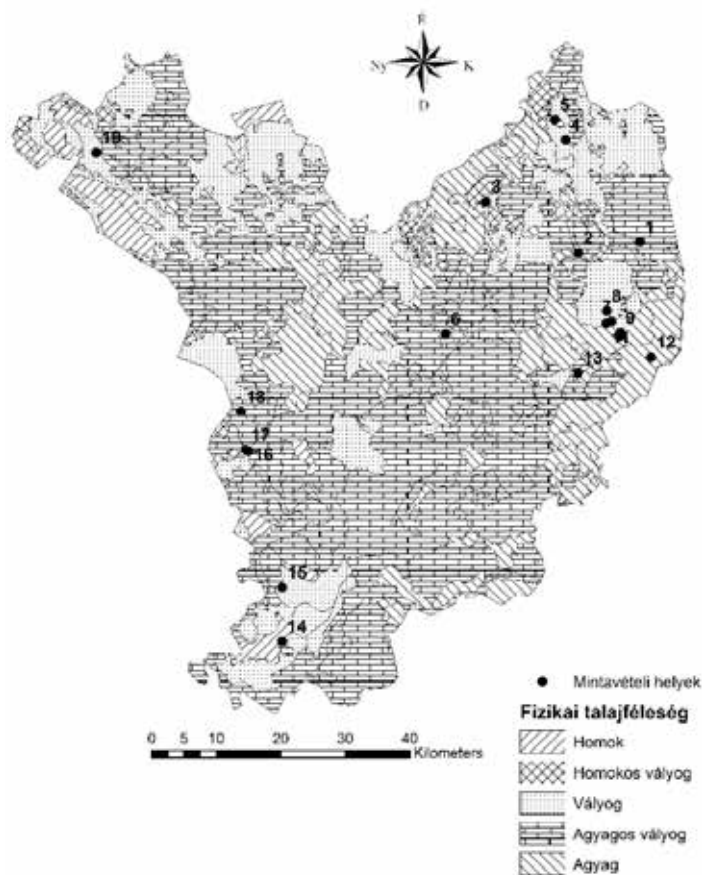
Az eddigi kutatási eredmények alapján megállapítható, hogy a szélerózió nemcsak a futóhomok területeken, hanem a kötöttebb talajokon is érezteti hatását. A globális klímaváltozás hatására az időjárás szélsőségesé vált. A rövid idő alatt lehullott nagy mennyiségű csapadékot követően hosszabb aszályosabb időszak következett, amikor az Alföldön megemelkedtek a deflációs károk. A megfelelő védekezési eljárások kidolgozásához a talajok defláció érzékenységének az ismerete nélkülözhetetlen, ezért a nyolcvanas évek közepétől elkezdtük a különböző fizikai talajféleségek deflációérzékenységének a vizsgálatát. Ebben a témakörben eredményes együttműködésünk volt (LÓKI – SZABÓ 1997, 1998; LÓKI 2000) a DATE Karcagi Kutató Intézetével és a GATE Vízgazdálkodási Tanszékével is.

Ebben a tanulmányban a Jász-Nagykun-Szolnok megye talajainak széleróziós érzékenységét értékeljük.

ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

A jelenlegi éghajlati körülmények között hazánkban a szélerózió csak antropogén hatásra (szántás, tárcsázás, stb.), elsősorban a tavaszi hónapokban jelentkezik. Ezért a terepen, egyrészt a szedimentológiai,

másrészt az erodálhatósági vizsgálatokhoz a különböző talajtípusokból mindig a felső szántott rétegből (0–20 cm) gyűjtöttünk mintát (1. ábra).



1. ábra: A megye talajtérképe a mintavételi helyekkel
(Az AGROTOPO 1:100000-es térkép részlete)

Az erodálhatósági vizsgálatokat a Debreceni Egyetem szélcsatornájában (2. ábra) végeztük. A szélcsatornát, a megépítése (1970) óta a mérési eredmények pontosabbá tétele érdekében kétszer átépítettük. A csatornában a mostani keresztmetszetnél 10 cm magasságban

15 m/s áramlási sebesség érhető el. Ez a természetben 1 m magasságban mintegy 16–17 m/s szélsébségnek felel meg. A sebesség 0.1 m/s pontossággal változtatható. Szűkítő alkalmazásával a sebességet akár 24-27 m/s-ra is lehet fokozni. Ennél az értéknél a szél a támadható, növényzettől kielégítően nem védett felszíneken már rendkívül erős talajlehordást végezhet.



2. ábra: A Debreceni Egyetem szélcsatornája

A szélcsatorna kísérleteket megelőzően elvégeztük a talajok szedimentológiai vizsgálatát. A széleróziós vizsgálatoknál nagyon fontos a talajminták szemcseösszetételének, mészs- és humusztartalmának az ismerete. A szemcsemérettől jelentősen függ a talajok kritikus indító sebessége és a defláció mértéke. A talajok mészs- és humusztartalma a szemcsék összetapadása, aggregátumok képződése miatt fontos. A humusztartalomtól függ a nedvességtartó képesség, és a növényzet fejlődésében is szerepet játszik.

A talajok szemcseösszetételét szitálással és iszapolással (Köhn-pipetta), mészs- és humusztartalmát Scheibler készülékkel, humusztartalmát Tyurin-módszerrel határoztuk meg.

A szélcsatorna-kísérletekhez begyűjtött eltérő nedvességtartalmú mintákat szárítószekrényben kiszárítottuk, az összeállt rögöket szétmorzsoltuk, majd 2 mm lyukátmérőjű drótszita segítségével eltávolítottuk a talajban előforduló szennyeződések (tarlómaradványok, gyomok, gyökerek, stb.), valamint a nagyobb talajrögöket.

Az így előkészített száraz talajt, 30x50 cm felületű 5 cm mélységű fémtálcákba töltöttük úgy, hogy a talajminta felszíne az edény felső peremével azonos magasságban legyen. (3. ábra). A szélcsatornába helyezett tálcák elé és mögé egy kis szögben emelkedő lejtőt helyeztünk azért, hogy a levegő ne ütközzön a tálca merőleges falába, és kiküszöböljük az ebből adódó turbulencia képződését.



3. ábra: Mintatartó edény száraz talajmintával

A kísérletsorozat első lépéseként szélprofilméréseket végeztünk, majd az egyes talajtípusok kritikus indítósebességét mértük. Az egyes mintáknál a kritikus indítósebesség meghatározásához egy fényvető segítségével kialakított 70 cm hosszú, 1 cm széles erős fénysávot használtunk. A fényt a fényvédő felső részébe beépített 1500W fényerejű halogén lámpa szolgáltatta.

Az erodálhatósági vizsgálatoknál négy sebességfokozaton mértük az elszállított anyag mennyiségét. Az így nyert adathalmazt számítógépen dolgoztuk fel. Így lehetőség nyílt az adatok közötti összefüggések megállapítására.

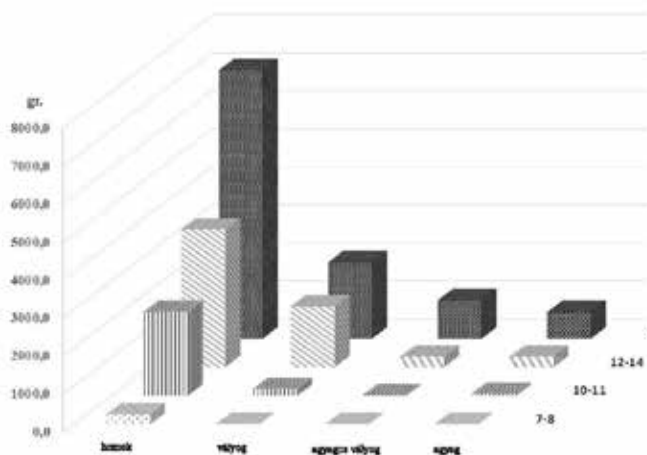
EREDMÉNYEK

A megye területéről begyűjtött 19 talajminta öt fizikai talajtípusba sorolható (1. táblázat). A szélcsatorna kísérletek eredményeit értékelve megállapíthatjuk, hogy erodálhatósági szempontból a 19 talaj három kategóriába sorolható. Az első csoportba tartoznak a potenciálisan erősen veszélyeztetett homoktalajok, amelyek kritikus indító sebessége 6,4-6,8 m/s, és a 15-16 m/s sebességű szélben az 5 perc alatt elszállított anyagmennyiség megközelítette a 7 kg-ot (4. ábra). Ez azt jelenti, hogy ezeknek a talajoknak a felszíne 2,6 cm-es mélységig áthalmozódik. Abban az esetben, ha a vetés után jelentkezik az ilyen mértékű szélerózió, akkor a gabonafélék esetén a deflációs területeken a magvak a felszínre, az akkumulációs térszíneken pedig 5–6 cm-es mélységbe kerülnek. Ezeken a szántóföldi területeken a magvak kezelése veszélyeztetett, a szélerózió jelentős termés kiesést eredményez.

1. táblázat: A szélcsatorna-kísérlet talajainak a mintavételi helyei, kritikus indítósebességeik, és az áthalmozott anyag vastagsága.

Ssz.	Mintavételi hely	Fizikai talajfésés	Kritikus indítósebesség (m/s)	Erodált anyag vastagsága (cm/5 perc)
1	Karcag-Tilalmas I.	Agyagos vályog	9,1	0,4
2	Kunmadarastól D-re	Agyagos vályog	10,1	0,3
3	Abádszalók	Homokos vályog	9,7	0,8
4	Tiszaigar I.	Homok	6,4	2,6
5	Tiszaigar II.	Vályog	10,1	0,8
6	Fegyvernek	Agyagos vályog	9,4	0,2
7	Karcag I.	Vályog	10,2	0,1
8	Karcag II.	Vályog	9,2	0,2
9	Karcagpuszta	Vályog	9,2	0,2
10	Karcag	Agyag	9,3	0,2

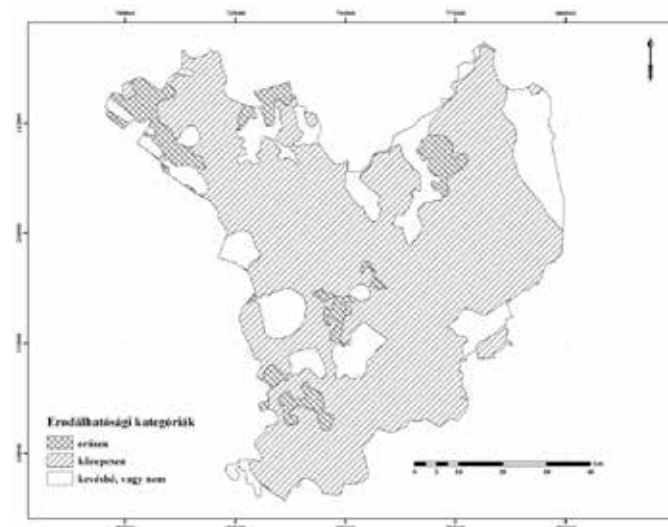
11	Karcag Kisújszállási út	Agyag	9,9	0,25
12	Karcag-Bucsa	Agyag	11,9	0,6
13	Kisújszállás	Agyag	9,5	0,1
14	Csépa I.	Homok	6,8	2,6
15	Nagyrev	Vályog	9,5	1,25
16	Tószegtől É-ra 1 km	Agyagos vályog	10,2	0,4
17	Tószegtől É-ra 1.5 km-re	Agyagos vályog	10,5	0,6
18	Szolnoktól Ny-ra 2 km-re	Agyagos vályog	9,8	0,6
19	Pusztamonostortól K-re	Vályog	10,0	0,5



3. ábra: A vizsgált fizikai talajtípusok erodálhatóságának a mértéke

Szélrózsa szempontjából erősen veszélyeztetett területek a megyében csak kisebb foltokban fordulnak elő. A közepesen veszélyeztetett területeken vályog talajok találhatók. A vályog talajok kritikus indító sebessége 9,5–10,1 m/s, a 15–16 m/s szélsősebességen szállított anyag mennyisége meghaladta a 2 kg-ot, ami 0,1–1,2 cm-es vastag-

ságú réteg áthalmozásának felel meg. A megye területének jelentős része a közepesen veszélyeztetett kategóriába sorolható. A kevésbé, vagy nem veszélyeztetett területeket agyagos talajok (agyagos vályog, agyag) borítják. A kritikus indító sebesség általában meghaladja a 10 m/s-ot, a szállított anyagmennyiség nem éri el az 1 kg-ot. Az áthalmozott réteg vastagsága 0,1–0,6 cm.



4. ábra: Jász-Nagykun-Szolnok megye potenciális szélrózsa térképe

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az elmúlt évtizedek alatt végzett kísérletek eredményei lehetőséget biztosítottak egy hazai szélrózsa információs rendszer (SZIR) kialakításához. Az újabb kísérletek eredményeivel az adatbázis tovább bővült. A rendelkezésre álló adatok alapján megállapítható, hogy a megye szélrózsa szempontból a közepesen veszélyeztetett területek közé tartozik, erősen veszélyeztetett részek csak a homokkal borított felszínen fordulnak elő. A szélrózsa elleni védekezésre a vegetációs időszak kezdetén, főként a tavaszi időszakban kell gondot fordítani.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás az PD 115803. számú OTKA pályázat támogatásával készült.

IRODALOMJEGYZÉK

- BAGNOLD, R. A. 1941. The physics of blown sand and desert dunes. London, Methuen Co. p. 265.
- BODOLAY I.-né 1965. A talajok széleróziójának folyamata és dinamikája. Agrokémia és Talajtan. 14. pp. 183-198.
- BORSY Z. 1965. Görgetettségi vizsgálatok a magyarországi futóhomokokon. Földrajzi Értesítő pp. 1-13.
- BORSY Z. 1974. A futóhomok mozgásának törvényszerűségei és a szélerózió elleni védekezés. MTA Doktori értekezés. Debrecen.
- CHEPIL, W. S. 1945. Dynamics of wind erosion. I. The nature of movement of soil by wind. Soil. Sci. 60. 305-320. 1945.
- CHOLNOKY J. 1910. Az Alföld felszíne. Földrajzi Közlemények 38. pp. 413-436.
- A magyarországi futóhomok-kutatás eredményei és vitás kérdései. Földrajzi Közlemények pp. 143-158.
- LÓKI J. 1981. Belső Somogy futóhomok területeinek kialakulása és formái. Közlemények a KLTE Földrajzi Intézetéből No. 139. pp. 81-111 Debrecen
- LÓKI J. 2003. A talajfelszíni kéreg képződése és hatása a szélerózióra. Acta Geographica Geologica et meteorologica Debrecina, Tomus XXXVI.
- MAROSI S. 1967. Megjegyzések a magyarországi futóhomokterületek genetikájához és morfológiájához Földrajzi Közlemények pp. 231-252.
- NÉGYESI G. 2010. Szélerózió-veszélyeztetettséget befolyásoló tényezők vizsgálata alföldi mintaterületeken. Phd értekezés p. 159.
- SZATMÁRI J. 2006. Geoinformatikai módszerek és folyamatmodellek alkalmazása a széleróziós vizsgálatokban. 129 p.
- WILLIAMS, G. 1964. Some aspects of the eolian saltation load Sedimentology. pp. 257-287.

COMPARISON OF SOIL-WATER RETENTION AT REGIONAL AND FIELD SCALES. CASE STUDY FROM ZAHORSKA LOWLAND IN S-E SLOVAKIA

ORFÁNUS TOMÁŠ¹, VILIAM NAGY¹

¹ Institute of Hydrology of the Slovak Academy of Sciences

Dúbravská cesta 9, 841 04 Bratislava, Slovakia

E-mail: orfanus@uh.savba.sk

ABSTRACT

The landscape regionalization in terms of its water retention capacity is nowadays one of the most important water science issues. Traditional approaches combining pedotransfer functions (PTF) and GIS to estimate the soil water retention capacity however crave for verification studies at smaller spatial scales anywhere they are used. This paper compares the regional estimation of hydrolimits (field capacity, point of limited availability, wilting point) and available water storage in Záhorská Lowland with the field-scale measurements of these characteristics for two soil textural classes, loamy sand and clay loam respectively. The parameters of soil water retention curves were derived from the data of the Comprehensive Agricultural Soil Survey digital database (KPP DB) using PTF (Rosetta model). The mean values of hydrolimits estimated by the regional PTF model fit well with mean values of directly measured hydrolimits over the whole Zahorska lowland area. Also the predicted and measured on-site values within the research field in Moravský Sv. Jan are in good agreement except[t of the wilting point in clay-loam soil, which seems to be underestimated by direct measurement in pressure chambers. Field capacity and the

point of limited availability measured in the research field nicely fall into the regionally estimated ranges of values for these hydrolimits.

INTRODUCTION

The dynamic (Hillel, 1980) or static (VEIHMEYER AND HENDRICKSON, 1931) concept can be used for hydrolimits, i.e. the threshold values of soil water content related somehow to plant physiology. In static concept, these hydrolimits are sometimes, not entirely correctly, identified with particular points on the soil water retention curve (WRC), assuming that the energetic level of soil water is unambiguously related to its physiological availability (KUTÍLEK, 1978). Regardless the concept used, the field capacity (FC) hydrolimit is suitable measure to quantify the water-holding capacity of soils in catchment- and regional-scale hydrology (ORFANUS, 2005) or for irrigation amounts quantification and scheduling (CAMPBELL AND CAMPBELL, 1982), although (in fact) has no limiting consequences regarding plants' physiology.

On the other hand, the wilting point (WP) is too definite low-threshold soil water content (SWC) value, since according its definition, most plant species wilt irreversibly if WP is reached, and such conditions, when long-term or too frequent, can overcome the ecosystem resilience capacity and activate aridisation or failure of existing agroecosystems. In terms of hydrolimits, the water storage capacity is usually defined as the water volume between FC and WP (KUTÍLEK ET NIELSEN, 1994; KUTÍLEK, 1978). This potential pool of available water is renewable, due to quasi-periodicity of the hydrological cycle. In addition to the mentioned FC and WP, the set of hydrolimits also includes the critical soil water content, indicating the limited water availability to plants (LWA). The relative evapotranspiration E_r , which is the ratio of actual and potential evapotranspiration drops under 1 usually at much higher SWCs than, is the WP. When this state is reached, the optimal conditions for plant metabolism are disrupted and plants start to experience the water stress. Such conditions are

related to the LWA point. In the cereal crops even intermittent water stress at critical stages may result in considerable yield reduction and crop failure (LUDLOW AND MUCHOW 1990, KATERJI ET AL., 2008).

Several indirect methodologies were developed to provide soil water retention parameters based on the surrogate soil data rather than on direct measurement of soil hydraulic properties. Empirical regional PTFs are usually based on the multi-linear regressions to more basic soil properties, and the outputs are expressed in terms of soil water contents retained at fixed pressure values, or as a parameters of soil WRCs (e.g. ŠÚTOR ET AL., 2001). Another type of PTF is based on artificial neural-network approach (refer e.g. PACHEPSKY ET AL., 1996; SCHAAP ET BOUTEN, 1996) incorporated within Rosetta model using USDA soil classification. This model is hierarchical, it means, it provides different PTFs according to different surrogate data available.

The aim of this study is to show the regional evaluation of the basic hydrolimits using PTF in combination with GIS and to compare them with their field-scale measured values for two markedly different soil textures.

MATERIALS AND METHODS

REGIONAL ASSESSMENT OF HYDROLIMITS USING PTF

The regional PTFs (ŠÚTOR ET AL., 2001) use percentage contents of particle-size categories according to Kopecký (see e.g. Velebný et al., 2000). These PTFs, however, cannot be applied on structure of Comprehensive Soil Survey database (KPP DB), in which the georeferenced data on some soil physical properties (to be used as surrogate variables for deriving the parameters of WRCs) can be found. In KPP DB, the texture is determined by percentage contents of particles with limiting diameters according to USDA classification or uses the Novak classification (see e.g. VELEBNÝ ET AL., 2000). The Rosetta model using USDA classification and based on artificial neural-network approach (refer e.g. PACHEPSKY ET AL., 1996; SCHAAP ET BOUTEN, 1996) was therefore used instead.

FIELD-SCALE MEASUREMENT OF HYDROLIMITS IN MORAVSKÝ SVĚTÝ JÁN VILLAGE RESEARCH PLOT

Soil horizons (0.10 – 0.15 m and 0.30 - 0.35 m) of the 4.5 ha texturally heterogeneous agricultural field (150 x 300 m) near Moravský Svätý Ján village (MSJ) in south-western Slovakia was sampled at 10th April 2002. For details about the sampling strategy and estimated soil hydraulic characteristics see ORFÁNUS ET AL. (2008). Two texturally different parts of the plot with narrow transition between them were identified, with the loamy sand and the clay loam soil, respectively.

RESULTS

Distribution of various textural classes within the Záhorská lowland in south-eastern Slovakia is presented in Fig. 1. It is evident that light- and medium-textured soils are prevailing over the area.

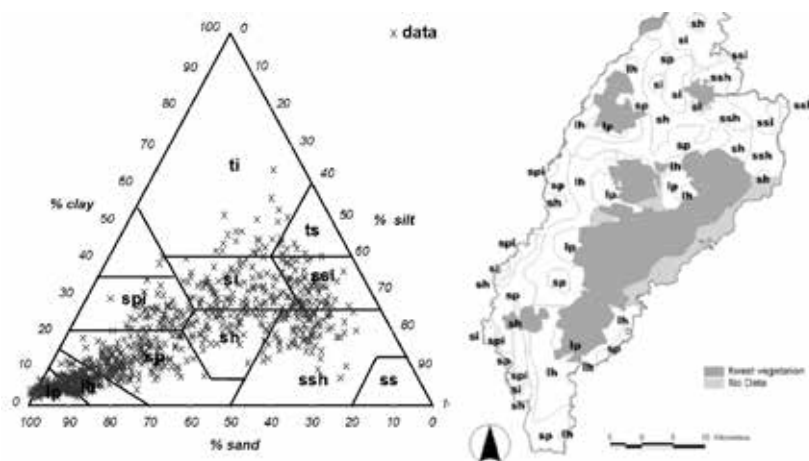


Figure 1. Distribution of selected soil profiles of KPP DB over the USDA textural triangle and over the investigated region (Záhorská nížina Lowland).

The generated average values of hydrolimits for individual soil textural classes (Tab. 1) were compared with the values derived from directly measured water retention curves (collective, 1998). The raster-averaged value of wilting point for light soils (including sands and

loamy sands) equals 6.8 % vol., while the mean of measured values for the same textural range is 6.7 % vol. For the soils of medium texture, the corresponding values are 19.8 % vol. and 17.4% vol. respectively. The raster-averaged value of field capacity equals 16.4% vol. (the average of measured values being 19.6 % vol.) for light-textured soils and 31.9 % vol. (the average of measurements being 34.0 % vol.) for the medium soils.

Table 1. Mean values of the field capacity (FC), the wilting point (WP) and the critical point of limited availability (LWA) for the root zone (50 cm thick) in individual soil textural classes of the Záhorská nížina Lowland

Textural class	Soil textural class by USDA	area %	FC [cm ³ .cm ⁻³]	LWA [cm ³ .cm ⁻³]	WP [cm ³ .cm ⁻³]
lp	Sand	11.4	0.149	0.090	0.057
lh	Loamy sand	29.4	0.179	0.117	0.079
sh	Loam	11.8	0.303	0.243	0.194
si	Clay loam	9.1	0.349	0.293	0.243
sp	Sandy loam	24.1	0.240	0.178	0.133
spi	Sandy clay loam	3.1	0.285	0.226	0.180
ssh	Sandy silt loam	8.0	0.356	0.293	0.238
ssi	Silty clay loam	3.2	0.380	0.323	0.270

Water storage capacity in the unsaturated zone of soils varies over the study area (Fig. 1). The differences in water storage capacity between individual textural classes are small because of significant correlation between the soil water contents at the field capacity and the wilting point ($R^2 = 0.84$) in this area. Sandy (lp) and loamy-sand (lh) soils reveal the lowest values of all hydrolimits. These soils, which cover more than 40 % of the study area, are potentially endangered by drought because the upper limit of available water (FC) is also low there. The root zone water storage capacity of these soils is less than 50 mm. The texturally heavier soils occur in the northern part of the

area. The highest water storage capacity, on average between 55 to 60 mm, was estimated in sandy-silt-loam (ssh) and silt-clay-loam (ssi) soils, which mostly occur there. However, these soils represent only some 11 % of the study area and their contribution to the total water storage of the region is not high. Moreover, the highest values of the wilting point (from 24 % vol. to 27 % vol. in average – Tab. 1) in these soils enhance their susceptibility to drought occurrence. More frequently occurring are also medium-textured soils of sandy-clay-loam (spi), sandy-loam (sp) and loam (sh) classes. They cover approximately 36 % of the study area and occur mostly in alluvial areas of rivers Myjava and Morava. They can store about 52–55 mm of water down to 50-cm depth and have medium values of all hydrolimits. The mean value of water content related to the wilting point is about 13 % vol. for sandy-loam soils and about 19 % vol. for loamy soils. The mean values of field capacity range between 24 and 30 % vol. in these soils. The mean, maximum and minimum water storage capacities for individual textural classes according to USDA classification and over the Záhorská Lowland are presented in Fig. 2.

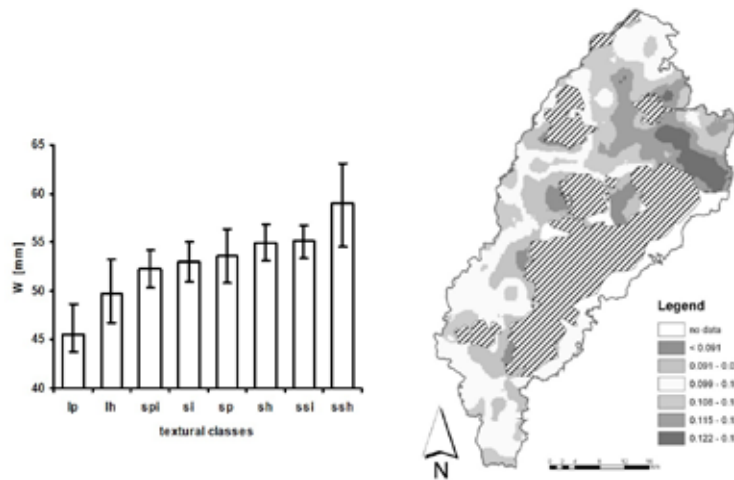


Fig. 2 Ranges of water storage capacity ($W = FC - WP$) in volumetric % for particular textures (left) and interpolated raster of this characteristics over the Záhorská lowland as volume ratio (right).

Values of the WP within the MSJ research plot are quite far from the average values of the WP estimated using PTFs for the whole Záhorská lowland region for clay loam texture. Table 2 provides descriptive statistics of hydrolimits measured from the soil WRCs on the MSJ research plot. The clay-loam WP oscillates around the value 0.13 in average with standard deviation equal to 0.063. The same for the loamy sand is 0.035 with standard deviation equal to 0.038. For the same textural classes the regional ranges of values are 0.23-0.295 and 0.01-0.073, respectively.

The clay-loam FC oscillates around the value 0.37 in average with standard deviation equal to 0.06. The same for the loamy sand is 0.21 with standard deviation equal to 0.039. For the same textural classes the regional ranges of values are 0.33-0.396 and 0.16-0.22, respectively.

The clay-loam LWA oscillates around the value 0.204 in average with standard deviation equal to 0.042. The same for the loamy sand is 0.125 with standard deviation equal to 0.026. For the same textural classes the regional ranges of values are 0.25-0.34 and 0.11-0.16, respectively.

Table 2. Descriptive statistics of permanent wilting point and SWC of limited availability estimated for two textural classes and two evapotranspiration rates, in MSJ-Field experimental site.

	CLAY LOAM			LOAMY SAND		
	WP	LWA	FC	WP	LWA	FC
Mean	0.129	0.204	0.37	0.03497	0.125	0.21
Standard Error	0.014	0.0097	0.011	0.0088	0.006	0.0085
Median	0.1	0.18	0.345	0.0143	0.123	0.201
Standard Deviation	0.063	0.0422	0.06	0.0382	0.0262	0.039

Sample Variance	0.004	0.0018	0.0037	0.0015	0.001	0.0015
Range	0.23	0.154	0.142	0.124	0.08	0.18
Minimum	0.04	0.14	0.291	0.001	0.106	0.121
Maximum	0.27	0.295	0.433	0.125	0.186	0.301
Count	19	19	19	19	19	19
Conf. Level (95.0%)	0.0303	0.0203	0.0203	0.0184	0.0126	0.0123

CONCLUSIONS

The presented regional PTF model produces good estimates of average values of all hydrolimits (FC, LWA, WP) in a distributed way for particular soil textural classes over the Zahorska lowland area. The field-scale measurements of these characteristics for loamy sand and clay-loam soils in MSJ research plot also provide comparable ranges of values, except of the underestimated values of the WP in clay-loam soil in MSJ research plot.

ACKNOWLEDGEMENT

This study was performed with support of VEGA project no. 2/0152/15.

REFERENCES

- ORFÁNUS, T., NAGY, V., ŠTEKAUEROVÁ, V., LICHNER, Ľ. 2008. A geostatistical analysis of soil water content at the field scale. *Cereal Research Communications*, vol. 36, no. 1, 1023-1026.
- KUTÍLEK M. 1978: Hydrological pedology (in Czech). SNTL/ALFA, Praha, 295 pp.
- KUTÍLEK M., NIELSEN D.R., 1994. Soil Hydrology. CATENA Verlag, Cremlingen-Destedt, Germany.
- HILLEL, D. 1980. Applications of Soil Physics. Academic Press, New York.

- VEIHMEYER, F.J, HENDRICKSON, A.H. 1931. The moisture equivalent as a measure of the field capacity of soils. *Soil Sci.*, 32: 181 – 193.
- ORFANUS, T. 2005. Spatial assessment of soil drought indicators at regional scale: hydrolimits and soil water storage capacity in Zahorska nizina Lowland. *J. Hydrol. Hydromech.*, 53, 2005, 3, 164–176
- CAMPBELL, G. S., CAMPBELL M. D. 1982. Irrigation scheduling using soil moisture measurements: Theory and practice, *Adv. Irrig.*, 1, 25– 41.
- LUDLOW, M. M., MUCHOW, R. C. 1990. A critical evaluation of traits for improving crop yields in water limited environments. *Adv. Agron.* 43, 107–153.
- KATERJI, N., MASTRORILLI, M., RANA, G. 2008. Water use efficiency of crops cultivated in the Mediterranean region: Review and analysis. *Europ. J. Agronomy* 28, 493–507
- PACHEPSKY Ya. A., TIMLIN D., VARALLYAY G., 1996. Artificial neural networks to estimate soil water retention from easily measurable data. *Soil Sci. Soc. Am. J. Vol.* 60, p. 727 –733.
- SCHAAP M.G., BOUTEN W., 1996. Modelling water retention curves of sandy soils using neural networks. *Water Resour. Res.* 32, p. 3033 – 3040.
- ŠÚTOR J., SKALOVÁ J., ŠTEKAUEROVÁ V., 2001. Pedotransfer functions for soil water retention curves assessment in Záhorská nížina Lowland (in Slovak). *Acta Hydrologica Slovaca, Bratislava*, Vol. 2, No. 2, p. 156 – 160.
- VELEBNÝ V., NOVÁK V., SKALOVÁ J., ŠTEKAUEROVÁ V., MAJERČÁK J., 2000. Vodný režim pôdy. STU Bratislava.

AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁSHOZ IGAZODÓ AGRÁRKULTÚRA LEHETŐSÉGEI A „HÁROMFÖLD” TÉRSÉGÉBEN

DR. TÓTH ALBERT

professor emeritus, tájökológus

Alföldkutatásért Alapítvány

5310 Kisújszállás, Széchenyi út 64.

E-mail: tothberci41@gmail.com

ÖSSZEFOGLALÁS

Az alföldi ember tudatában jobbra Györffy István és Szűcs Sándor munkásságának is köszönhetően a „Háromföld” fogalma mind a köznyelvben, mind pedig a szakirodalomban meghonosodott. A Nagykunság, a Hortobágy és a Nagy-Sárrét találkozó övezetét tekintjük hasonló tájjellege alapján „Háromföldnek”. Ezt a három tájat a Tisza, a Hortobágy és a Berettyó rendszeres áradásai gyakorta meglátogatták. A szóban forgó táj medencei fekvéséből adódóan az árvizek által gyakran meglátogatott része volt az Alföldnek, éghajlati viszonyai alapján pedig a Kárpát-medence egyik legszélsőségebb területének számít.

A tájban élő és gondolkodó ember bölcsen évszázadokon át ehhez a kettős tájjelleghoz igazodott. A vízszabályozás előtti, hagyományos rétgazdálkodás időszakában az itt élő ember tapasztalatai alapján pontosan tudta, hogy az egyes térszíni formák milyen gazdálkodási módnak teremtik meg a kedvező feltételeit. Ezáltal a táj a természet és az ember kapcsolatában tájökológiai szempontból egyensúlyban volt. A folyamszabályozási munkák eredményeként a már korábban emlí-

tett folyók rendszeres áradásai elmaradtak, s így a táj vízhiánya rendkívüli mértékben felerősödött, aszályhajlama kritikusan megnőtt. A vízhiányt az öntözéssel mérséklük. A jövőben éppen ezért termesztett növényeink közül különösen felértékelődött a rizs és az Amerikából behozott indiánrizs szerepe. Ezen utóbbi kultúrnövényünk termesztésével egész Európában csak a „Háromföld” térségében találkozhatunk. Az aszályhoz leginkább alkalmazkodó kultúrnövényünk, a köles újra reneszánszát éli. Már Arany János is e táj kapcsán „kölestermő rónaságról” beszél.

BEVEZETÉS

Teleki Pál a tájjal kapcsolatos problémákat a következőképpen értelmezi: *„A tájban vannak, benne érvényesülnek olyan elemek, jelenségek, erők, amelyeket ismerünk, amelyeket jobbra meg is értünk, de vannak olyanok is, amelyeket csak sejtünk, sőt olyanok is - és nyilvánvalóan nem kevés - amelyekről még sejtelmünk sincs. Pedig a táj hozzánk nagyon közel álló valami, otthonunk, életszínterünk.”* (TELEKI P., 1937)

Érdemes megfontolni Szabó Zoltánnak a tájfogalom jelentőségéről vallott felfogását is. Ez a különös sorsú író éppen Teleki Pálnak a hatására behatóan foglalkozott ezzel a kérdéskörrel. A Szerelmes földrajz című esszéjében többek között így ír a tájfogalom jelentőségéről: *„A tájak békülékenységre, szeretetre, türelemre, életörömmre, az otthon megbecsülésére, és ezzel a más otthonának tiszteletére tanítanak. A tájak nem harcolnak, hanem teremnek, nem vetélkednek, hanem ihletnek: jó lenne időnként figyelni rájuk.”* (SZABÓ Z., 1964)

A táj az egyik legnehezebben értelmezhető fogalom. Inkább érezzük, mintsem értjük lényegét. Ha az ember és a táj kapcsolatát próbáljuk boncolgatni, rögtön rájövünk, hogy mennyi, szinte zavarba ejtően sok megközelítése van ennek a témának.

Ma a tájkutatás elsősorban a tájérzékenység, a tájterhelhetőség, a tájlesztés kérdésköreinek vizsgálatával nyújt tudományos háttérrel a

tájhasználat, -tervezés és -védelem gyakorlati céljainak megvalósításához. A tájföldrajzot a földrajzi tájak felépítésével, működésével, földfelszíni elrendeződésével, a tájak és tájrészletek területi mintázatának kialakító okok és törvényszerűségek kutatásával, valamint a tájak hierarchikus rendszerével foglalkozó szakterületnek tekintjük. (CSATÁRI B., CSORBA P., 2017.)

A „HÁROMFÖLD” ÉRTELMEZÉSE

A Közép-Tisza-völgyben a víz és az ember volt és maradt is a két legfontosabb tájformáló tényező. Az „áldás és átok a víz” gyakran emlegetett bölcs igazságban is ez fejeződik ki. A tájat formáló vízzel az ember igyekezett a legharmonikusabban együtt élni, hiszen sorsa, fennmaradása ettől függött. Ez a szüntelen küzdelmet jelentő viszony egyszer az éltető vízért való fohászkodásban, máskor pedig a megvadult vizek elleni gigászi küzdelemben jelentkezett.

A vízformálta táj éppen azért válhatott a történelem során a legfőbb telepítő tényezővé, mert kialakulhatott az a *hármás térszín tagolódás*, amely az embert e tájba vonzotta. A folyó és fattyúágai, a kiöntések során rendszeresen megöntözött dús fűvű rétek és a biztonságos letelepítést biztosító árvízmentes hátak, magaslatok egységesen hozták létre ezt a kedvező tájadottságot. Az öntési lapályok és az árvízmentes hátak találkozása különös vonzerőt, kivételes adottságú tájtalálkozásokat eredményezett. Peremterületek, *peremzónák* jöttek létre. Ezeket gyöngyfüzérként, láncszerűen követik az ősi telephelyek és kunhalmok vonulatai.

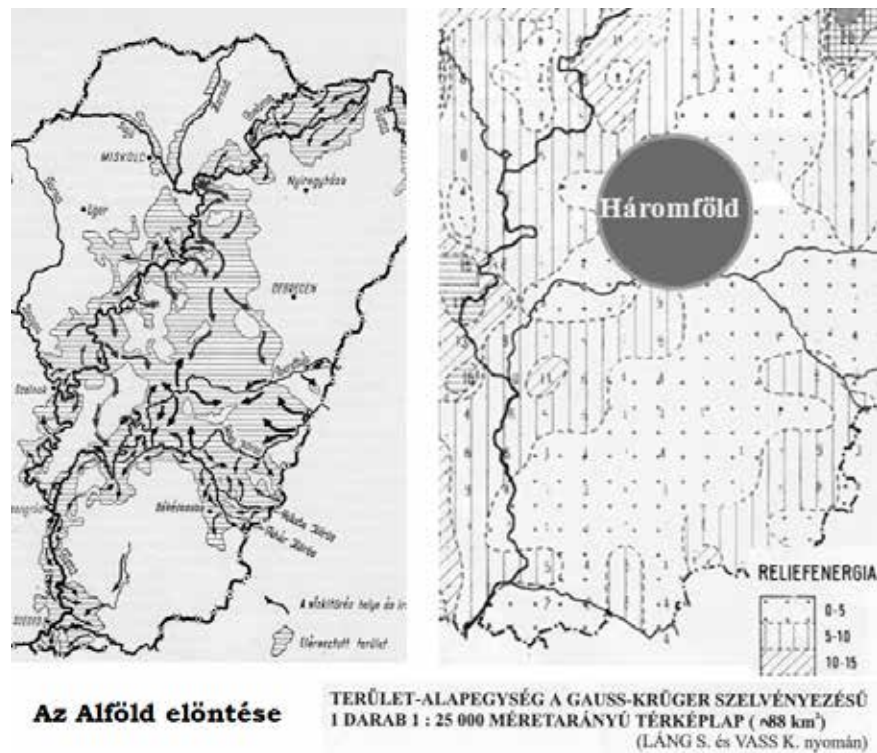
A felszínt formáló víz mozgását elsősorban a *fokok* és az *erek* biztosították. A fok a folyóhátakat megszakító olyan alacsony partszakasz, nyílás, amelyen áradások idején a folyó vize kiönthetett. A középvízszintet meghaladó vízálláskor a fokok a folyót megcsapolták, az árvizet az alacsony ártérre vezették. A széles (legtöbbször több kilométeres) árvízi kiöntési helyet kapunak nevezzük. A Közép-Alföld legjelentő-

sebb foka a *Mirhó-fok*, kapuja pedig a *Rakamazi-* és a *Tiszadobi-kapu* volt. Az erek hosszú árokszerű mélyedések voltak, amelyeken át a fokokon kiáradó víz lapályról-lapályra vagy folyóba ömlött.

A Nagykunság - Nagy-sárrét lakói nemcsak alkalmazkodtak a folyók rendszeresen megismétlődő áradásaihoz, hanem saját hasznukra is fordították, s gazdasági tevékenységük alapjává is tették az ezzel járó előnyöket. A köztudatban, sőt még egyes szakirodalmi munkákban is szívosan tarja magát az a megítélés, hogy az ősi ártéri gazdálkodás emberének a *csikászat*, a *pákászat*- és a *régi gyűjtögetés* volt a meghatározó életmódja. A legújabb vizsgálatok mind meggyőzőbben igazolják, hogy a halász-pákász foglalkozást többnyire csak kiegészítésként űzte. Fő foglalkozásuk a *külterjes állattenyésztés* és részben, de egyre fokozódóbb mértékben a *földművelés* volt.

A táj adottságait kiválóan ismerő állattartó ember a táj ökológiailag jól elkülönülő terepszinteket differenciált módon, ahhoz bölcsen igazodva hasznosította. „A kövérfüvű legelőmezőkön címeres szarvú fehér marhák rázták a kolompot. Ahol a legelő szárazabb szikesbe csapott át, apró tippanos fűvét juhnyájak borotválták. Ahol a lábnyom, vagy szekérút beleveszett a haragos zöld rétbe, ott a konda bányászott. Ha a nyári forráság leperzselte a legelőt, beverték a jószágot a rétbe, ahol még mindig talált harapnivalót” (GYÖRFFY L, 1922).

A víznek igen jelentős szerepe van a tájak összekapcsolódásában, szerveződésében. Nem csupán a vízfolyások két partja, s azok árvízmentes folyóhátai kiemelkedései kapcsoltak össze településeket, hanem maguk a mocsarak, lápok is. Szűcs Sándor, a Nagy-Sárrét tudósa találóan nevezte a Nagykunság, a Hortobágy és a Nagy-Sárrét találkozását „Háromföld”-nek.



A „Háromföld” végső soron három folyónak, a Tiszának, a Hortobágnak és a Berettyónak az öntéslapálya. A reliefenergia ezen a térségen 0-5 méteres tartományban található. Az egyes települések tszf. magassága is ezt igazolja. (Karcag 85, Kisújszállás 84, Püspökladány 83, Túrkeve 81, Dévaványa 83 tszf.)

Ezen az asztalsímaságú területen az áradó folyók vize szabad utat talált magának. Volt amikor megesett, hogy a folyók egyszerre áradtak. Egy ilyen hatalmas áradat sodorta el 1831-ben a Karcag határában levő kilenc boltívű Zádor-hídnak a két-két szélső pillérét. Ennek következtében a „Háromföld” jelképe is tekinthető műemlék híd egyben tájtörténeti emlékké vált.



A Zádor-híd, a „Háromföld” jelképe Karcag határában

AZ ELSŐ GYÖKERES FORDULAT A TÁJ HASZNOSÍTÁSÁBAN

E vizes táj életében a gyökeres átalakulást az egyik legdöntőbb tájtörténeti jelentőségű fordulatot 1787-ben a Mirhó-gát megépítése eredményezte. „A Tiszának Mirhó nevezetű híres fokából a kifolyt sok víz által határjának lapos része hasznavehetetlen sivatag rétté tétett, de erős töltés készítettett, mely által megmentvén a sok föld; most nagy hasznat szolgáltat”. A 18. század végén a Nagykunság és a Nagy-Sárrét is „fa nélkül szűkülök, s e fogyatkozást náddal pótollyák” (VÁLYI A., 1799). A gát megépítése ennek ellenére számos érdekütközést eredményezett. Alig, hogy megszűnt a pusztító árvizek fenyegető megismétlődése, máris a vízért kellett könyörögnie az itteni népnek. Pusztító aszályok egész sora pusztítja a vidéket, egyszer a víz ellen, másszor a vízért furcsa kettőssége máig egyik legfőbb gondja maradt az itt élő embereknek.

Száz évvel később: ez a mocsár- és rétvilág egykor „óriási volt, de most szélei felől évről évre összébb szorongatja az eke, elelszakítva néhány ezer holdnyi terület ...” (HERMAN O., 1898). Ez a gyökeres tájatalakítás jelentős érdekütközést váltott ki a lakosság életében. A megnövekedett lélekszám következtében a táj eltartó képességének csökkenése volt az eredendő oka.

A tájatalakítás alapvető indoka és szükségessége

Év	Az ország népessége (millió)	1 km ² -re eső népsűrűség	Mentesített terület 1000 ha	Árvízvédelmi vonalak hossza (km)
1850	11,6	40,8	800	1300
1900	16,8	57,6	3520	6340

A tájatalakítás következménye a „Háromföld” térségében

Karcag, Ruzicska Ferenc nyomán

Az adatok kh-ban, kerekítve

	szántó	rét, legelő	nádas
1787 (A Mirhó-gát megépítése)	15.000	39.000	6.000
1901	54.000	8.000	40

A két táblázatból markánsan kitűnik, hogy a népességrobbanás következtében szükség volt a szántóterületek nagymérvű növelésére. Ezt a vizenyős területek lecsapolásával lehetett elsősorban elérni. Ez tájökölógiai értelemben a korábbi természetes állapot megbomlásához vezetett. A korábban tájökölógiailag egyensúlyban lévő táj a rétek, legelők és vizes élőhelyek, nádasok visszaszorításával agrárkultúr tájjá alakult. Ennek következtében a természetes élőhelyek mozaikosan ékelődtek be a szántóföldi táblák közé.

A MIKRORELIEFHEZ IGAZODÓ TÁJHASZNOSÍTÁS

A szántóföldek nagyarányú térnyerésével rendkívül felgyorsult az alföldi táj homogenizációja. Ez a folyamat, különösen a Nagykunság — Nagy-Sárrét egykori vízjárta területein okozott igen drasztikus táj-jelleg-váltást. A társadalmi kényszerből bekövetkezett vízrendezéssel kapcsolatos táj átalakítás „eltüntette a két fő tájtípusnak, az ártereknek és az ármentes szintnek a különbségét, egyetlen ármentes területté alakította át az egész vidéket, s mindenütt a szántóföldet tette uralkodóvá” (MENDÖL T., 1947).

A táj homogenizációja nem csupán az egybeszántott, jobbára monokultúráján hasznosított agrárkultúrtáj képében jelenik meg, hanem a mikrorelief további szegényedését is magával hozta. A mélyszántás nagyban hozzájárult a finom terephullámok eltűnéséhez. Az egykori mezsgyék helyét alig néhány centiméteres lankás terepkiemelkedés jelzi. A vízrendezés nyomán másodlagosan keletkezett mikrorelief és annak természetvédelmi szempontból különleges értéket képviselő vegetációja is szinte kivétel nélkül, áldozatul esett e radikális tájatalakításnak. Feltörték az ősgyepeket, szántóművelésbe vonták a vizenyős, sásas élőhelyeket, zsombékosokat. Különösen nagy értékvesztését jelentette a tájnak az egykori kaszálók, szikes legelők (többnyire közlegelők, pl. Csordajárás) intenzív gyepesítése. E folyamat eredményeként semmisültek meg a szikpadkás élőhelyek is.

A mikrorelief eltüntetésében kitüntetett szerepet játszott - a többnyire államilag is támogatott - komplex, meliorációs-program. A legyalt, valóban „asztalsimáságú” agrárterületekbe az öntöző- és vízelvezető árkok megannyi mesterséges völgye ékelődött. Ehhez kapcsolódóan új térszíni kiemelkedések is megjelentek a rizstelepek és a magasvezetésű csatornák gátjaként.

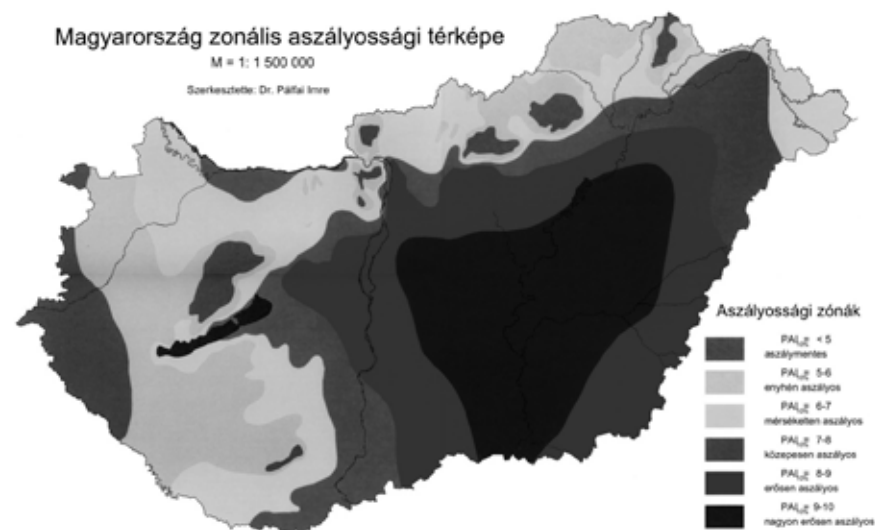
A „Háromföld” ártéri területén az utóbbi évtizedekben igen jelentős számban létesültek rizstelepek. E munkálatok eredményeként a legnagyobb mértékben csökkent az egyébként is csekély felszíni egyenetlenség. A táj természetes mikroreliefje nagymértékben szegényedett.

Ennek ellenére a szántóföldi művelést továbbra is rendkívüli mértékben befolyásolta a csupán néhány cm-es szintkülönbség is. Jól példázza ezt egy idős kisújszállási gazdálkodónak (Szabó Lukács 1892-1993) 1964-ben feljegyzett vallomása: „Vót egy darab földünk a ríten, Göringyesen is, az iskola dűlőben. Ha jött a víz, úszott az egész birtok. A búzavetis nagy fókban kiveszett. Egy része paragon maradt, gombosmuhar nőtt a helyin, ami jó legelője vót a tehénnek. Vót, amit kölessel bevetettünk, mert arra is nagy szükség vót. Bezzeg a Sarkadi Pali tengerije ekkor termett legjobban, pedig alig vót partosabb egy bakarasznál.”

(Sarkadi Pál az író Sarkadi Imrének a nagybátyja, a bakarasz a hüvelyk és a mutatoujj távolsága)

A GLOBÁLIS KLÍMAVÁLTOZÁS: HAZAI HATÁSOK ÉS VÁLASZOK (VAHAVA-JELENTÉS)

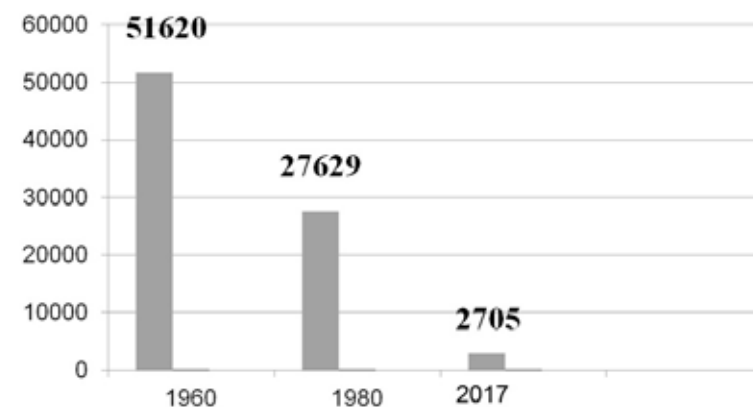
A VAHAVA-jelentés 2007-ben megjelent dokumentuma markánsan rávilágít azokra a klímaváltozással együtt járó problémákra, amelyek a „Háromföld” térségét fokozottan érintik. A növekvő aszályhajlam, az időjárási kilengések az agráriumot komoly próbatétel elé állítja.



A „Háromföld” teljes területe a nagyon erősen aszályos zónába esik. A szántóföldi kultúra szempontjából ez két vonatkozásban is felveti a problémát. Egyrészt az öntözés feltételének biztosítását, másrészt az aszálytűrő kultúrák intenzív elterjesztését. Termesztett növényeink közül ez elsősorban a rizs és a köles termesztésének radikális újragondolását érinti.

A rizstermesztésnek az Alföldön, kiemelten a „Háromföld” területén jelentős hagyományai vannak. Nehezen magyarázható meg e kultúrnövényünk termőterületének vesztes fogyatkozása.

A rizs termőterület vesztes fogyatkozása (országos / ha)



Országosan 2017-ben mindössze 2705 hektáron termesztjük a rizset. Ebből egyetlen egy a kisújszállási Nagykun cégcsoport 915 hektáron az egykori Nagyrét térségében termeszt a legjobb magyar fajtákat (Janka, M-488). A fehér rizs termesztése Karcagon megszűnt. Az egykori 15000 hektáros berendezett telep rizset nem termel. A talaj és klimatikus adottságok a rizstermesztésre kiváló feltételt biztosítanak. Ebből adódóan a rizstermesztés megfogyatkozása csupán a világgpiaci helyzettel magyarázható. A gazdaságban megtermelt 915 hektárból 150 hektár biorizs. Ez a gazdasági egység teljes feldolgozó kapacitással rendelkezik. A megtermelt és feldolgozott rizst saját maga forgalmazza.



A kisújszállási termelőegység mellett még öt település határában találkozunk rizstermesztéssel

INDIÁN RIZS

Az indián rizs termesztése hazánkban, egyben egész Európában 1989-ben kezdődött. A *Zizania aquatica* L. Minnesota államból került be hozzánk. Jelenleg 1100 hektáron termesztik a „Háromföld” térségében. Legnagyobb területen Kisújszálláson és Karcagon (Cserhát) 700 hektáron. Ennek az új terméknek kiváló a piaca. A terméket mind a hazai, mind pedig az európai piac felvásárolja.



Az indiánrizs virágzásban

KÖLESTERMESZTÉS

A klímaváltozás következtében egyre nagyobb jelentősége lesz a kölestermesztésnek is. Az egyre aszályosabbá váló éghajlatunk ennek a rövid tenyészidejű ősi kultúrnövényünknek kedvezőbb feltételt biztosít. Korabeli dokumentumok ezt a növényt úgy említik, hogy aszályos

évjáratokban a legfontosabb kenyérpótló eledelet adta. A Nagykunságot (a „Háromföldet”) Arany János „kölestermő rónaságnak” említi. Kiszáradó belvízfoltokon is kiválóan terem.



Belvízfolton aratják a jó termést adó kölest Karcag határában

IRODALOMJEGYZÉK

- CSATÁRI B.-CSORBA P.: Tájföldrajz és táji önazonosság, Magyar Tudomány, 2017.03.28.
- GYÖRFFY I.: Nagykunsági krónika, 1922, Karcag
- HERMAN O.: Ósfoglalkozások, 1898
- MENDÖL T.: A magyar emberföldrajz múltja, jelen állása és feladatai, Budapest 1947
- RUZICKA F.: Karcag külterületének tájhasználat-változása. Kézirat. Karcag, 2010
- SZABÓ L.: (1892-1993), Szóbeli közlés, 1964
- SZABÓ Z.: Szerelmes földrajz, Budapest, 1941
- TELEKI P.: A Tájfogalom jelentőségéről, Budapest, 1937
- VÁLYI A.: Magyarország leírása, 1799

POSSIBILITIES OF AGRICULTURE ACCOMMODATING TO CLIMATE CHANGE IN THE „THREELANDS” REGION

The term „Threelands” got into public speaking as well as literature in the Great Hungarian Plain, mainly due to the works of István Györffy and Sándor Szűcs. The overlapping areas of Great Cumania, Hortobágy and Nagy-Sárrét are considered the “Threelands” due to their similar landscape. Regular floods of rivers (Tisza, Hortobágy, Berettyó) used to be characteristic in that region as a consequence of its basin-like location, and it has one of the most extreme climatic conditions in the Carpathian Basin.

People live and wisely think in this region have been accommodating to this double speciality for centuries. Before regulation of the rivers, in the period of meadow management, people living there exactly knew the favourable utilization possibilities of each relief formation, on the base of their experiences. Therefore landscape was ecologically balanced in the relation of nature and people. Due to the regulation of the rivers, the regular floods did not take place resulting in extreme lack of water and drought susceptibility. The lack of water is mitigated by irrigation, therefore the role of rice among the crops grown in the region has increased, and also of black rice originating from America. This latter crop is produced only in the “Threelands” region in Europe. Millet, which accommodates to drought very well, is also getting popular again. Our famous poet, János Arany also mentioned this region as millet producing plain.

SZOLONYEC TALAJOK JAVÍTÁSÁNAK HOSSZÚTÁVÚ HATÁSA A TALAJTULAJDONSÁGOKRA

TÓTH TIBOR¹, TUBA GÉZA², ZSEMBELI JÓZSEF², FEJÉR SÁNDOR ZSOLT³ BLASKÓ LAJOS⁴

¹ MTA ATK TAKI. 1022 Budapest, Herman O. u. 15.

E-mail: tibor@rissac.hu

² Debreceni Egyetem, Karcagi Kutató Intézete.

5300 Karcag, Kisújszállási u. 166.

E-mail: tuba@agr.unideb.hu, zsembeli@agr.unideb.hu

³ Sapientia, Csíkszeredai Kar

Csíkszereda, Hargita megye, Szabadság tér, 1. szám

E-mail: fejer.sandor.zsolt@gmail.com

⁴ Debreceni Egyetem MÉK, Víz-és Környezetgazdálkodási Kar

4032 Debrecen, Böszörményi u. 138.

E-mail: blasko.lajos01@gmail.com

ÖSSZEFOGLALÁS

Tanulmányunkban az alföldi viszonyokra jellemző szolonyeces tájban megvalósított karcagpusztai hosszútávú meliorációs kísérlet talajait vizsgáltuk. A kötött szolonyecnek nedvesen kenődőek, duzzadnak, kis vízáteresztőképességűek. A kedvezőtlen tulajdonságok javítása érdekében egy szikes gyepen kémiai talajjavítás, vízrendezés és szántóföldi művelés hatását vizsgáltuk 35 év eltelté után a következő kezelésekben: i) javítatlan gyepek, ii) felszíni vízelvezetést, mélylazítást, kémiai javítást kapott művelt kezelés, iii) felszíni vízelvezetést, drénezést, mélylazítást, kémiai javítást kapott művelt kezelés. A fenti sorrend a

beavatkozások növekvő intenzitását és költségét jelzi. Ezt jelzi, hogy a talaj sótartalma magas maradt az i) kezelésben, csökkent a ii) kezelésben és a legalacsonyabb a iii) kezelésben 35 év elteltével. A talaj kémiai és fizikai tulajdonságainak, úgy mint a telítési kivat elektromos vezetőképesség, a nátrium adszorpciós arány, szántóföldi vízkapacitás és hervadáspont csökkenése, illetve a humusztartalom és hidraulikus vezetőképesség növekedése ezt a sorrendet követte. Mindegyik (A, B, C) genetikai szintben csökkent a telítési kivat elektromos vezetőképessége, a nátrium adszorpciós arány. A feltalajban szignifikáns növekedést mutatott a telített hidraulikus vezetőképesség, és a mélyebb szintekben a pF görbe pontjai csökkent értéket mutattak. Egyéb vizsgált tulajdonságok követték az említett tendenciát, de az átlagértékek közötti különbségek nem voltak statisztikailag szignifikánsak. Dacára a talajok szélsőséges kiindulási tulajdonságainak a meliorációs beavatkozás sikeres volt. A meliorált talaj kémiai és fizikai sajátságai kevésbé szélsőségessé váltak, és ezt jól mutatják az évek során egyre növekvő terméseredmények is.

BEVEZETÉS

Közismert, hogy szolonyec talajaink nem sótartalmuk, hanem nátriumosságuk (a többi kationhoz képes nagy kicserélhető/oldható nátrium ion tartalmuk) miatt okoznak nehézséget a növénytermesztésben, különösen pedig a talajművelésben (ARANY, 1956, VÁRALLYAY, 1972, SZABOLCS, 1961). Ismert, hogy a szerkezetképződést a nagyobb sótartalom kedvezően befolyásolja, de az oldható sók között a nátrium túlságosan nagy aránya és a lúgosság is kedvezőtlen a talaj hidraulikus vezetőképessége, a szerkezet stabilitása és a duzzadás szempontjából is ha viszonylag alacsony oldott sótartalom van jelen a talajban (QUIRK, ÉS SCHOFIELD, 1955, SUAREZ ET AL., 1984). Szolonyec talajainkra ez a helyzet a jellemző. Ilyen feltételek, nagy nátriumosság esetén a talajok fajlagos felülete növekszik, a pórusok mérete (TÓTH ÉS JOZEFACIUK, 2002) és vízgőzadszorpciós energiája (JOZEFACIUK

ET AL., 2006) csökken. Ezen szikes talajok kémiai és fizikai tulajdonságai között szoros összefüggés mutatkozik (BLASKÓ, 2011, HARMATI, 2000).

A szolonyec talajok megjavítása során elsődlegesen a talaj sótartalmának, nátriumosságának és lúgosságának csökkentését tűzik ki célul. Ugyanakkor a gyepek művelésbe vonása szempontjából a fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságok javulása a döntő. Ezért is indokolt ezen tulajdonságok változásának nyomonkövetése.

Megelőző vizsgálataink során (1986. áprilisi mintavétel) az 1977-ben Nyíri László által elindított (NYÍRI ÉS FEHÉR, 1981) karcagpusztai meliorációs modelltelep kémiai és fizikai talajtulajdonságai közötti összefüggéseket vizsgáltuk (TÓTH, 1989A, TÓTH, 2002) felszínközeli mintákban. Az összes sótartalom és a Vageler-féle stabilitási faktor esetén tapasztaltunk szignifikáns különbségeket a kezelések között (1.táblázat), de a beavatkozások intenzitása tendenciájában egyre kisebb átlagos sótartalom, kicserélhető nátriumszázalék és növekvő struktúra faktor értéket tapasztaltunk (hasonló eredményre jutott ODEH ÉS OMUS, 2008). A pH a felszíni vízelvezetési parcellában mutatta a legkisebb értéket.

1. táblázat. Különböző karcagpusztai meliorációs kezelések hatása a feltalaj tulajdonságaira 9 év múlva. ESP=kicserélhető Na %.

Minta eredete	Mélység (cm)	Összes só %	ESP %	pH	Vageler faktor
Drénezett parcella	0-5	0,09	0,6	7,1	80
Drénezett parcella	5-10	0,07	1,4	7,1	75,2
Drénezett parcella	10-15	0,08	3,8	6,7	67,7
Drénezett parcella	15-20	0,08	2,8	7,3	66,2
Felszíni vízelvezetési parcella	0-5	0,06	1,8	5,1	70,2
Felszíni vízelvezetési parcella	5-10	0,06	5	5,6	54,3

Felszíni vízelvezetési parcella	10-15	0,11	7,1	6,5	56
Felszíni vízelvezetési parcella	15-20	0,31	17,4	7,3	49,8
Gyepes kontroll parcella	0-5	0,09	20,6	6,0	51,8
Gyepes kontroll parcella	5-10	0,2	31,1	6,3	7,6
Gyepes kontroll parcella	10-15	0,27	40,2	6,6	0,4
Gyepes kontroll parcella	15-20	0,37	43,5	7,1	0,9

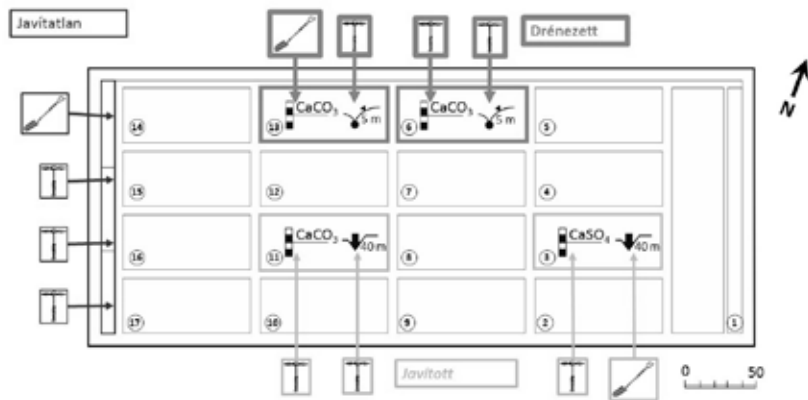
A talaj felvehető vízkészletének növekedésére utalt az a megfigyelés, hogy a létesítés után tíz évvel a beavatkozások intenzitása tendenciájában egyre nagyobb volt a talajnedvességtartalom éves ingadozásának értéktartománya. Továbbá a gyepes kontroll parcellán a felső 50, a felszíni vízelvezetési parcellán a felső 70, míg a drénezett parcellán a felső 100 cm-ben tapasztaltunk jelentős talajnedvességtartalom váltakozást (TÓTH, 1989B).

Jelen vizsgálattal célkitűzésünk a fizikai és kémiai tulajdonságok közötti összefüggés vizsgálata volt a létesítés után 35 évvel, annak érdekében, hogy a talaj fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságainak a kémiai tulajdonságokkal szembeni "érzékenységet" jellemezzük.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A DE KKI karcagpusztai meliorációs modelltelepének térségére 10°C átlagos évi, -2°C in januári, 21°C júliusi hőmérséklet, 527 mm évi csapadék, 900 mm évi kádas párolgás jellemző. 2012-ben az 1. ábra szerint 2-2 javítatlan (voltaképpen gyepvel borított földút), felszíni vízelvezetési javított (3. és 11.) és drénezett parcellát mintáztunk (6. és 13.) meg. Minden parcellát két-két pontban mintáztunk meg. Kezelé-

senként 4-4 bolygatott mintát vettünk, ezek közül egy ásott talajszelvényből, a másik három pedig fúrásból származott. A szelvényekből 3-3 szintből 3-3 ismétlésben vettünk 100 cm³-es bolygatatlan mintát a pF és mérésekhez. A laboratóriumi vizsgálatokat genetikai talajszintenként végeztük a nemzetközi szikes talaj vizsgálati módszerekkel (RICHARDS, 1954).



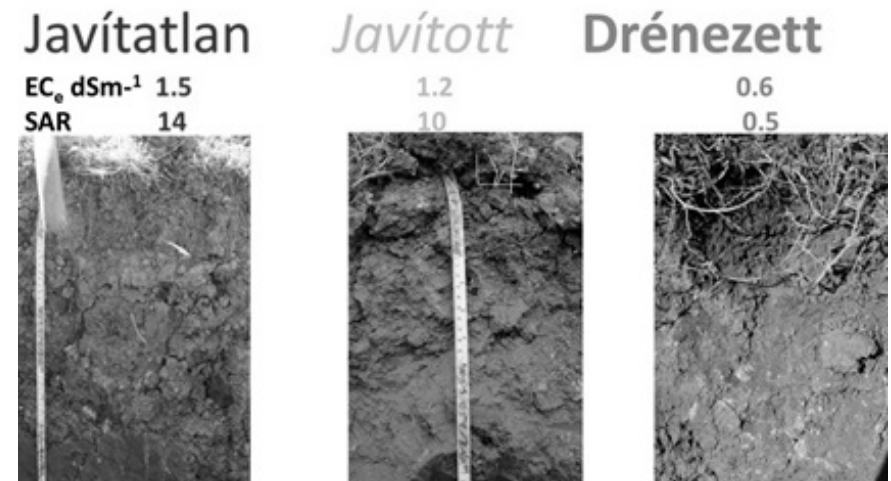
1. ábra. A talajmintavételezés módja és a vizsgált parcellák kezelése.

Ásó a szelvényfeltárás, fúró a fúrásos mintavétel helyét jelöli. A mércék a javítóanyag kiadásának mélységét jelzik.

A kiegészítő pH-vizsgálatokat 1:20 talaj/közet : víz arányú szuszpenziókban végeztük 3 ismétlést vizsgálva.

EREDMÉNYEK ÉS MEGTÁRGYALÁSUK

A szelvényfeltárás (2.ábra) megmutatta, hogy a feltalajban mindhárom szelvényben az éléssel határolt szerkezeti elemek voltak többségben. A javítás intenzitását követve mind a sótartalom (EC_e), mind a nátriumosság (SAR) jelentősen csökkent, a drénezett parcellán az eredeti határérték harmadára. Ennek megfelelően a drénezett parcella talajában a legömbölyített szemcsék aránya jelentős volt.



2. ábra A feltárt talajszelvények és a feltalaj kémiai tulajdonságai a három feltárt talajszelvényben. EC_e a telítési kivonat elektromos vezetőképességét, SAR a nátriumadszorpció arányt jelöli az A szintben.

Egytényezős ANOVA-val vizsgáltuk a tulajdonságok közötti különbségeket (2. táblázat és 3. ábra).

2. táblázat Az egytényezős ANOVA által mutatott szignifikáns különbségek az egyes talajszintek/talajtulajdonságok esetén. EC_e a telítési kivonat elektromos vezetőképességét, az említett kivonatban meghatározott SAR a nátriumadszorpció arányt, Ts a térfogattömeget, Ks a telített hidraulikus vízvezetőképességet jelöli. n jelöli a szignifikáns különbségek hiányát, +, ++, +++ jelöli az átlag értékek közötti páronkénti szignifikáns különbségek számát.

Tulajdonság	EC_e	SAR	pH_e	SOM	pF2.3	pF4.2	Ts	Ks
Szint								
A	+	++	n	n	n	n	n	++
B	++	++	n	n	++	++	n	n
C	+	++	n	n	++	++	n	n

Míg a talajsótartalom és nátriumosság eredmények megbízhatóan követik a javítás során elvártakat a pH, humusztartalom és térfogatömeg csupán tendenciájában követte azokat. A pF (a talaj víztartókéesség függvény) értékei a mélyebb rétegekben, a hidraulikus vezetőképesség a felszíni rétegben javult jelentősen. Eredményeink jól egyeznek a korábban itt megfigyelt változásokkal. BLASKÓ, 2005 a beavatkozások intenzitásával egyre növekvő kilúgást mutatott ki. Adatai alapján a javított parcellákon az eredeti sótartalom 50-70, míg a drénezetteken 10-30 %-a maradt meg 23 évvel a javítás után.

Adatainkhoz hasonlóan LEBRON ET AL. 2002 fordított arányosságot mutatott ki a telített hidraulikus vezetőképesség és a nátriumosság között, BENNET ET AL. 2015, kimutatta a gipszezés közvetlen hatását a telített hidraulikus vezetőképesség növelésében.

A 3. ábra mutatja a terület jelentős kiterjedésével járó, Blaskó, 2005 által részletesen elemzett térbeli változatosság hatását. Amint az 1. ábra mutatja az azonos kezeléshez tartozó 3-as és 11-es parcella eltérő kalciumsót, a savasabb CaCO_3 -ot, a lúgosabb CaSO_4 -et kapott a káros nátriumionok lecserélésére az eredeti talaj lúgosságnak megfelelően. Hasonló különbségek a terület széltében-hosszában előfordultak. Emiatt, főként a szolonyeces B szint mélységének váltakozása miatt mutatnak a 3. ábra grafikonjai kisebb csúcsokat, illetve töréseket.

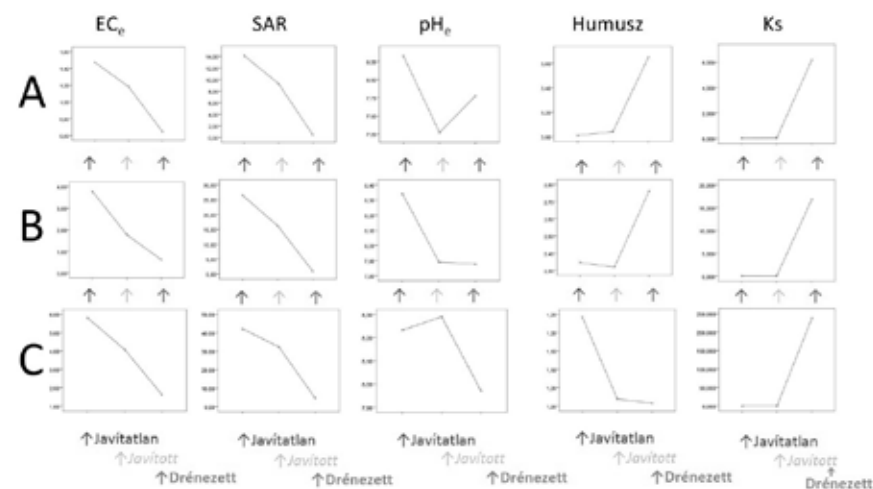
A szakirodalmi adatokkal a pH érték tendenciái nem egyeztek sem az 1989. évi elővizsgálat (1.táblázat) sem a mostani vizsgálat (3.ábra) során, mivel nem tapasztaltunk egyenletesen csökkenő pH értékeket csak a B szintben, de a különbségek nem voltak statisztikailag szignifikánsak. Ezért megvizsgáltuk mivel magyarázható az esetenként magas lúgosság érték. SZÉKYNÉ ÉS SZEPESI, 1959 szerint a vízből kicsapódott finom eloszlású CaCO_3 vízzel $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -re bomlik, aminek pH értéke meghaladja a 10-es értéket, és ez okozza a szikesek kedvezőtlen fizikai tulajdonságait. Ezzel szemben Arany, 1956 és mások (SZABOLCS, 1961, BLASKÓ, 2005) a talaj nátriumkarbonát tartalmával magyarázzák a magas lúgosság értékeket.

Mind a vizsgált márvány, mind a CaCO_3 reagens pH értéke nagyon hasonló volt, a márvány kémiaileg nem tiszta, a „szennyezés” miatt szuszpenziójában nagyobb volt az oldott anyagok mennyisége. A két löszminta oldott anyag tartalma jelentősen meghaladta a CaCO_3 által okozott elektromos vezetőképességet. A paksi lösz pH-ja nem volt jelentős.

3. táblázat CaCO_3 és lösz minták lúgosságának (pH) és elektromos vezetőképességének (EC) összehasonlítása 1 napos állás után 1:20-as szuszpenzióban Székyné és Szepesi, 1959 alapján. Több szemcseméret tartományt (0.8-2, 0.5-0.8, 0.16-0.5 és <0,16 mm) vizsgáltunk, de mivel ezek hatása nem volt kimutatható az ismételéseket összevontuk, N jelöli az esetszámot. Összehasonlításként a kétszerforralt desztillált víz vizsgálati értékeit is megmutatjuk.

Anyag	N	pH	EC $\mu\text{S}/\text{cm}$
Víz	12	7,14	7,0
Márvány	48	8,71	89,8
CaCO_3 reagens	12	8,83	65,3
Paksi lösz	48	8,35	141,3
Hortobágyi löszös altalaj	48	9,98	455,9

Bebizonyosodott (3. táblázat), hogy a CaCO_3 szuszpenziók lúgossága jelentősen alulmúlja a hortobágyi löszös altalaj (60-90 cm) értékét. A táblázat értékeit a karcagpusztai adatokkal (3. ábra) összevetve arra következtettünk, hogy a művelés miatt mélyebbről felkevert rétegek nátriumkarbonát tartalma helyenként megmarad, mert kis oldékonysága miatt lassan tűnik el a felszíni rétegekből. Valóban 35 év után is kimutatható mennyiségben volt jelen a nátriumkarbonát a gyeses kontroll (0,10 %) és javított parcellák (0,09%) C szintjében, az A és B szintekből azonban már nem tudtuk kimutatni.



3.ábra A vizsgált tulajdonságok átlagértékei. EC_e a telítési kivonat elektromos vezetőképességét ($dS\ m^{-1}$), SAR a nátriumadszorpciós arányt, pH_e a telítési kivonat pH-ját, Humusz a szervesanyagtartalmat (%), Ks a telített hidraulikus vízvezetőképességet ($cm\ nap^{-1}$) jelöli. ($n=3$)

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A leginkább eltérő értékeket a drénezéses parcella mutatta mind a kémiai mind a fizikai talajtulajdonságok esetén. A talajok fizikai tulajdonságai a drénezéses kezelésben jelentős javulást mutattak, a telített hidraulikus vezetőképesség többszörösére nőtt az elmúlt 35 év folyamán.

Az elvégzett drénezés azáltal, hogy biztosította a káros sók nagy részének eltávolítását hosszútávú javulást idézett elő. A tapasztalt lassú sókimosódáshoz a térségben elegendő vizet biztosít a természetes csapadék (KARUCZKA, 1999).

IRODALOMJEGYZÉK

- ARANY S. 1956. A szikes talaj és javítása. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- BENNETT, J. M., CATTLE, S. R., SINGH, B., & QUILTY, J. R. 2015. Influence of gypsum enhanced chicken-manure-and-wheat-straw

compost on amelioration of an irrigated sodic brown vertisol—laboratory experiment. *Arid Land Research and Management*, 29(4), 415-431.

- BLASKÓ L. 1999. A réti szolonyec talajok javításának tartamhatása. *Agrokémia és Talajtan*. 48:517-530.
- BLASKÓ, L. 2005. Talajromlási folyamatok és mérséklési lehetőségeik a Tiszántúl kötött talajain. MTA Doktori Értekezés. Karcag.
- BLASKÓ, L. 2011. Alkalinity, physical effects on soils. In J. Gliński, J. Horabik, & J. Lipiec (Eds.), *Encyclopedia of Agrophysics* (pp. 49–51). Heidelberg, Germany: Springer, 2011.
- BLASKÓ L. ÉS KARUCZKA A. 2001. Különböző kicserélhető magnézium-tartalmú talajok néhány fizikai tulajdonsága. *Agrokémia és Talajtan*. 50: 383-396.
- HARMATI I. 2000. A vízrendezések hatása a Duna-völgy szikes talajaira. *Agrokémia és Talajtan*. 49:369- 382.
- JOZEFACIUK, G., T. TÓTH, AND G. SZENDREI. 2006. Surface and micropore properties of saline soil profiles. *Geoderma*. 135: 1-15.
- KARUCZKA, A. (1999). Időjárási viszonyok hatása a szike talaj só-mérlegére. *Agrokémia és Talajtan* 48, 459–468.
- LEBRON, I., SUAREZ, D. L., & YOSHIDA, T. 2002. Gypsum effect on the aggregate size and geometry of three sodic soils under reclamation. *Soil Science Society of America Journal*, 66(1), 92-98.
- NYÍRI, L., F. FEHÉR. 1981. Effects of chemical amelioration and soil moisture regulation on various types of salt affected soils. *Agrokémia és Talajtan*. Supplementum. pp.139-147.
- ODEH, I. O., & ONUS, A. 2008. Spatial analysis of soil salinity and soil structural stability in a semiarid region of New South Wales, Australia. *Environmental management*, 42(2), 265.
- QUIRK, J. P. & SCHOFIELD, R. K. 1955. The effect of electrolyte concentration on soil permeability. *Journal of Soil Science*, 6(2), 163–178.

- RICHARDS, L. A. (ED.) 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. US Salinity Laboratory Staff. Soil and Water Conservation Research Branch. Agricultural Research Service. Washington. 160 p
- SUAREZ, D. L., RHOADES, J. D., LAVADO, R., & GRIEVE, C. M. 1984. Effect of pH on saturated hydraulic conductivity and soil dispersion. Soil Science Society of America Journal, 48(1), 50-55.
- SZABOLCS I. 1961. A vízrendezések és öntözések hatása a tiszántúli talajképződési folyamatokra. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- SZÉKYNÉ FUX V. ÉS SZEPESI K. 1959. Az „alföldi” lösz szerepe a szikes talajképződésben Földtani Közöny. 89(1) 53-64.
- TÓTH T. 1989A. Néhány összefüggés a réti szolonyec talajok egyes kémiai fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságai között. DATE Tudományos Közlemények. 28:561-575.
- TÓTH T. 1989B. A növények vízellátását befolyásoló beavatkozások szántóföldi vizsgálata növény-talaj rendszerben. Agrokémia és Talajtan. 38:255-260.
- TÓTH T. 2002. Szikes talajok tér- és időbeli változatossága. MTA Doktori értekezés
- TÓTH, T., AND G. JOZEFACIUK. 2002. Physicochemical properties of a solonetzic toposequence. Geoderma. 106:137-159
- VÁRALLYAY GY. 1972. A Magyar Alföld szikes talajainak hidraulikus vezetőképessége. Agrokémia és Talajtan. 21:57-88.

LONG TERM EFFECT OF THE RECLAMATION OF SOLONETZ SOILS ON SOIL PROPERTIES

TIBOR TÓTH¹, GÉZA TUBA², JÓZSEF ZSEMBELI², SÁNDOR ZSOLT FEJÉR³ LAJOS BLASKÓ⁴

¹ MTA ATK TAKI.

1022 Budapest, Herman O. u 15, Hungary

E-mail: tibor@rissac.hu

² University of Debrecen, Research Institute of Karcag

5300 Karcag, Kisújszállási u. 166, Hungary

E-mail: tuba@agr.unideb.hu, zsembeli@agr.unideb.hu

³ Sapientia, Csíkszereda Faculty

Csíkszereda, Hargita megye, Szabadság tér, 1.

E-mail: fejer.sandor.zsolt@gmail.com

⁴University of Debrecen

4032 Debrecen, Böszörményi u. 138, Hungary

E-mail: blasko.lajos01@gmail.com

Solonetz soils are typical in the Great Hungarian Plain. Our study was carried out at one typical location, Karcag. Main limitations of clayey solonetz there are large plasticity, swelling and low hydraulic conductivity. These conditions were intended to be improved with chemical and hydrological reclamation and cropping of the native grassland. After 35 years, soil profiles, opened in arable plots, under mostly cereal production, were compared to unimproved profiles. There were three augerings and one profile sampling through the full depth of soil profile in each of the three treatments, i) zero, that is unimproved grassland plots, ii) reclaimed cultivated plots with chemical reclamation, deep loosening, surface drainage, iii) drained cultivated plots with chemical reclamation, deep loosening, surface drainage, subsur-

face drainage pipes. This order of treatments represents increasing intensity and cost of reclamation. For example the salinity after 35 years remains high in treatment i), decreases in ii), and is lowest in iii). The same order was proved by changes of chemical and physical properties, as decrease of salinity and sodicity, alkalinity, field capacity and wilting point, increase of soil organic matter content and hydraulic conductivity. Soil salinity and sodicity decreased significantly in all soil horizons (A, B, C), pF (water retention) values demonstrated significant decrease in subsurface horizons, hydraulic conductivity showed significant increase in surface horizon. The other properties followed the mentioned tendency, but differences were not statistically significant. In spite of extreme soil physical properties of the solonetz, the reclamation was successful. Reclaimed solonetz plots became less extreme both in terms of chemical and physical properties, which was reflected by increasing yields during the years.

A HARMAT MENNYISÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSA SÚLYLIZIMÉTEREKSEL

ZSEMBELI JÓZSEF¹, SINKA LÚCIA², CZELLÉR KRISZTINA¹, TUBA GÉZA¹, KOVÁCS GYÖRGYI¹, JUHÁSZ CSABA²

¹ Debreceni Egyetem, Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság,
Karcagi Kutatóintézet,
5300 Karcag, Kisújszállási út 166.

E-mail: zsembeli@agr.unideb.hu

² Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi
és Környezetgazdálkodási Kar,
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

ÖSSZEFOGLALÁS

Rendkívül kevés a feljegyzés a harmat előfordulásáról, gyakoriságáról, illetve mennyiségéről. Ezeknek az adatoknak a hiánya kétségtelenül annak tulajdonítható, hogy a harmatmennyiség mérése bonyolult, mivel igen kis mennyiségben (tized, század mm) keletkezik. Bizonyos korlátok figyelembevételével, a precíziós súlyliziméterek alkalmasak lehetnek a harmat mennyiségének meghatározására. Meteorológiai adatokkal kiegészített liziméteres adatsorok alapján elkülöníthetők azok a pozitív vízmérleggel jellemezhető időszakok, amikor, makrocsapadék híján, feltételezhető a harmathullás. Azonban a súlyliziméteres mérés technika jellegéből adódóan, hosszú idősoros mérések esetében nagy gyakorisággal jelentkezik „adat zajok” (ugráló értékek). Ezek az oszcillációk összetéveszthetők a harmathullás miatt bekövetkező tömegváltozással, ezért a számítógépes adatfeldolgozás során kiküszöbölésükhöz ún. szűrő funkciókat kell alkalmazni.

Kutatómunkánk célja egy olyan metodika kidolgozása volt, amely alkalmas a tényleges harmathullási időszakok és az oszcillációk elkülönítésére, továbbá a DE AKIT Karcagi Kutatóintézetében található gyeppel borított talajfelszínű súlyliziméter felületén keletkező harmatmennyiség meghatározása hosszú idősoros adatok alapján. Az adatsorok szűrésért úgy oldottuk meg, hogy 1 órás mérésgyakoriságú adatokat használtunk fel a 10 perces mérésgyakoriság helyett. A vizsgálati időszak 2015. 04. 01-jétől 2016. 09. 30-ig tartott. A vizsgálati időszak 18 hónapja alatt 43,11 mm harmatmennyiséget mértünk a gyeppel borított talajfelszínű súlyliziméter felületén.

BEVEZETÉS

A harmat a mikrocsepdek csoportjába tartozó nedvességforma, keletkezése során a talaj felszíne, illetve a rajta levő testek éjszaka kisugárzás útján lehűlnék. Amennyiben ez a lehűlés eléri a környező levegő harmatpontját, és az alsó légrétegek páratartalma magas, a vízgőz egy része folyékony halmazállapotban kicsapódik a testek, illetve a talaj felszínén (WENT, 1955; SZABÓ-KOZÁR, 1995; RÁKÓCZI, 1998; TAR, 2002).

A korábbi harmatvizsgálatok még a harmatképződés jelenségének fizikájára koncentráltak, később a mennyiségi mérések is előtérbe kerültek, ám egységes mérőeszköz, mérőberendezés híján igen elentmondó eredmények születtek. SZÁSZ (1992) szerint a harmatból származó vízbevitel nagyságát megbízható módon igen nehéz mérni, ezért meghatározására a számítási módszerek kerülnek előtérbe. Egyes vizsgálatok szerint hazánkban a harmatból származó vízmennyiség évi összege átlagban 63 mm-re tehető, amelyből a légköri harmat mintegy 29 mm. A növényállományokban a harmat legnagyobb része főként az állományfelszín közelében képződik, s az állomány mélységével általában csökken a kicsapódás útján keletkezett vízmennyiség.

Más, a harmatmennyiség meghatározására irányuló számítások alapján 365 napnyi derült éjszaka elméletben 15 inch (381 mm) esőnek

megfelelő harmatot eredményezne. Ez a mennyiség azonban nagymértékben függ a levegő relatív páratartalmától. Száraz régiókban a sugárzás nagyobb, a harmat kevesebb, míg a más klímájú régiókban pont fordítva. Egy 6 évre kiterjedő mérési sorozat eredményeként évi átlagos 9,1 inch (231,14 mm) esőnek megfelelő harmatot mértek, melynek alapján feltételezhető, hogy a hasznosítható vízkészlet kb. 20%-a harmat formájában állt rendelkezésre. Amennyiben ezt az eredményt összehasonlítjuk az elméleti, évi 15 inch harmattal, igen közeli értéket kapunk. Más kutatók szerint a harmat mennyisége a csapadékból maximum 1,5 inch-nek (38,1 mm) felelhet meg – ez azonban túlságosan kevés ahhoz, hogy magyarázza a harmatnak kitett növények jelentős növekedésbeli fölényét (WENT, 1955). A harmat mennyiségével kapcsolatos ellentmondásokat egy 21 napos KABELA et al. (2009) által USA, Iowa államban végzett kutatás is reprezentálja, melynek alapján a kukoricánál 0,01-0,6 mm, szójababnál 0,003-0,8 mm harmat volt jelen 3 gyenge, közepes és erős harmatot eredményező napon.

A harmat sokszor tized, század mm nagyságrendű mennyiségének méréséhez számos módszert és eszközt fejlesztettek ki, és alkalmaztak, többek között például a Kessler-Fuess harmatmérőt, papír harmatmérőket, balsafa rudakat, Duvdevani tömböt, illetve a modern súlylizimétereket. A legtöbb korábbi harmatmérő nem volt megbízható a méréseket illetően. A Kessler-Fuess harmatmérő szélben hamis értékeket mutatott, a papír harmatmérők nem szolgáltatottak számszerű adatokat, illetve Angus balsafás módszere sem volt pontos, mivel a környező fűnél például sokkal több harmatot gyűjtött össze (WALLIN, 1966; AGAM és BERLINER, 2006). A harmatmérésre alkalmas eszközök, szerkezetek közül egyedül a liziméterek képesek magát az adszorpciót érzékelni, kimutatni azáltal, hogy azon talajminta tömegét mérik, amiben az adszorpció végbemegy. AGAM és BERLINER (2006) szerint a liziméterek érzékenysége és pontossága kulcsfontosságú, mivel a harmat okozta mennyiségi változások igen kismértékűek. A legnagyobb problémát az okozza, hogy a különböző mérési eszközök

és módszerek – vagyis a szabványos harmatmérő eszköz hiánya – lehetlenné teszik az adatok reális összevetését, ezáltal pedig ellentmondó beszámolókat eredményeznek a harmat mennyiségéről (WALLIN, 1966).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A méréstechnika és a lizimetria fejlődése manapság már lehetővé teszi, hogy meghatározzuk a mikrocspadék formák mennyiségét is. Liziméteres adatsorok alapján elkülöníthetők azok a pozitív vízmérleggel jellemezhető időszakok, amikor, makrocspadék híján, feltételezhető a harmathullás. A súlyliziméteres méréstechnika jellegéből adódóan azonban olyan „adatzajok” (ugráló értékek) jelentkeznek, amelyek könnyen összetéveszthetők a harmathullás miatt bekövetkező tömegváltozással. Ezen zajok a számítógépes adatfeldolgozás során ún. szűrő- és simító funkciók használatával kiküszöbölhetők.

Kutatómunkánk során a talajok vízháztartási mérlegének számításán alapuló metodikát alkalmaztunk, mely során a liziméterek talajának tömegváltozását, a csapadék, az öntözővíz, a gravitációs víz (drénvíz) mennyiségeit mértük, illetve ezekből a párolgás mértékét határoztuk meg. Kidolgoztunk két olyan módszert, amelyek a fenti paraméterek, illetve meteorológiai adatok (páratartalom, levegő hőmérséklete, talajfelszín hőmérséklete) figyelembevételével alkalmasak a harmat mennyiségének számítására. Első vizsgálatainkat a 2015. április 1. és 2016. szeptember 30. közötti időszakban végeztük, remélve, hogy ezen, közel másfél éves időszak reprezentatív lesz a harmat mennyiségének meghatározását tekintve.

A Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság Karcagi Kutatóintézetben (DE AKIT KKI) 1992. óta folynak súlyliziméteres kísérletek, melyek segítségével új információk szerezhetők a talajban érvényesülő vízforgalmi hatásokról, a talajhasználattól függő vízmérleg komponensek dinamikájáról és sajátosságairól különböző klimatikus és hidrológiai helyzetekben. A karcagi, hat egységből álló súlylizimé-

ter állomás hazánkban egyedülálló. A karcagi súlyliziméterek átmérője 1,47 m, mélysége 0,9 m és felülete 1,7 m². A műanyag falú liziméterek mindegyike MS DUAL típusú elektronikus mérlegen nyugszik, melyek ± 300 kg-os méréstartományban mérik az egységek tömegváltozását 0,1 kg pontossággal. A mérlegek számítógép által vezéreltek, az adatok megjelenítését az ADTE szoftver biztosítja, mely automatikusan menti is a mért értékeket. A szoftver segítségével állítható be a mérésgyakoriság is, mely alapesetben 10 perces időközre van beállítva.

A liziméteres mérésekre épülő harmatmennyiség meghatározására irányuló kutatómunka során 2015-ben és 2016-ban 10 perces, illetve egy órás mérésgyakorisággal rögzített adatok feldolgozására is sor került. A Karcagi Kutatóintézetben található súlyliziméterek közül a harmatmennyiséget az 1. ábrán látható gyeppel borított felszínű liziméter mérlegadatai alapján vizsgáltuk.



1. ábra: A gyeppel borított talajfelszínű súlyliziméter

A gyeppel borított felszínű liziméter talaját rendszeresen öntöztük, mivel a rövidre nyírott gypfelszínről történő párolgás, amennyiben a víz nem korlátozó tényező, a potenciális evapotranszpiráció értékének felel meg. Ebben az esetben a párolgás mértékét kizárólag a levegő fizikai tulajdonságai határozzák meg, s ez a mutató egyben

megadja a légkör nedvességbefogadó képességének a maximumát is.

Az egyszerűsített vízháztartási egyenlet lényege, hogy az egyéb komponensek ismeretében a párolgás kiszámítható. Azonban a harmat mennyiségének számításához módosított vízháztartási egyenlet szükséges:

$$H = T_v - CS - \ddot{O} + G$$

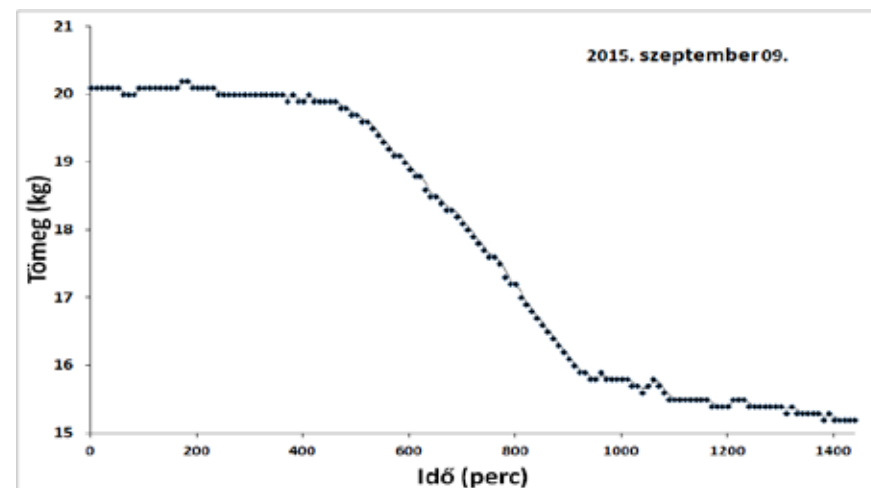
ahol H = harmat (mm), T_v = tömegváltozás (mm), CS = csapadék (mm), $\ddot{O}$ = öntözővíz (mm), G = gravitációs víz (mm).

EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

A harmathullási időszakok meghatározása a súlyliziméterek mérlegei által rögzített tömegadatok alapján történt. A liziméteres méréstechnikán alapuló módszer esetében harmathullási időszaknak az tekinthető, amikor a súlyliziméterek által mért talajtömeg változása pozitív és emellett ugyanazon időszakban nem hullott makrocspadék (eső), illetve nem történt az adott liziméteren öntözés vagy egyéb olyan művelet, amely tömegnövekedést idézett elő. A makrocspadék mennyiségének és előfordulásának időtartamát a DE AKIT KKI területén található meteorológiai állomás 10 perces mérésgyakorisággal rögzített adatai alapján határoztuk meg. A vizsgálati időszakban (2015. 04. 01. – 2016. 09. 30.) a talajoszlopok tömegadatai is 10 perces mérésgyakorisággal lettek rögzítve, annak érdekében, hogy a meteorológiai adatokkal pontosan összevethetők legyenek.

Több esetben mutatkoznak olyan hirtelen tömegváltozások, amelyek nem feltétlenül harmatképződéssel és párolgással magyarázhatók, mivel ilyen rövid időtartam alatt nem valószínűsíthető ezen vízforgalmi jelenségek előfordulása. Az adatsorokban jelentkező, az előzőekben említett „adatzajokat” (ugráló, oszcilláló értékeket) olyan környezeti tényezők okozzák, mint például a nem teljesen horizontális

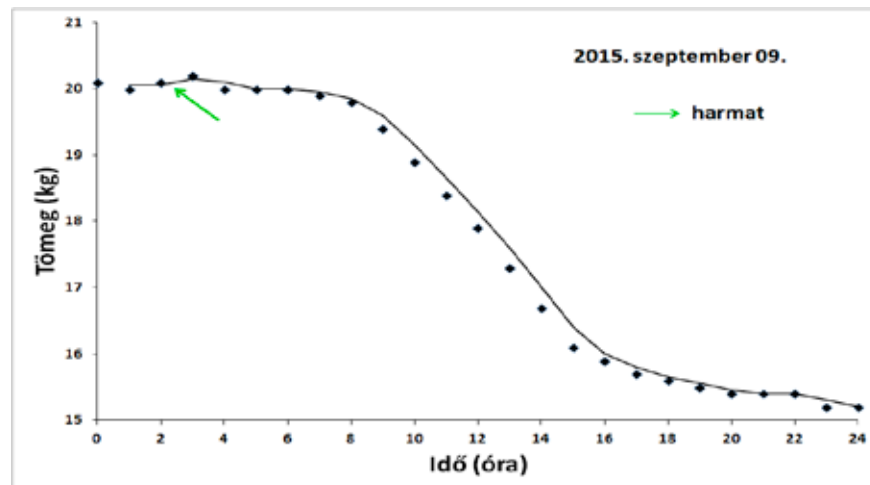
irányú széllelések (szélnyomások), amelyeket az igen érzékeny (0,1 kg) súlyliziméteres mérlegek átmeneti tömegnövekedésnek érzékelnek. A 10 perces mérésgyakoriságú „zajos” adatokat a 2. ábrán mutatjuk be.



2. ábra: A gyepel borított talajtelszínű súlyliziméter napi tömegváltozása a 10 perces mérésgyakoriságú adatok alapján

Nyilvánvaló, hogy minél nagyobb a liziméterekben beállított tömegmérés gyakorisága, annál nagyobb az esély, hogy ezeket a „fals” tömegnövekedéseket a rendszer detektálja és elmenti. A valós harmatképződési időszakok elkülönítése érdekében ezeket az oszcillációkat valamilyen módszerrel feltétlenül ki kell szűrni. Kutatómunkánk során két módszert alkalmaztunk erre a célra. Az egyik módszer az volt, hogy úgy szűrtük ki a 10 perces mérésgyakorisággal rögzített adatokban jelentkező adatzajokat, hogy hosszabb mérésintervallumú, alacsonyabb mérési gyakoriságú tömegadatokat vettünk figyelembe a tömegváltozás megállapítására. Ezen módszer alapját az adja, hogy az oszcillációk jellemzően csak igen rövid időtartamú hatás eredményei, így hatásaik hosszabb időtartamon belül nagy valószínűséggel kiegyenlítődnek. Mivel vélhetően a jellemző harmatképződé-

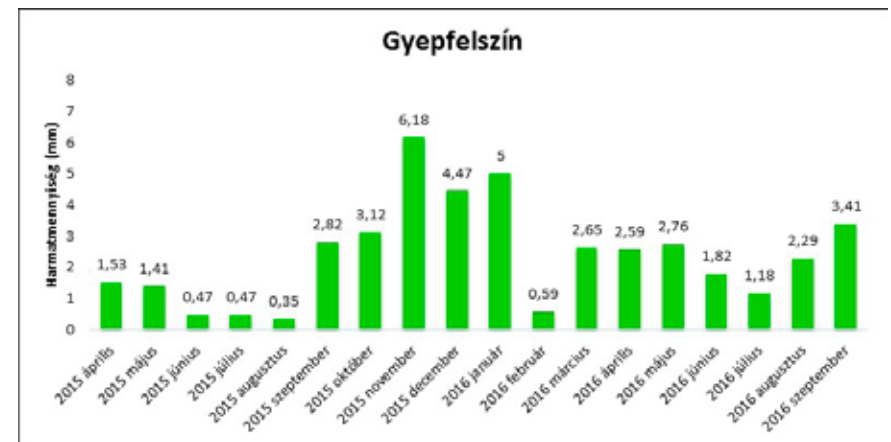
si időszakok (éjjel, hajnal) során számottevő párolgással (illetve más vízforgalmi paraméter megjelenésével) nem kell számolnunk, az egy órás mérésgyakoriságú adatok feldolgozását láttuk célszerűnek. A példaként bemutatott 3. ábrán nyíllal jelöltük azt az időszakot, amely a meteorológiai és a tömegváltozási paramétereket is összevetve a harmat képződését jelzi. A gyepvel borított talajfelszínű súlyliziméter esetében 2015. szeptember 9-én hajnali 2 és 3 óra közötti időintervallumban, a tömegváltozásból számított vízmérleg adatok alapján 0,116 mm-nyi mikrocspadék keletkezett.



3. ábra: Harmathullási időszak a gyepvel borított talajfelszínű súlyliziméterben az 1 órás mérésgyakoriságú adatok alapján

Miután megállapítottuk, hogy a harmathullási időszakok hiteles meghatározásához az egy órás mérésgyakoriságú adatok felhasználása alkalmasabb, mint a 10 perces mérésgyakoriságú adatoké, a vizsgálati időszak mind az összes 549 napjának tömegváltozási trendvonalát elemeztem és behatároltam azokat az időszakokat, amikor makrocspadék híján a tömegváltozások harmathullást valószínűsítenek.

Az órás mérésgyakoriságú mérések alapján, a vizsgált 18 hónap alatt, a gyepvel borított talajfelszínű liziméter felületén összesen 43,11 mm harmat keletkezett (4. ábra). Ez a mennyiség a SZÁSZ (1992) szerint meghatározott éves átlagos értékhez közel áll. Naptári (nem teljes) évekre bontva 2015. április 1. és 2015. december 31. között 20,82 mm, míg 2016. január 1. és 2016. szeptember 30. között 22,29 mm harmatot detektáltunk a gyepvel borított talajfelszínű liziméteren.



4. ábra: Az egy órás mérésgyakorisággal meghatározott harmatmennyiségek a gyepvel borított talajfelszínű liziméteren

Az általunk meghatározott harmat mennyiségének megítélése igen nehéz, mivel nem állnak rendelkezésre mások által, hasonló körülmények között mért adatok. Adataink nagyságrendjének helyességét kizárólag SZÁSZ (1992) megállapítására tudtuk alapozni, miszerint hazánkban a harmatból származó vízmennyiség évi összege átlagban mintegy 63 mm-re tehető, melynek összetevői: légköri harmat 28,67 mm (45,4 %), a talaj belső teréből származó víz 0,36 mm (0,6%) és a mélytalajból diffundált víz 34,11 mm (54,0 %).

A szakirodalom a harmat képződésének legnagyobb valószínűségét leginkább a nyári hónapokra teszi, mivel ilyenkor a legkedvezőbbek a feltételek ezen mikrocspadék forma kialakulásához, azonban a

6 nyári hónapban (2015. június, július, augusztus és 2016. június, július, augusztus) mért mikrocspadék mennyisége 6,58 mm, ami a vizsgálati időszakban keletkezett teljes mennyiség alig több mint 15%-át adja. A legtöbb harmatot 2015. november és 2016. január közötti időszak 3 hónapjában mértük ezen a liziméteren. Szám szerint ez 13,77 mm-t, azaz az egész vizsgálati periódust tekintve a teljes harmatmennyiség közel 40%-át jelenti, ami nyilvánvalóan dér formájában képződött.

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A kutatómunkánk során a talajok vízháztartási mérlegének számításán alapuló metodikára alapozva kidolgoztunk egy olyan módszert, amelyek alkalmas a harmat mennyiségének számítására, mivel kiszűrjük az olyan hirtelen tömegváltozásokat, amelyek nem feltétlenül harmatképződéssel és párolgással magyarázhatók. Arra a következtetésre jutottunk, hogy az egy órás mérésgyakoriságú adatok felhasználásával működő metodika alkalmas az adatsorokban jelentkező, „adatzajokat” (ugráló, oszcilláló értékek) kiszűrésére.

Úgy véljük, hogy az általunk kidolgozott módszer alkalmas a harmat mennyiségének különböző időintervallumokra (órás, napi, heti, havi, éves) történő meghatározására. A mérések folytatásával olyan értékes adatokat nyerhetünk, amelyek hozzájárulhatnak a harmat a talaj vízforgalmában és a növények vízellátásában betöltött szerepének konkretizálásához. Ennek nem csak tudományos, de az aszályra hajló arid területeken a növénytermesztés és az öntözéstervezés szempontjából is jelentős gyakorlati jelentősége van, pl. az öntözés optimalizálásban, a víztakarékos technológiák alkalmazásában.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatást a Száraz Területek Koordinációs Kutató Központja támogatja.

IRODALOMJEGYZÉK

- AGAM, N., BERLINER, P. R.: 2006. Dew formation and water vapor adsorption in semi-arid environments – A review. *Journal of Arid Environments* 65., p. 572-590.
- KABELA, E. D., HORNBuckle, B. K., COSH, M. H., ANDERSON, M. C., GLEASON, M. L.: 2009. Dew frequency, duration, amount, and distribution in corn and soybean during SMEX05. *Agricultural and Forest Meteorology* 149., p. 11-24.
- RÁKÓCZI F.: 1998. Életterünk a légkör. Bp. Mundus Magyar Egyetemi Kiadó, p. 47-68.
- SZABÓ-KOZÁR J.: 1995. Éghajlat és talajtan. Bp. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, p. 23-27.
- SZÁSZ G.: 1992. Agrometeorológia (jegyzet). Debrecen. Debreceni Agrártudományi Egyetem, p. 100-102.
- TAR K.: 2002. Általános meteorológia. Debrecen. Kossuth Egyetemi Kiadó, p. 57-77.
- WALLIN, R. J.: 1966. Agrometeorological aspects of dew - Review. *Agricultural Meteorology* 4. p., 85-102.
- WENT, F. W.: 1955. Fog, mist, dew, and other sources of water. *Year-book Agr. (U.S. Dept. Agr.)*, p. 103-109.

DETERMINATION OF THE AMOUNT OF DEW BY MEANS OF WEIGHING LYSIMETERS

ZSEMBELI JÓZSEF¹, SINKA LÚCIA², CZELLÉR KRISZTINA¹, TUBA GÉZA¹, KOVÁCS GYÖRGYI¹, JUHÁSZ CSABA²

¹ University of Debrecen, Institutes for Agricultural Research and Educational Farm, Karcag Research Institute
5300 Karcag, Kisújszállási út 166.

E-mail: zsembeli@agr.unideb.hu

² University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

Records of the frequency of occurrence of or the total amounts of dew are scarce. The lack of such records can undoubtedly be attributed to the difficulty of making quantitative measurements of dew. Within some limitations large precision weighing lysimeters can be suitable for the accurate determination of dew amounts. The lysimeter data completed with meteorological data provide the possibility to identify such periods with positive water balance when no rainfall occurred hence dew formation is probable. Nevertheless some "data noises" (oscillations) are characteristic to weighing lysimeter data gained with a high frequency for a longer period. These oscillations can be easily mixed up with the weight increase due to dew formation, therefore filtering or smoothing functions must be used to separate them.

Our research aimed to elaborate a method that is suitable to separate true dewfall periods from oscillations and to quantify the amount of dew occurred on the surface of a grass covered weighing lysimeter of Karcag Research Institute for a longer period. The method we applied for filtering the data was the application of weight data measured with 1 hour frequency instead of 10 minutes frequency. The investigation period lasted from 1/4/2015 to 30/9/2016. 43.11 mm dew was calculated for the grass covered lysimeter for the total 18-month-long investigation period.

AZ ERÓZIÓS KÁROK AGROTECHNIKAI MÉRSÉKLÉSI LEHETŐSÉGEINEK VIZSGÁLATA TOKAJ-HEGYALJA LÖSZÖS TERMŐHELYEIN

ZSIGRAI GYÖRGY

Tokaj Borvidék Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet Nonprofit Kft.

3915 Tarcál, Könyves Kálmán utca 54.

E-mail: zsigrai.tarcalkutato@gmail.com

ÖSSZEFOGLALÁS

A zajló klímaváltozás egyik várt kedvezőtlen hatása a lehulló csapadék eróziós potenciáljának növekedése. A Tokaji Borvidék Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet Nonprofit Kft. szőlőültetvényeiben különböző kísérleteket végeztünk a kialakuló eróziós károk agrotechnikai módszerekkel (sorköztakaró növényzet, szénatakarás, talajművelés) történő mérséklési lehetőségeinek részletesebb feltárása céljából az utóbbi négy évben. Jelen közlemény e kutatómunka főbb eredményeit foglalja össze.

A szőlő sorközök szénatakarása jelentősen befolyásolta a talaj 0-280 cm szelvényének nedvességforgalmát a talajfelszín párolgásának, valamint a lehulló csapadék talajba szivárgásának nagymértékű csökkentése eredményeként. Hatékony erózióvédelmet biztosító egyéves sorköztakaró növényzet alakítható ki őszi rozs és tritikálé tavaszi vetésével. E gabonafélék szaporító anyagának április 2., illetve 3. dekádjában történő vetése esetén a kikelő növények csak vegetatív növekedést mutatnak, mivel a vernalizáció elmaradása miatt mag-szárát nem hoznak. Az így kialakított sorköztakaró növényállományok vízfelhasználása kaszálással mérsékelhető. A talaj nedvességtartalmi

vizsgálataink igazolták, hogy a sorköztakaró növényzet vízigényének biztosításához jelentős mértékben hozzájárult az evaporációs vízvesztés csökkenéséből származó vízmennyiség. A vizsgált sorköztakaró növényállományok augusztus végén, szeptember elején elpusztulnak, így a következő tenyészidőszakban gyomosodási problémát nem okoznak. Az elhalt növénymaradványok ugyanakkor a tenyészidőszak további részében hatékony erózióvédelmet tudtak biztosítani az ültetvény talajának.

BEVEZETÉS

A szakemberek által elvégzett modellszámítások szerint (BARTHOLY és SCHLANGER, 2004; SZALAI et al., 2005) hazánkban a globális átlagot meghaladó mértékű hőmérsékletnövekedés prognosztizálható a jövőre vonatkozóan. Ezen túlmenően a Kárpát-medencében, illetve Magyarországon az alábbi klimatikus változások valószínűsíthetők:

- nyári napok számának növekedése (SZALAI, 2004; BARTHOLY et al., 2010) (25 °C vagy annál nagyobb maximum hőmérsékletű napok száma),
- fagyos napok számának csökkenése (BATHOLY et al., 2010),
- éves csapadékmennyiség csökkenése (SZÁSZ, 1994; SZALAI et al. 2005; BARTHOLY et al., 2010) (-20% a nyári időszakban),
- csapadékos napok számának csökkenése (BATHOLY et al., 2010),
- extrém csapadékhullás gyakoriságának és intenzitásának növekedése (BARTHOLY et al., 2010) (50%),
- a csapadékeloszlás időbeni és térbeni egyenlőtlenségének növekedése (BARTHOLY et al., 2010).

E várható éghajlati változások kedvező és kedvezőtlen hatásokat eredményeznek a szőlőtermesztés és a borászat terén is. A csapadék eróziós potenciáljának növekedése a kedvezőtlen hatások egyike, amelyre tekintettel kell lennünk a hegy- és dombvidéki területeken alkalmazott szőlőtermesztési technológiák továbbfejlesztése során. Az

utóbbi években a Tokaj-hegyaljai Borvidéken bekövetkezett jelentős károkat okozó eróziós események egyértelműen jelzik e probléma súlyosságát.

A talajtakarás, a sorköztakaró növényzet alkalmazása, valamint az okszerű talajművelés képezi a szőlőtermesztési technológia legfontosabb erózióvédelmi elemeit. Talajtakarás céljára elsősorban különböző mezőgazdasági eredetű melléktermékeket alkalmaznak, amelyek közül a gabonaszalma, illetve a széna bír legnagyobb jelentőséggel. Elsősorban a sekély termőrétegű talajokra javasolják, illetve azokon a termőhelyeken, ahol a tenyészidőszakban lehulló csapadékmennyiség nem haladja meg a 250 mm-t, vagy az éves csapadék kevesebb, mint 800 mm. A talajtakarás pozitív hatásai között BASLER (1992), BOLLER et al. (1998), illetve VARGA (1994) a vízerózió elleni védelmet, a talajnedvesség megőrző hatást (evaporáció csökkenés, talajfelszíni vízelmozdulás mérséklés), valamint a tápanyagok gyökérzónából történő kilúgódásának mérséklődését emelték ki.

A sorköztakaró növényzet alkalmazása esetében ugyanakkor a szakemberek a talaj szerkezetére, nedvességforgalmára, illetve mikorbiális aktivitására (HOFFMANN és LÁSZLÓ, 2012), táp- és szervesanyag forgalmára (KING et al., 2005; BAUER et al., 2004) gyakorolt pozitív hatásra hívják fel a figyelmet az eróziós károk mérséklésén (ZANATHY et al., 2000) túlmenően. A nem okszerűen kialakított, illetve kezelt talajtakaró növényzet ugyanakkor kedvezőtlen hatásokkal is bírhat a szőlőtőkékkel szembeni víz- és tápanyag konkurencia eredményeként (JACOMETTI et al., 2007).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Egy szabadföldi kísérletet végeztünk a különböző adagú szénatakarás talajra (nedvesség- és tápanyagforgalom, mikrobiológiai aktivitás) hatásának elemzése vizsgálata céljából a Tokaji Borvidék Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet egyik szőlőültetvényében (fajta: Zéta; alanyfajta: Teleki 5C; telepítés éve: 1992; sor- és tőtávolság: 2,4 m x 0,9 m; talaj

főtípus: földeskopár) a 2013-2014 időszakban. Kilenc darab $110,4 \text{ m}^2$ -es parcellát alakítottunk ki. Kezelésként 2 kg m^{-2} és 4 kg m^{-2} adagú szénatakarást alkalmaztunk 3 ismétlésben, kontrollként rendszeresen mechanikailag művelt parcellák szolgáltak. A parcellák talajának 280 cm mélységű szelvényében a 2013. és 2014. tenyészidőszakban hetente mértük a talaj nedvességtartalmát nedvességmérő szonda segítségével 10 cm-es rétegenként. A lehulló csapadékmennyiség ismeretében lehetőségünk nyílt a takaróanyag mennyiség és a talajba szivárgó csapadékhányad értéke közötti összefüggés vizsgálatára.

Ugyanezen ültetvényben végeztünk kísérleteket a tavaszi vetésű őszi rozs és tritikálé állományok talaj nedvességforgalmi és erózióvédelmi hatásának vizsgálata céljából 2015-2016. időszakban. A talaj nedvességtartalomra vonatkozó méréseket a korábban említett módon és gyakorisággal végeztük a talaj 150 cm-es szelvényében. A sorköztakaró növényzet kaszálását megelőzően $0,3 \text{ m}^2$ -es területről növénymintákat szedtünk, melyeknek meghatároztuk a zöld- és száraz tömegét, valamint becsültük a növényállomány által elfogyasztott víz mennyiségét. A számítások során a szakirodalomban szereplő 350 l kg^{-1} transzspirációs koefficienset vettük figyelembe. A talajfelszín eródálhatóságát Eijkelkamp 09.06 típusú esőszimulátor felhasználásával vizsgáltuk.

EREDMÉNYEK

SZÉNATAKARÁS

A kísérleti adatok alapján megállapítottuk, hogy a 0-280 cm talajszelvény nedvességtartalmát a szénatakarás jelentősen befolyásolta, amelynek hátterében az evaporációscsökkentő, illetve a csapadék talajba szivárgását akadályozó hatások állnak. Az eróziós károk mérséklődése mellett a szénatakarás eredményeként csökkent a talajfelszínről elpárolgó víz mennyisége is. Figyelembe kell vennünk ugyanakkor azt is, hogy e szervesanyagban gazdag szigetelő réteg jelentősen mérsékelte a lehulló csapadék talajba szivárgó részarányát.

Ilyen megfontolásból a kisebb mennyiségű csapadékok szőlőtőkék általi hasznosulására nagy biztonsággal nem számíthatunk, és a közepes csapadékmennyiségek hasznosulása is erőteljesen kétséges. Ezt alátámasztani látszanak a Tarcalon 2013. július 11-én lehullott, 55 mm mennyiségű intenzív csapadékot követő nedvességtartalmi vizsgálatok is. Amíg a kontroll területeken a talaj 0-10 cm rétegében a nedvességtartalom 5,3 mm-rel gyarapodott, addig ez az érték a 2 kg m^{-2} széna adag esetében 6,7 mm-nek, a 4 kg m^{-2} dózis mellett pedig 1,3 mm-nek adódott. Talán ellentmondásnak tűnik, hogy a kontroll területeken kisebb mértékű volt a felszíni talajréteg nedvességtartalmának növekedése, azonban nem szabad meglepednünk arról, hogy a 100 mm/óra értéket is meghaladó intenzitású csapadékhullás rendkívül intenzív lejtőirányú vízmozgást generált a talajfelszínen. Úgy tűnik, hogy a 2 kg m^{-2} széna adag már oly mértékben képes volt mérsékelni a felszíni vízmozgást, ami már a talajba szivárgó víz mennyiségében is megmutatkozott. A mintegy 20 cm vastagságot elérő szénatakarás (4 kg m^{-2}) azonban képes volt megkötni, illetve zsindeyszerűen az alacsonyabb térszínek irányába vezetni a felszínre érkező csapadékmennyiség jelentős részét.

A részeredmények számszerű adatokkal támasztják alá a sorköztakarás során alkalmazott takaróanyag mennyiség termőhelyspecifikus megválasztásának szükségességét. Az adott szőlőültetvény domborzati, illetve talajtani adottságai, valamint éghajlata határozza meg az optimális takaróanyag mennyiséget. Látnunk kell, hogy a nagyobb anyagmennyiségek által biztosított hatékonyabb erózió elleni védelem a sekélyebb termőrétegű, illetve mérsékeltebb vízraktározó képességű termőhelyeken szélsőséges esetben a tőkék kedvezőtlenebb vízellátását eredményezheti. Különösen jelentőséggel bírhat e kedvezőtlen hatás a kifejezetten aszályos évjáratokban, amelyek gyakorisága a zajló klímaváltozás várható távlati irányvonalának hazánkra vonatkozó előrejelzése szerint a jövőben jelentős mértékben növekedhet.

SORKÖZTAKARÓ NÖVÉNYZET

Hatékony erózióvédelmet biztosító egyéves sorköztakaró növényzet alakítható ki az őszi gabonafélék (őszi rozs, tritikálé) szaporítóanyagának tavaszi vetésével. A növényzet kizárólag vegetatív növekedést mutatott, a vernalizáció elmaradása következtében magszárat nem hozott. Nem elhanyagolható azonban, hogy a bokrosodásuk végbe megy és a sorköztakaró növényektől elvárt mérsékeltebb mennyiségű fitomassza produkció mellett 90-100 %-os takarást biztosítanak a talajfelszínen. A rozs erőteljesebb vegetatív növekedési erélye a kísérletünkben is érvényre jutott, ami a sorköztakaró rozs állomány átlagos vízfelhasználásában is megnyilvánult (1. táblázat).

Megnevezés	Zöldtömeg (g/2 fm)	Száraz tömeg (g/2 fm)	Szárazanyag hozam (kg/ha)	Vízfelhasználás (mm)
Tritikálé 1	391,47	87,66	3015	108,7
Tritikálé 2	532,06	114,04	4039	141,4
Átlag	461,77	100,85	3527	125,1
Rozs 1	674,13	156,10	5529	193,5
Rozs 2	460,21	113,35	4014	140,5
Átlag	567,17	134,73	4772	167,0

1. táblázat: A vizsgált gabonafélék szárazanyag produkciójának, illetve vízfelhasználásának alakulása (Tarcál, Murat-völgy, 2014)

Jelentősnek tűnhet a 120, illetve 160 mm-t meghaladó vízfelvétel, azonban megítélésem szerint ezt az adatot nem szabad egyoldalúan szemlélnünk. A növényzet nélküli, csupasz talajfelszínről is igen jelentős vízmennyiség képes elpárologni (evaporáció), amely folyamatot elsősorban fizikai paraméterek befolyásolnak. Ezek közül a talaj és a levegő hőmérséklete, illetve ez utóbbi páratartalma, és a szélviszonyok bírnak legnagyobb jelentőséggel. Hazánkban, a nyári hónapokban az átlagos szabadföldi evaporáció 5 mm/nap körüli értékre tehető,

ám 7 mm/nap maximális értéket is mértek már a szakemberek (TÓTH, 2004), amennyiben a párolgást a vízhiány nem gátolja.

Az evapotranszspiráció a növényzettel fedett felszínek pára formájában történő vízvesztését jelenti, ami a talajfelszín párolgásából, illetve a növényzet párologtatásából tevődik össze. Meg kell azonban jegyezni, hogy teljes növényborítás esetében az evaporáció a csupasz talajfelszín párolgásának mindössze kevesebb, mint 5%-át teszi ki (Tóth 2004). A fentiek alapján úgy is fogalmazhatunk, hogy a sorköztakaró növényállomány transzspirációja során felhasznált vízmennyiség egy részének forrását a növényborítás evaporáció-csökkentő hatásként megtakarított nedvességtartalom képezi. Lényegi különbségek nem alakultak ki a rozs, és tritikálé állományok talajának nedvességtartalma között a mechanikailag művelt sorközü kontrollhoz viszonyítva a mintavétel időpontjáig. Ez csak abban az esetben következhet be, ha a növények által elpárologtatott víz mennyisége nem haladja meg nagyobb mértékben a csupasz talajfelszín párolgásából eredő vízvesztesség mértékét. Természetesen a nagyobb biomasszát adó sorköztakaró növényzet vízfogyasztása meghaladhatja a talajtakarásból eredő evaporáció csökkenés mértékét, ami a gyökérzóna nedvességtartalmának olyan nagyságú mérséklődésében is megnyilvánulhat, ami már kifejezett kompetíciós viszonyokat hoz létre a takarónövényzet és a szőlőtőkék között a talaj vízkészletének hasznosítása terén.

Úgy ítélem meg, hogy a sorköztakaró növényzet talaj vízforgalmi szerepének értékelése során az evaporációcsökkentő hatást mindenképp számításba kell vennünk, hiszen talajtakarás nélkül jelentős mennyiségű víz hagyná el a növénytermesztési teret a talajfelszín párolgása révén. A kísérlet további tanulsága volt, hogy mindkét gabonaféleség jól elviselte a kaszálást, a beavatkozást követően kifogástalanul sarjadzott és az első növedékkel egyenértékű második növedéket nevelt. A második növedék lezúzását követően azonban különbséget tapasztaltunk a tritikálé és a rozs állományok viselkedése között. Amíg az első növényfaj állományai elszáradtak, addig a rozsvetések rész-

ben újrasarjadtak. Fontos szempontnak tartom, hogy az elhalt növényi maradványok egyféle mulcs réteget képeztek a talajfelszínen, ami tömegénél és egyenletes felszíni eloszlása révén alkalmas a vegetációs periódus további időszakában is a talaj evaporációs vízvesztésének, illetve az eróziós károk nagyságának mérséklésére.

TALAJMŰVELÉS

A vizsgálati eredmények egyrészt felhívják a figyelmünket arra, hogy a sorközök talajának mechanikai művelésével jelentős mértékben növelhető a felszínre érkező csapadék talajba szivárgó mennyiségének részaránya, amit ki kell használnunk a téli félév mérsékeltebb csapadékin tenzitással jellemezhető időszakában. A szüretet követően meg kell nyitnunk a sorközök talajának felszínét a csapadék talajba szivárgásának és a mélyebb talajszelvényben történő vízfelhalmozódás elősegítése céljából. A téli félév raktározott csapadéka fedezi ugyanis a lejtőkre telepített szőlőültetvények vízigényének jelentős részét a tenyészidőszakban. A nem művelt ültetvényekben a felszíni talajréteg nem megfelelő vízbefogadó, illetve vízvezető képessége eredményeként a téli félévben is jelentősebb mértékű vízvesztéseget eredményező felszíni vízfolyások alakulhatnak ki, csökkentve ezzel az adott talajszelvényben raktározott és a szőlőtőkék számára a következő tenyészidőszakban rendelkezésre álló víz mennyiségét, ami az adott termőhely aszályérzékenységének megnövekedését eredményezheti.

Más a helyzet az intenzív csapadékhullással jellemezhető nyári félévben, amikor a rendszeres mechanikai művelés eredményeként kialakult lazult talajfelszín jelentősen megnöveli a lejtős talajok vízerózióval szembeni érzékenységét (1. kép, 2. táblázat). A vízbefogadó és vízáteresztő képesség növelésére gyakorolt pozitív hatás ezt a löszök esetében nem képes ellensúlyozni. A lejtőkre települt lösztalajú szőlőültetvények esetében ezért a nyári félévben kerülni célszerű a ta-

lajfelszín jelentős lazultsági állapotát eredményező beavatkozásokat és törekedni kell az erózióvédelem agrotechnikai lehetőségeinek kihasználására. Ilyen megfontolásból is létjogosultsága lehet egyebek mellett a nyári félévben gyakorlatilag 100%-os talajtakarást biztosító őszi kalászos gabonák tavaszi vetésével kialakított sorköztakaró növényzet alkalmazásának a borvidékünk vízerózió iránt érzékeny talajú szőlőültetvényeiben.



1. kép: Mérsékeltebb és intenzív eróziós folyamatok a nem művelt (bal) és a rendszeresen művelt (jobb) sorközök talaján

2. táblázat: A rendszeres művelés hatása a talajfelszín erodálhatóságára
(Szarvas-dűlő, Tarcál, 2015.)

Lejtőszög	Talajfelszín	Kijuttatott víz mennyisége (mm)	Szimulált csapadékin-tézés (mm/óra)	Felszínen elfolyó víz mennyisége (mm)	Elfolyó/kijuttatott víz aránya (%)	Erodált talajrézecskek mennyisége (g/m ²)	Egységnyi elfolyó víz mennyiségére jutó erodált talaj mennyisége (g/m ² /mm)
15°31'	nem művelt	20,32	174	8,78	43,21	224,00	25,51
	művelt	25,76	221	7,79	30,24	1016,16	130,44
	átlag	-	-	8,29	36,73	620,08	77,98
11°55'	nem művelt	25,28	217	11,26	44,54	364,8	32,40
	művelt	24,80	213	9,2	37,10	738,4	80,26
	átlag	-	-	10,23	40,82	551,6	56,33
nem művelt átlag		-	-	10,02	43,88	294,4	28,96
művelt átlag		-	-	8,50	33,67	877,28	105,35

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmány az NKFI-113255 jelű kutatási projekt részeként, a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Hivatal támogatásával valósult meg.

IRODALOMJEGYZÉK

- ANDA A., BURUCS Z., KOCSIS T., 2011. Globális környezeti problémák és néhány társadalmi hatásuk. Kempelen Farkas Hallgatói Információs Központ. Budapest. (http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032_fenntarthato_fejlodes/ch05s02.html)
- BARTHOLY J., PONGRÁCZ R., TORMA Cs., 2010. A Kárpát-medencében 2021-2050-re várható regionális éghajlatváltozás RegCM-szimulációk alapján. Klíma-21 Füzetek. 60: 3-13.

- BARTHOLY J., SCHLANGER V., 2004. Az éghajlat regionális modellezése. Természet Világa. 135/2: 40-44.
- BASLER, P., 1992. Integrierte Production: Wiederherstellung des Ökosystems Boden. Schweizerische Zeitschrift für Obstund Weinbau, 12: 633-635.
- BAUER, K., FOX, R., ZIEGER, B., 2004. Moderne Bodenpflege im Weinbau. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf.
- BOLLER, E.F., AVILLA, J., GENDRIER, J.P., JÖRG, E., MALAVOLTA, C., 1998. Integrated Production in Europe: 20 years after the declaration of Ovronnaz. IOBC wprs Bulletin, Bulletin OILB srop. 21/1: 34.
- HOFFMANN U., LÁSZLÓ Gy., 2012. A fajgazdag sorköztakaró növényzet szerepe az ökológiai szőlőtermesztésben. http://www.bio-kontroll.hu/cms/index.php?option=com_content&view=article&id=1387:a-fajgazdagsorkoeztakaro-noevenyzet-szerepe-azoekologiai-szlettermesztésben&catid=324:bioszl-termesztese&Itemid=43
- JACOMETTI, M.A., WRATTEN, S.D., WALTER, M., 2007. Understorey management increases grape quality, yield and resistance to Botrytis Cinerea. Agriculture, Ecosystem and Environment, 122: 394-356.
- KING, A.P., BERRY, A.M., 2005. Vineyard nitrogen and water status in perennial clover and bunch grass cover crop systems of California's central valley. Agriculture, Ecosystems and Environment. 109: 262-272.
- OMSZ-ELTE: 2006. Klimatológiai forgatókönyvek a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiához. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium. Budapest.
- SZALAI S., 2004. Igazolják-e a felmelegedést a megfigyelt adatok? Természet Világa 135/2: 48-50.
- SZALAI S., KONKOLYNÉ BIHARI Z., LAKATOS M., SZENTIMREY T. 2005., Magyarország éghajlatának néhány jellemzője 1901-től napjainkig. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest. 4-9.

- SZÁSZ G., 1994. Magyarország éghajlata és annak változékonysága. Éghajlat, időjárás, aszály I. (szerk.: Cselőtei L., Harnos Zs.), MTA Aszály Bizottság, Budapest.
- VARGA I., 1994. A talajtakarás szerepe a dombvidéki szőlőtermesztésben. Kandidátusi értekezés, Eger.
- ZANATHY G., NÉMETHY L., VÉGHÉLYI K., BALOGH I., 2000. Szalmatakarás a szőlőtermesztésben, Borászati Füzetek 6: 7-12.

EXAMINATION OF SOME AGROTECHNICAL METHODS OF MITIGATION OF WATER EROSION DAMAGES IN VINEYARDS OF THE TOKAJ WINE PRODUCTION REGION

ZSIGRAI, GYÖRGY

*Research Institute for Viticulture and Oenology
3915 Tarcál, Könyves Kálmán utca 54, Hungary
E-mail: zsigrai.tarcalkutato@gmail.com*

One of the expected detrimental effects of climate change is increase of rainfall erosivity level. With the purpose of more detailed exploration of some horticultural methods (cover cropping, hay covering, soil cultivation) and possibilities for mitigation of erosion damages of vineyard soils, different experiments were carried out in the trial sites of the Research Institute for Viticulture and Oenology in Tokaj, Hungary, during the last five years. This paper summarizes the main results of this scientific research work.

It was concluded that the hay covering had important influences on the dynamics of soil moisture content in the 0-280 cm soil profiles, due to its effective mitigation effects on the soil surface evaporation and on the infiltration intensity of precipitation. Although, insufficient water supply of vines can occur in case of application of bigger hay covering doses, especially in soils with limited water holding capacity or shallow rooting zone. Very efficient erosion protecting annual crop cover can be produced by spring sowing of winter rye, winter wheat and triticale. If seeds of these crops are sown in the second or the third decade of April, plants show vegetative growth only and do not switch to generative development without vernalization. The retained soil water content originated from the evaporation mitigating effects contributed significantly to the water supply of the tested cover crops.

It is important, that these cover crops perish at the end of August or at the beginning of September, hence they do not cause weed control problems during next growing seasons, but crop residues can protect the soil surface against water erosion.

After the harvest, we should open the soil surface to increase the infiltration intensity and to promote the accumulation of precipitation in the deeper soil layers. But, we should avoid the regular cultivation practices which can result in significant loosen state of the top soil layer in summer periods and try for utilization of other agrotechnical possibilities of erosion protection.