



75 ÉVES A KARCAGI KUTATÓINTÉZET

Válogatás a MATE Karcagi Kutatóintézet
kutató-fejlesztő munkájának eredményeiből

Szerkesztette: Zsembeli József

75 ÉVES
A KARCAGI KUTATÓINTÉZET
1947–2022

Válogatás a MATE Karcagi Kutatóintézet
kutató-fejlesztő munkájának eredményeiből

75 ÉVES A KARCAGI KUTATÓINTÉZET 1947–2022

Válogatás a MATE Karcagi Kutatóintézet
kutató-fejlesztő munkájának eredményeiből

Szerkesztő:
Zsembeli József



MATE
Gödöllő, 2022

Szerkesztő:
Zsembeli József
MATE Karcagi Kutatóintézet

Lektorok:
Bodnár Károly
Bozán Csaba
Jancsó Mihály
Kolozsvári Ildikó
Kun Ágnes
Szalóki Tímea
Székely Árpád
Valkovszki Noémi Júlia

© Szerzők, 2022
Szerkesztés © Zsembeli József, 2022

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc
alábbi típusa vonatkozik: CC-BY-NC-ND-4.0.



Kiadja a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
(2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.)

Felelős kiadó:
Prof. Dr. Gyuricza Csaba, rektor

Tördelés/lapterv: Szalai Norbert
Olvasószerkesztő: G. Szabó Sára

Készült a MATE Egyetemi Szolgáltató Nonprofit Kft. közreműködésével
200 példányban
Felelős vezető: Balázs Brigitta

ISBN 978-963-623-013-5 (nyomtatott)
ISBN 978-963-623-014-2 (pdf)

Tartalom

Előszó.....	7
<i>Zsembeli József</i> A Karcagi Kutatóintézet múltja és jelene	9
<i>Tuba Géza, Nagy Pál, Kovács Györgyi, Sinka Lúcia, Arzu Rivera-Garcia, Zsembeli József</i> A redukált talajművelési rendszer alkalmazása a Nagykunság kötött talajain	17
<i>Kovács Györgyi, Tuba Géza, Sinka Lúcia, Nagy Pál, Arzu Rivera-Garcia, Zsembeli József</i> A klímaváltozás lokális hatásainak értékelése a szélsőséges időjárási helyzetek tükrében.....	27
<i>Sinka Lúcia, Nagy Pál, Kovács Györgyi, Tuba Géza, Arzu Rivera-Garcia, Zsembeli József</i> A másodlagos szikesedés okozta növényi stressz mérséklési lehetőségei	37
<i>Arzu Rivera-Garcia, Nagy Pál, Tuba Géza, Kovács Györgyi, Sinka Lúcia, Zsembeli József</i> Effect of soil conditioning on the yields of three vegetable crops under irrigation with salty water	47
<i>Zsembeli József, Kovács Györgyi, Sinka Lúcia, Arzu Rivera-Garcia, Nagy Pál, Tuba Géza</i> A liziméteres mérések kiterjesztése a másodlagos szikesedés kutatásában.....	59
<i>Czibalmos Róbert, Asbolt Gergő, Murányi Eszter, Zsigrai György</i> A karcagi nemesítésű őszi kalászosok konvencionális nemesítésétől az ökonemesítésig	73
<i>Asbolt Gergő, Czibalmos Róbert, Murányi Eszter, Zsigrai György</i> Őszi kalászos gabonanövények nemesítése a Nagykunság szélsőséges agroökológiai feltételei között.....	87
<i>Murányi Eszter, Asbolt Gergő, Zsigrai György, Czibalmos Róbert</i> Kétvonalas szemescirok-hibridkombinációk előállítását megelőző vizsgálatok és értékelések	103
<i>Zsigrai György, Asbolt Gergő, Murányi Eszter, Czibalmos Róbert</i> Karcagi nemesítésű növényfajták termesztéstechnológiájának továbbfejlesztése, az abiotikus stressz elleni védelem újszerű lehetőségeinek vizsgálata	111

<i>Csízi István, Varga Krisztina, Fúró Gabriella</i> Augusztusi hőségnapok meteorológiai értékeinek összehasonlítása delelőligetben és nyílt juhlegelőn	129
<i>Fúró Gabriella, Varga Krisztina, Csízi István</i> Különböző genotípusú anyajuhállományok zsírosgyapjú-hozamának összehasonlítása.....	139
<i>Varga Krisztina, Csízi István, Fúró Gabriella</i> Különböző fejlődési stádiumú zsombékok morfológiai paramétereinek pontosítása	145
<i>Czellér-Pintér Krisztina, Tüdősné Budai Júlia</i> A gazdálkodók által leadott talajminták vizsgálati eredményeinek értékelése a nitrát-kormányrendelet tükrében	153
<i>Tüdősné Budai Júlia, Czellér-Pintér Krisztina</i> A gazdálkodók számára kötelezően előírt talajvizsgálatokban rejlő lehetőségek	159
A kötet szerzői	164

Előszó

Hazánk legnagyobb tájegysége, az Alföld szépségét költőóriások öntötték ércnél maradandóbb verssorokba. Nagy munkát végeztek itt a tudósok és a gazdálkodók is; évszázadok alatt kiismerték a Dunán innentől a Tiszántúlig terjedő országnyi terület sokszínűségét, talajainak változatosságát és sajátosságait, az ökológiai viszonyok által meghatározott termelési potenciálját, és ezekben jelentős változtatásokat is végeztek.

Kompolttól Karcagig, Szarvastól Szegedig kutatók generációi foglalkoztak a kisebb-nagyobb alföldi régiók jellegzetességeivel. Munkájuk nyomán megismerték a termelők is, hogyan lehet, hogyan kell gazdálkodni többek között az egyes tájegységeket meghatározó nyírségi homoktalajokon, a nagykunsági szikes talajokon vagy a Mátra-bükkaljai csernozjom barna erdőtalajon. Az alkalmazkodás megmutatkozott a talajművelésben és a fajták nemesítésében, aminek az egész ország hasznát látta és látja, hiszen a tudományos eredményeket Magyarország számos vidékére lehetett és lehet a jövőben még inkább adaptálni. Az Északi-középhegység esőárnyékának figyelembevételétől a Tisza-Körös völgyi Együttműködő Vízgazdálkodási Rendszer által megteremtett öntözési lehetőségekig terjed az a paletta, amiből a szakembereknek ki kell választaniuk a leghatékonyabb technológiákat.

A fennállásának 75. évfordulóját ünneplő Karcagi Kutatóintézet egyike azoknak a hagyományos tájintézeteknek, amelyek több emberöltő óta szolgálják a magyar agrár- és élelmiszer-gazdaságot a legkülönbözőbb szervezeti formában és elnevezésekkel. Befogadó környezetének sajátossága, hogy a gazdálkodás – az itteni állattartás és növénytermesztés – hagyományai a Nagyikunság majd 800 éves identitásában gyökereznek.

Örömmünkre szolgált, hogy a Karcagi Kutatóintézet 2021-ben a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetembe integrálódott, része lett annak a kutatóhálózatnak, amely az intézmény öt campusa mellett a korábbi Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ 11 kutatóintézetét és négy gazdasági társaságát tömöríti, beleértve az említett kompolti, szarvasi és szegedi szellemi műhelyeket is. Az Egyetem az agrárágazat szakpolitikai és innovációs központjává vált, ami nagyobb mozgásteret nyújt a képzések, a gazdálkodás és szervezet modernizálásához, fejlesztéséhez. A kutatói és egyetemi szféra ötvözésével még ígéretesebb eredmények szülehetnek az agrár-, élelmiszer- és vidékgazdaság területén.

Az Alföld hazánk legcsapadékszegényebb, környezeti jellemzőit tekintve igen sérülékeny része. A Nagykunság hol a Tiszával küzdött – népe kétszer is megépítette a Mirhó-gátat –, hol az aszály veszélyeztette megélhetését. S bizony, ma is napirenden van – sőt, talán soha nem volt időszerűbb – a vízkészletek és a fejlesztési lehetőségek összevetésének feladata. Az éghajlatváltozás alkalmazkodási stratégiák kidolgozására kötelez, a növénynemesítés mellett különösen fontos a talajművelési technológiák átalakítása. Ezek megfelelő alkalmazásával egyaránt mérsíkelhető a csapadékot lényegében elvesztő belvizek és az aszály pusztítása.

A Karcagi Kutatóintézet jubileumi kötetének tanulmányai bemutatják a Földművelési és Vidékfejlesztési Osztály, a Növénynemesítési és Fajtafenntartási Osztály, a Juhászati és Gyepgazdálkodási Osztály, valamint a Központi Laboratórium időszerű munkáit, melyek eredményei a gyakorlatba átültethetők.

Jó szívvel ajánlom jubileumi tanulmánykötetünket, amelyből megismerhetik a Karcagi Kutatóintézet kutató-fejlesztő munkáját és annak eredményeit.

Prof. Dr. Gyuricza Csaba
rektor

A Karcagi Kutatóintézet múltja és jelene

*Zsembeli József

*MATE Karcagi Kutatóintézet

A Karcagi Kutatóintézet története

A MATE Karcagi Kutatóintézet alaptevékenysége a mezőgazdasági kutatásra, fejlesztésre, oktatásra, illetve szaktanácsadásra terjed ki. Elhelyezkedéséből adódóan fő feladata a Közép-Tiszavidék kedvezőtlen ökológiai adottságai között folytatott szántóföldi növénytermesztési tevékenység során felmerülő problémák kutatása. Ezen belül kiterjedt kutatási tevékenységet folytat a kedvezőtlen fizikai és kémiai tulajdonságú, kötött talajoknak a fenntartható mezőgazdasági fejlesztés kritériumait is kielégítő művelési és tápanyag-gazdálkodási rendszerének kidolgozása terén. Ezenkívül fontos feladata a térség ökológiai adottságaihoz leginkább alkalmazkodó növényfajták nemesítése, azok termesztéstechnológiájának kidolgozása, az alföldi gyepterületek hasznosítása és a gazdaságos juhtartás technológiájának továbbfejlesztése. Nagy hagyományokkal rendelkezik a Kutatóintézet a szikes, illetve savanyú talajok kémiai és fizikai meliorációjának, illetve vízháztartás-szabályozásának tudományos megalapozása terén is.

A Kutatóintézet eddigi működéséhez olyan kutatási eredmények kötődnek, amelyek a tudományos ismeretanyag bővítésén túl gyakorlati vonatkozásban is figyelemre méltóak. Az alábbiakban kiemelt, maradandó értékű K+F-eredmények jól reprezentálják a Kutatóintézet munkájának széles körét és a gyakorlatot közvetlenül segítő fejlesztési tevékenységét:

- » Talajvédelmi módszerek fejlesztése a Nagyunság agroökológiai feltételeihez alkalmazkodó földművelési rendszerekben;
- » A talaj víz- és anyagforgalmának vizsgálata az abiotikus növényi stresszfaktorok hatásainak mérséklése céljából;
- » Karcagi tájfajták nemesítése és a környezeti feltételekhez alkalmazkodó agrotechnológiájuk fejlesztése;
- » Karcagi tájfajták hasznosítási lehetőségeinek szélesítése és felhasználása a vidékfejlesztésben;
- » Környezetbarát gyepgazdálkodási technológiák fejlesztése;
- » A juhágazat versenyképességének fejlesztése kedvezőtlen ökológiai adottságú területeken;
- » A Nagyunság környezetterhelés-monitoringja gazdálkodók által leadott talajminták alapján.

A Kutatóintézet fejlesztési programja a fentebb felsorolt, elsősorban a tájterületre irányuló projektekre épül. A kutató-fejlesztő munkához olyan kutatóbázisok állnak rendelkezésre, amelyek folyamatos, új igényekhez igazodó fejlesztésével biztosítani tudják a megfelelő színvonalú kutatómunkát. A Kutatóintézet területe reprezentálja a Közép-Tiszavidék talajadottságait. Ez az adottság a meglévő teleprendszerrel együtt jó lehetőséget biztosít közép- és felsőfokú

(BSc, MSc) hallgatók gyakorlati oktatására, mintagazdaságok, bemutatóterek, szaktanácsadási bázisok kialakítására, illetve a doktoranduszok (PhD-hallgatók) számára a kísérleti háttér biztosítására. Ezzel a Kutatóintézet komoly innovációs szerepet tölt be a régió mezőgazdaságának a fenntarthatóság követelményeinek megfelelő fejlesztésében, az oktatásban és a vidékfejlesztésben, amely szerepet alapvető küldetésének tekint.

A Kutatóintézet kutatási kapacitása, K+F-eredményei, kutatási bázisai, referenciatelepei a K+F-feladatok mellett alapját képezik a továbbképzésnek és a gyakorlati oktatásnak is. A Kutatóintézet a kutatás-fejlesztési, oktatási és szaktanácsadási tevékenysége során figyelemmel kíséri a mezőgazdaságtudomány és az ahhoz kapcsolódó tudományterületek terén elért hazai és a nemzetközi szellemi vívmányokat, eredményeket, ugyanakkor magáénak vallja a fenntartható gazdaságfejlesztés és erőforrás-használat alapelveit. Az Egyetem többi szervezeti egységéhez hasonlóan elkötelezett az európai integráció értékrendje iránt, amit a tevékenysége során folyamatosan érvényesít.

Karcagi Állami Növénynemesítő Telep (1947–1955)

A II. világháborút követően a földművelési tárca vezetése egy, a Közép-Tiszavidék kedvezőtlen agroökológiai adottságai között folytatott mezőgazdálkodási tevékenység problémakörének kutatásával foglalkozó kutatóintézet létrehozásáról határozott. A Karcagi Mezőgazdasági Középiskola épületei, illetve területe egy részének igénybevételevel, a Bödönháti Nemesítő és Kísérleti Telep nemesítési alapanyagára alapozva dr. Vezekényi Ernő irányítása alatt megalakult a Karcagi Állami Növénynemesítési Telep. Alapfeladata a térségben jelentősebb szerepet betöltő gazdasági növények (takarmányrépa, szegletes lednek, őszi búza stb.) nemesítése volt. 1952-ben a kutatók száma már nyolc fő, a rendelkezésre álló terület 4 000 kh, a nemesítési munkába vont növényfajok száma pedig 15 volt. A kutatási tevékenység kiterjedt az agrotechnikai fejlesztés, illetve a szikjavítás kérdéskörére is.

Nagykunsági Mezőgazdasági Kísérleti Intézet (1955–1970)

1955-ben egy korábbi kormányhatározat végrehajtási utasítása értelmében a Karcagi Állami Növénynemesítő Telep Nagykunsági Mezőgazdasági Kísérleti Intézet néven tájkutató intézetté alakult Szolnok megyére, illetve Hajdú-Bihar megye bihari területeire kiterjedő hatáskörrel. Feladata a táj növénynemesítése, növénytermesztési, állattenyésztési, illetve üzemszervezési problémáinak kutatása volt. A Szarvasi Öntözési Kutató Intézettől 1958-ban csatolták a karcagi intézethez a kisújszállási és a kunhegyesi kísérleti telepeket, amelynek eredményeként a kutatási feladatok öntözési kutatásokkal bővültek. Ebben az időszakban alakították ki a Kutatóintézet új központi telephelyét. A gazdasági épületeket 1957-ben, a főépületet 1960-ban adták át. A talajművelési kutatások 1955-ben kezdődtek el. Igen nagy hangsúlyt kaptak a szikes, illetve réti talajokkal kapcsolatos talajművelési, öntözési és egyéb agrotechnikai kutatások.

Talajművelési Kutató Intézet (1970–1976)

Az 1960-as évek végén a nagyobb kutatóintézetekben profiltisztítást hajtottak végre, aminek eredményeként egy-egy konkrét témakörre szakosodott, országos jellegű feladatok ellátására is alkalmas intézetek alakultak ki. Ennek megfelelően a MÉM mint irányító hatóság a karcagi Kísérleti Intézet nevét Talajművelési Kutató Intézetre módosította, amelynek feladatát országos

hatáskörrel 1970-től kezdődően a talajművelési rendszerek és módszerek, valamint a különböző talajok talajjavítási eljárásainak fejlesztésére irányuló komplex kutatásokban jelölte ki. E mellé társult a bükkönyfélék, a szegletes lednek, a szudánifű, a köles és a mohar nemesítése és termesztéstechnológiájuk fejlesztése. Ebben az időszakban a Talajművelési Kutatóintézet nevéhez kötődik a „Korszerű talajművelési rendszerek, módszerek, valamint talajjavítási eljárások komplex kutatása” című országos kutatási célprogram kidolgozása, valamint a végrehajtás koordinálása.

DATE Kutató Intézete, Karcag (1976–1999)

A Talajművelési Kutató Intézet a MÉM utasításra 1976 júniusában a Debreceni Agrártudományi Egyetemhez került DATE Kutató Intézet néven, részben önálló gazdálkodási tevékenységet folytató szervezeti egységként. A kutatóintézet fontos szerepet játszott a „K-9. Talajtermékenység fokozása alapvetően új irányok kidolgozásával”, „Egyéb takarmánynövények nemesítése és fajtafenntartása”, valamint a „Gyepgazdálkodás fejlesztésének komplex kutatása” című, országos szintű kutatási feladatok megvalósításában. A Debreceni Agrártudományi Egyetem, az FM Szakoktatási és Kutatási Főosztálya, valamint az Agrárkutató Intézmények aktív együttműködése tette lehetővé a „G-9. A talajtermékenység fokozását, az elsődleges biomassa termelés gazdaságos növelését megalapozó fontosabb K+F feladatok” című program kidolgozását és megvalósítását az 1980-as években. A program keretében a meliorációs, valamint talajhasználati és talajművelési projektekből résztvevő kutatóhelyek koordinálását a Karcagi Kutató Intézet végezte.

Debreceni Egyetem AMTC Karcagi Kutató Intézet (2000–2013)

A felsőfokú oktatás intézményrendszerének átalakítása után a Kutató Intézet 2000. január elsején a Debreceni Egyetem szervezeti rendszerébe integrálódott, bár az integráció eredményeként elvesztette önálló jogi személy státuszát. Alapító intézménye az Egyetem Agrártudományi Centrumának. A kutatási feladatok nagyobb részt a Közép-Tiszavidék mezőgazdasági hasznosításával, illetve a talajaink védelmével kapcsolatos problémák körére terjed ki. Ennek megfelelően nemesítési, agrotechnikai, talajtermékenységi, talajvédelmi, talajhasznosítási, talajművelési, juhászati, gyepgazdálkodási és vidékfejlesztési jellegű témakörök képezik a Kutató Intézet kutatási alapfeladatait. A K+F-tevékenység köre az utóbbi évtizedben kibővült, aminek eredményeként fontos és perspektivikusnak mondható kutatásokat kezdtünk bioenergetikai és a talajok szénforgalmával kapcsolatos témakörökben is. A Kutató Intézet munkatársai egyre több tématerületen bekapcsolódnak az AGTC karain folyó graduális oktatási tevékenységbe, telephelyei pedig egyre jelentősebb bázisát képezik a BSc-képzésben a korábbinál nagyobb jelentőséget kapó gyakorlati oktatásnak.

DE Agrártudományi Központ Karcagi Kutatóintézet (2014–2016)

A Magyarország 2014. évi központi költségvetését megalapozó egyes törvények módosításáról szóló 2013. évi CCIII. törvény 25-26. §-a, valamint a Debreceni Egyetem Szenátusának 10/2013. (XII. 19.) hozott döntése alapján átalakult a Debreceni Egyetem szervezeti felépítése és működése. 2014. január 1-jétől kezdődően hatályát veszítette a korábbi centrumokra, illetve Tudományegyetemi Karokra (TEK) mint tervezési-gazdálkodási egységekre tagozódó

szervezeti felépítés, így megszűnt a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma (DE AGTC) is. 2014. január elsejétől az agrártudományi szakmai feladatok koordinálására, az ágazati kutató-fejlesztő, innovációs tevékenységgel, a területi szaktanácsadással, e témakörben az agrár szak- és továbbképzéssel, valamint a gyakorlati képzéssel kapcsolatos feladatok ellátására létrejött a Debreceni Egyetem Agrártudományi Központ (DE ATK).

DE Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság Karcagi Kutatóintézet (2016–2021)

A Debreceni Egyetem Szenátusa 7/2016. (III.17.) számú határozatával létrehozta a Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság (DE AKIT) elnevezésű szervezeti egységet, amely 2016. június 01. napjától kezdte meg a működését. Fenti határozat értelmében az Agrártudományi Központ 2016. május 31. napjával megszűnt.

MATE Karcagi Kutatóintézet (2021–)

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetemért Alapítvány létrehozásáról, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetemért Alapítvány és a Szent István Egyetem, illetve a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem működéséhez szükséges feltételek és forrás biztosításáról, valamint a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ átalakulásáról szóló 2004/2020. (XII. 24.) Korm. határozat 16. pontja szerint a Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság Karcagi Kutatóintézet a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem részére 2021. február 1. napjával átadásra került. Fentiek alapján az érintett kutatóintézet 2021. február 1. napjától a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Karcagi Kutatóintézet néven folytatja tevékenységét mint az intézmény rektorának közvetlen irányítása alá tartozó szervezeti egység.

A Karcagi Kutatóintézet jelenlegi tevékenységei

A Karcagi Kutatóintézet 1947-es alapítása óta szolgálja a táj kutatást. A fenntartható mezőgazdasági fejlesztés tudományos megalapozásához az Intézet elsősorban növény-nemesítési és fajtafenntartási, tájtermesztési, talajművelési és talajvédelmi, juhtenyésztési és gyepgazdálkodási kutatásaival kapcsolódik.

Az Intézet tevékenysége földrajzi helyzetéből adódóan a Közép-Tisza mente természeti földrajzi tájra irányul, de a táj kutató intézeti jelleg mellett az általa művelt diszciplínák általánosítható tartalma és esetenként közvetlen kísérleti tevékenysége révén bekapcsolódik a fenti tudományterületek országos és nemzetközi munkamegosztásába is. Haladó hagyományait követve az Intézet fő feladata ma is a Nagykovácság agroökológiai feltételeinek vizsgálata, a tájhoz alkalmazkodó mezőgazdaság fejlesztése, a talajt védő agrotechnológiai megoldások kidolgozása, a biológiai alapok megőrzése és fejlesztése hagyományos nemesítési módszerekkel – különös tekintettel a Nagykovácság agroökológiai feltételeihez alkalmazkodó tájfajta nemesítésére –, illetve a juhágazat versenyképességének növelése és az extenzív gyepgazdálkodási technológiák fejlesztése.

A természet- és környezetvédelemtől kezdve a termelésfejlesztésen át a térség, illetve a vidék agrárgazdaságával összefüggő legfontosabb kérdéseit átfogva, olyan szellemi tudásközpont létrehozása a cél, amely választ tud adni a mezőgazdasági termeléssel, termék-előállításal,

illetve vidékfejlesztéssel kapcsolatos regionális kérdésekre. Ennek érdekében olyan komplex interdiszciplináris tevékenységeket végzünk, amelyeken belül fontos és nélkülözhetetlen szerepet töltenek be, és ennél fogva alapvető prioritásokat kapnak a fenntartható mezőgazdasági tevékenységet megalapozó, kiteljesítő, a környezetet kevésbé terhelő, annak védelmét szolgálni hivatott, minőségi és biztonságos termékek előállítását biztosító, végül, de nem utolsósorban agronómiai és ökonómiai egyaránt hatékony technológiák kifejlesztését célzó kitűző kutatások.

Az Intézet alaptevékenysége a mezőgazdasági kutatásra, fejlesztésre, oktatásra, illetve termelésre terjed ki. Elhelyezkedéséből adódóan fő feladata a Közép-Tiszavidék kedvezőtlen ökológiai adottságai között folytatott szántóföldi növénytermesztési tevékenység során felmerülő problémák kutatása, ezen belül kiterjedt kutatási tevékenységet folytat a kedvezőtlen fizikai és kémiai tulajdonságú, kötött talajoknak a fenntartható mezőgazdasági fejlesztés kritériumait is kielégítő művelési és tápanyag-gazdálkodási rendszerének kidolgozása terén. Ezenkívül fontos feladata a térség ökológiai adottságaihoz leginkább alkalmazkodó növényfajták nemesítése, azok termesztéstechnológiájának kidolgozása, az alföldi gyepterületek hasznosítása és a gazdaságos juhtartás technológiájának továbbfejlesztése. Nagy hagyományokkal rendelkezik a Kutatóintézet a szikes talajok kémiai és fizikai javításának, illetve vízháztartás-szabályozásának tudományos megalapozása terén is.

Az alábbiakban kiemelt, maradandó értékű K+F-projektek jól reprezentálják az Intézet munkájának széles körét és a gyakorlatot közvetlenül segítő fejlesztési tevékenységét:

- » Talajvédelmi módszerek fejlesztése a Nagykovácság agroökológiai feltételeihez alkalmazkodó földművelési rendszerekben;
- » A talaj víz- és anyagforgalmának vizsgálata az abiotikus növényi stresszfaktorok hatásainak mérséklése céljából;
- » Karcagi tájfajták nemesítése és a környezeti feltételekhez alkalmazkodó agrotechnológiájuk fejlesztése;
- » Karcagi tájfajták hasznosítási lehetőségeinek szélesítése és felhasználása a vidékfejlesztésben;
- » Környezetbarát gyeptápanyag-gazdálkodási technológiák fejlesztése;
- » A juhágazat versenyképességének fejlesztése kedvezőtlen ökológiai adottságú területeken;
- » A Nagykovácság környezetterhelés-monitoringja gazdálkodók által leadott talajminták alapján.

Földművelési és Vidékfejlesztési Osztály

A Földművelési és Vidékfejlesztési Osztály olyan talajművelési eljárásokat, tápanyag-gazdálkodási lehetőségeket, talajorvoslási megoldásokat fejleszt, amelyek szélsőséges agroökológiai körülmények között is lehetővé teszik az eredményes növénytermesztést. Céljuk a mezőgazdasági erőforrások fenntartható használatát tudományosan megalapozó növénytermesztési technológiák, talajhasznosítási módok, eljárások kialakítása, különös tekintettel – a hagyományos talajművelési filozófián alapuló technológiafejlesztés mellett – a talaj fizikai degradációját mérséklő, új szemléletű földművelési rendszer térségi adaptációjára. Az Intézet tradicionális tevékenységi területe a talajjavítással kapcsolatos kérdések vizsgálata. A talajkondicionálás,

a másodlagos szikesedés elleni védekezés, valamint a mechanikai talajjavítás témakörében előrehaladott és széles körű kutatás folyik, a precíziós mezőgazdálkodási elvek érvényre juttatására való törekvés mellett. Az osztályon olyan, a mikrokondicionálás alapelvein működő termékcsomag-variációk kidolgozása folyik, amelyek különböző léptékben (nagyüzemi, kiskerti) is felhasználhatók a talaj kondicionálására és a termesztett növény tápanyagigényének kielégítésére a helyi talajadottságok maximális figyelembevételével.

Az osztály feladata a kísérleti tereket, a liziméter-állomást, a kísérleti és bemutató kerteket, K+F-eszközöket és egyéb infrastruktúrát magába foglaló olyan kutatási és bemutató háttér létrehozása és fejlesztése, amely a tájegységre jellemző ökológiai, társadalmi és gazdasági adottságok között különböző K+F-eredmények elérése mellett alkalmas a többszintű (elsősorban felsőfokú BSc-, MSc-képzés) gyakorlati oktatás és a széles körű szaktanácsadás szerepének ellátására úgy, hogy egyúttal a magas szintű doktorképzés (PhD) oktatási és kísérleti bázisaként is szolgál.

Növénynemesítési és Fajtafenntartási Osztály

A Növénynemesítési és Fajtafenntartási Osztály elsődleges célja, hogy a térség kötött talajú és szikes területeire adaptált, a lehető legnagyobb termésbiztonságot adó fajtákkal lássa el a Közép-Tisza mente, illetve a Nagykunság gazdálkodóit.

A táj szélsőséges talajtani és éghajlati adottságaihoz jól alkalmazkodó, biztonságosan termesztethető és jó minőségi paraméterekkel rendelkező fajták előállítása nem újkeletű probléma. Már az Intézet első igazgatója, dr. Vezekényi Ernő is így fogalmazott 1949-ben: „A szikes tájak részére olyan új fajtákat állítsunk elő, amelyek jól tűrik a táj kedvezőtlen talajait és a szeszélyes időjárást, az eddigi fajtáknál nagyobb, biztonságosabb termést adnak, télállóak, erősebben ellenállnak a betegségeknek és kiváló a minőségük is.” Mindazonáltal a folyamatosan változó környezeti feltételek, különösen a szélsőséges időjárási és hidrológiai helyzetek gyakoriságának növekedése új kihívásokat támaszt a növénynemesítéssel foglalkozó tájkatatók elé. Ennek megfelelően az osztályon folyó kutatás további céljai a tájfajták megőrzése, a géneráció megelőzése, versenyképes új tájfajták nemesítése, a termelésből kivont területek hasznosítására alkalmas növényfajták előállítása, a biológiai alapok megőrzéséhez és fejlesztéséhez kapcsolódó technikai, infrastrukturális háttér fejlesztése, az ipari célú hasznosítás vizsgálata, a tájfajták hasznosítási lehetőségeinek szélesítése és felhasználása a vidékfejlesztésben, mindez a fenntartható növénytermelés kritériumainak megfelelően.

Juhászati és Gyepgazdálkodási Osztály

A Juhászati és Gyepgazdálkodási Osztály tevékenységének jogosultságát az adja, hogy a vidék harmadán olyan szikes talajok találhatók, amelyeket talajművelésre egyáltalán nem lehet használni, de juhlegelőkként hasznosíthatók. A gyepkutatás saját nemesítésű fűfajtáink hasznosíthatóságának és a gyepek hozamának növelésére és a vegetációs idő meghosszabbítására irányul.

Feladatuk a szántóföldi növénytermesztésre feltételeken alkalmas, illetve alkalmatlan alföldi területek haszon- és környezetvédő gyeppekkel, valamint alternatív növényekkel történő hasznosítási lehetőségeinek, azok környezeti hatásának vizsgálata, illetve az ökológiai adottságokhoz alkalmazkodó, környezetkímélő gyephasználati módok kidolgozása és bemutatása oktatási, szaktanácsadási mintatereken.

Feladatként jelentkezik a megváltozott gazdasági körülményekhez harmonizálva a gyepgazdálkodás azon lehetőségeinek (pl. ráfordítás-csökkentés, hozamnövelés stb.) feltárása, illetve pontosítása, amelyek a tiszántúli gyepek ökológiai és talajtani adottságaihoz igazodva a racionális területhasználatot elősegítik. Fontosak az extenzív legelők nyári állatteltartó képességének növelésére irányuló kísérleteink, az olyan eljárások kidolgozása, amelyek az állatállomány folyamatos legelőn tartását megoldják a természetes gyepek termésdepressziói idején. A legeltetési hasznosítás mellett a súlypont várhatóan egyre inkább a környezet-, illetve természetvédelmi, turisztikai, vadászati stb. prioritásokat érvényesítő használati módok felé tolódik el. E súlyponteltolódásokat mielőbb modellezni, vizsgálni kell a szikes talajok hasznosítási kutatásaiban is.

Juhkutatási témakörben az úgynevezett asszisztált biotechnológiai vizsgálatok (pl. ivarzás szinkronizálás, embrióátültetés stb.) mellett a juhok endoparazitáinak fertőzési folyamatvizsgálatát végzik, mely a hazai juhágazat idült problémája.

Központi Laboratórium

A Központi Laboratórium 2004-ben megszerezte az akkreditált státuszt, így a régió gazdálkodói részére biztosítani tudja a számukra kiírt pályázatok feltételeként előírt talajvizsgálatok elvégzését. Bizonyos mérési folyamatok automatizálásával lehetővé válik, hogy a kutatási feladatok mellett a külső megrendelők fokozódó igényeit is ki tudjuk elégíteni, ami az árbevétel növekedéséhez is nagymértékben hozzájárulna.

A Központi Laboratórium tevékenyen részt vesz a kutatás támogatásában, illetve az egyetemi hallgatók képzésében, biztosítja az Intézetben készült TDK, szakdolgozati és doktori témák vizsgálati háttérét. A laboratórium jelentős talajfizikai vizsgálatok elvégzéséhez szükséges eszközparkkal és szaktudással rendelkezik, melyet korszerűsítve jól felhasználható elemmé válhatna az oktatásban és a kutatásban egyaránt. Terveink között szerepel egy kb. 10 fő kapacitású oktatólabor kialakítása, ami nagymértékben hozzájárul a felnőtt-, illetve BSc-képzés terén kifejtett tevékenységünk kiszélesítéséhez.

Oktatás

Az Intézet majdnem 1000 hektáros területe jól reprezentálja a Közép-Tiszavidék talajadottságait. Ez az adottság a meglévő teleprendszerrel együtt jó lehetőséget biztosít közép- és felsőfokú (BSc-, MSc-) hallgatók gyakorlati oktatására, mintagazdaságok, bemutató terek, szaktanácsadási bázisok kialakítására, illetve a doktoranduszok (PhD-hallgatók) számára a kísérleti háttér biztosítására. Ezzel a Kutatóintézet komoly innovációs szerepet tölthet be a régió mezőgazdaságának a fenntarthatóság követelményeinek megfelelő fejlesztésében, az oktatásban és a vidékfejlesztésben, amely szerepet alapvető küldetésének tekint.

A Kutatóintézet kutatási kapacitása, K+F-eredményei, kutatási bázisai, referencia telepei a kutatási és fejlesztési feladatok mellett alapját képezik a továbbképzésnek és a gyakorlati oktatásnak is. Fókuszterületek: növénytermesztés, talajművelés, talajjavítás, növénynemesítés, juhászat, gyepgazdálkodás, talaj- és növényvizsgálatok analitikája.

Termelés

Az Intézet jelentős mezőgazdasági termelési tevékenységet is folytat. A termelési infrastruktúra folyamatos fejlesztése a stratégiai célok elérésének egyik alapvető feltétele. Mivel a térségben az őszi kalászosok termesztésének nincs reális alternatívája, a szántóterület jelentős részén saját nemesítésű őszi búza-, őszi árpa- és tritikáléfajták elit és elsőfokú vetőmagjának, míg a fennmaradó területeken – a piaci igények szerint – alternatív növények vetőmagjainak előállítása folyik.

Az Intézet gazdálkodásának fejlődése szempontjából fontos a vetőmag-kereskedelmi és vetőmagmarketing-tevékenység erősítése, vetőmag-szaporító gazdaságok és bázisok kialakítása és az anyagi lehetőségekhez mérten a termeltetési tevékenység fejlesztése. A piaci verseny erősödése szükségessé teszi a kiváló minőségű áru (vetőmag) előállítását, melynek egyik feltétele a vetőmagtermesztés és -kikészítés technikai és technológiai folyamatának fejlesztése, akkreditálása, minősítése. Az ökológiai vetőmagelőállítás területi háttere is biztosított az Intézet szántóterületeinek egy részén.

A szántó művelési ágba tartozó telepített gyepek intenzív hasznosítása a juhállomány gazdaságos tömegtakarmány-ellátását szolgálja. A juhágazat fenntartását és fejlesztését indokolja, hogy az EU-ban a kiskérődző ágazat támogatottsága növekszik, piaci helyzete stabilizálódik. Hasonló nagyságú gyepterülettel és juhlétszámmal rendelkező kutatóbázis hazánkban máshol nem található. A szántóföldi növénytermesztésre alkalmatlan, úgynevezett feltétlen juhlegelők elsősorban ezen állatfajjal hasznosíthatók gazdaságosan. A juhágazat árbevételének és jövedelmezőségének javítására tenyészállat-kibocsátás (tenyészkos, növendékjerke) és a tenyésztő szervezetnek végzett kosbértartás folyik.

A redukált talajművelési rendszer alkalmazása a Nagyunság kötött talajain

¹Tuba Géza – ²Nagy Pál – ¹Kovács Györgyi – ^{1,2}Sinka Lúcia – ²Arzu Rivera-Garcia – ¹Zsembeli József

¹MATE Karcagi Kutatóintézet

²Kerpely Kálmán Doktori Iskola, Debreceni Egyetem

Összefoglalás: A Karcagi Kutatóintézetben 1997-ben állítottuk be a Talajművelési Tartamkísérletet a Nagyunságra jellemző, kedvezőtlen adottságú, nagy agyagtartalmú talajon. A kísérlet célja a talajdegradáció mérséklésére, a talajtulajdonságok javítására gazdaságosan alkalmazható talajművelési rendszer kidolgozása volt, amely megfelel a talaj- és környezetvédelmi elvárásoknak. A terméseredmények elemzése mellett vizsgáltuk a talaj szerkezetét, tömörödését, a talajművelés energiaigényét, valamint a talaj vízforgalmát, szervesanyag-tartalmát, szén-dioxid-emisszióját. A 25 év alatt végzett vizsgálatok alapján megállapítottuk, hogy a szántás elhagyását, a talajművelés menetszámának csökkentését, a mulcsművelést magába foglaló redukált talajművelési rendszer eredményesen, gazdaságosan alkalmazható a Nagyunság természeti feltételei, kötött talajviszonyai között is. **Kulcsszavak:** redukált művelés, nedvességmegőrzés, talajlazítás, energiatakarékosság

Bevezetés

Egyik legfontosabb természeti erőforrásunk a termékeny talaj, melynek ésszerű művelése, védelme, sokoldalú funkcióképességének megőrzése a gazdálkodók egyik legfontosabb feladata (Várallyay, 1993). A talajművelés célja a kezdetekben csupán az volt, hogy kedvező feltételeket hozzanak létre a növénytermesztés számára, hogy a termést maximalizálják. A tudomány, a talajművelés fejlődésével egyre több szempont került figyelembevételre, Birkás (2011) a talajművelés célját a következőkben fogalmazta meg: a talaj kedvező fizikai és biológiai állapotának megőrzése, szükség esetén javítása a talajvédelmi és a növénytermesztési céloknak megfelelő mélységig. A magyarországi talajművelés történetét, fejlődését a sokszántásos műveléstől a mai, talajkímélő művelési rendszerekig Birkás és munkatársai ismertetik (Birkás et al. 2017, Birkás et al. 2021). A szántás sokáig az egyedüli alpművelési eljárás volt a talajhasználatban és még ma is az egyik legelterjedtebb műveletnek számít, holott a legtöbb hibát a szántással lehet elkövetni, mert az ekét túl nedves talajállapot mellett is lehet alkalmazni, azonban a nedves talajt elkeni, művelő talpat hoz létre a szántás mélységében, a forgatott és a nem művelt réteg határán (Birkás, 2003), emellett ez az egyik legtöbb energiát igénylő eljárás a növénytermesztésben. Azonos mélységű művelést tekintve a szántás energiaigénye – talajállapottól függően – 10-50%-kal meghaladja a forgatás nélküli technológiáét (Moitzi et al., 2013). Számos kutató évtizedek óta tanulmányozza a szántás nélküli talajművelés lehetőségeit. Kimutatták, hogy a

szántás elhagyásával jelentős mértékben mérséklődik a talajjellenállás, csökken a talaj tömörödése és a nedvességvesztése, ezáltal javul a termékenység (Rátonyi et al. 2003; Sulyok et al. 2006; Kuhwald et al. 2020; Dekemati et al. 2021).

A Karcagi Kutatóintézetben folytatott Talajművelési Tartamkísérlet 1997-ben indult, azzal a céllal, hogy a Nagykunság agroökológiai körülményei között a talajdegradáció mérséklésére, megszüntetésére alkalmas, a talajtulajdonságok javítására és fenntartására gazdaságosan alkalmazható talajművelési rendszert dolgozzunk ki, amely megfelel a talaj- és környezetvédelmi elvárásoknak.

Anyag és módszer

Az immár tartamkísérletnek tekinthető talajművelési kísérletet 1997-ben állítottuk be a Karcagi Kutatóintézet H-1 és H-2 jelű tábláin, összesen 19 ha területen. A kísérlet koordinátái: 47.285230, 20.883114. A H-1 táblán két, egyenként 6,25 ha, valamint két, egyenként 0,85 ha területű parcella redukált művelésben részesül, míg a szomszédos H-2 táblán két, egyenként 1,5 ha és két, egyenként 0,85 ha területű parcellán hagyományos, szántásos talajművelést végzünk.

1997-ben redukált művelésnek tekintettünk minden talajművelési eljárást, amennyiben forgatás nélkül, az eke teljes elhagyásával történt a művelés. Az általunk alkalmazott művelések a 2-3 évente végzett 25-35 cm mélységű lazításra alapozott direktvetés, tárcsás alpművelés és a talajmarással egy menetben végzett vetés voltak. A redukált művelésű területen megtermett szalmát, szármaradványokat leszecskázva vagy szárzúzóval aprítva a talajon hagytuk. 3-5 évente 45-80 cm mélységben lazítottuk a talajt.

A hagyományosan művelt kontrollterületen szántottunk, majd tárcsás vagy nehézboronás szántáselmunkálás után kombinátorral készítettünk magágyat. A szalmát bebaláztuk és elvittük a területről. A kezdeti években mindkét művelési rendszerben 5-5 növényt termesztettünk, hogy több alternatív művelési módot kipróbálhassunk, mint a tárcsás alpművelést, a direktvetést vagy a talajmaróval végzett sekélyművelést is. Ezek a karcagi körülmények, talaj- és csapadékviszonyok között nem bizonyultak kedvezőnek (Balogh et al., 2003; Tuba et al., 2006), így 2005-ben felhagytunk velük és átalakítottuk a kísérletet.

2006 óta az általunk alkalmazott redukált talajművelés lényege, hogy szántás nélkül, a lehető legkevesebb beavatkozással műveljük a talajt, a szármaradványokat a talaj felső rétegébe sekélyen bedolgozzuk, elkeverjük. A technológia alapja, hogy forgatás helyett lazítást, azaz eke helyett különféle szántóföldi kultivátorokat alkalmazunk. A többmenetes művelést kombinált gépekkel, gépkapcsolatokkal egy menetben valósítjuk meg. A gépek kialakítása lehetővé teszi, hogy nagy mennyiségű tarlómaradványt hagyjanak a felszínen vagy a felszín közeli rétegben, ami védőfelszínt képez a talajon. A speciális vetőgépek használatával nagy felszínborítás, vas-tag mulcsréteg esetén is biztonságosan tudunk vetni. A talaj penetrációs ellenállását évente mérjük, és szükség esetén a szükséges mélységig lazítást végzünk a területen.

A redukált művelési rendszerben alkalmazott talajművelő eszközök: IH-3500 közép mély lazító, Kaelble TLG-12 altalaj-lazító, John Deere 510 Disk Ripper, IH 6,6 tárcsa, John Deere 714 Mulch Tiller, Vaderstad TopDown 300.

A kísérlet a teljes vizsgált mélységben kötött, nagy agyagtartalmú, viszonylag sok oldott sót tartalmazó, szárazon erősen repedező réti csernozjom talajon lett beállítva. A rendszeresen

művelt réteg kilúgzott, szénsavas meszet nem tartalmaz, humusztartalma közepes, tápanyagokkal kedvezően ellátott. A talaj tulajdonságait az 1. és 2. táblázatok tartalmazzák.

1. táblázat: A kísérlet talajának tulajdonságai

Szint mélysége (cm)	0–30	30–60	60–80	80–110
pH (KCl)	6,32	6,60	7,19	7,29
Arany-féle kötöttségi szám (KA)	48	52	54	56
Vízben oldható összes só (m/m%)	0,09	0,08	0,07	0,07
Szénsavas mész (m/m%)	<0,1	1,8	3,2	8,1
Humusz (m/m%)	3,5	3,0	2,3	1,8
Nitrogén-nitrit+nitrát (KCl oldható) (mg/kg)	30	15	7	9
Magnézium (KCl oldható) (mg/kg)	384	409	394	415
Kén (KCl oldható) (mg/kg)	5,2	4,0	3,7	4,7
Kálium-oxid (ammónium-laktát oldható) (mg/kg)	478	431	532	302
Nátrium (ammónium-laktát oldható) (mg/kg)	26	38	54	82
Foszfor-pentoxid (ammónium-laktát oldható) (mg/kg)	209	104	43	35
Réz (kálium-kloridos EDTA oldható) (mg/kg)	2,1	1,6	0,8	0,6
Mangán (kálium-kloridos EDTA oldható) (mg/kg)	166	166	100	41
Cink (kálium-kloridos EDTA oldható) (mg/kg)	0,8	0,5	<0,5	<0,5
Kalcium (kicserélhető) (mmol+/kg)	410	451	464	456
Kálium (kicserélhető) (mmol+/kg)	6,7	7,1	9,7	2,6
Magnézium (kicserélhető) (mmol+/kg)	36,9	40,7	43,7	50,7
Nátrium (kicserélhető) (mmol+/kg)	1,2	2,4	6,2	2,7
Kicserélhető kationok (S-érték) (mmol+/kg)	455	500	520	512

2. táblázat: A kísérlet talajának mechanikai összetétele

Szint mélysége (cm)	0–30	30–60	60–80	80–110
>0,25 mm (m/m%)	0,43	0,23	0,12	0,17
0,25–0,05 mm (m/m%)	5,82	5,34	7,61	8,41
0,05–0,02 mm (m/m%)	12,85	13,63	8,91	9,16
0,02–0,01 mm (m/m%)	11,99	9,40	11,64	12,11
0,01–0,005 mm (m/m%)	11,93	13,69	12,94	14,60
0,005–0,002 mm (m/m%)	12,93	13,54	13,06	13,11
<0,002 mm (m/m%)	44,05	44,17	45,75	42,46
Leiszapolható rész (<0,02 mm) (m/m%)	80,90	80,80	83,37	82,27

A kísérletben vizsgáljuk a két talajművelési rendszer hatását a talaj szerkezetére, tömörödéseire, víztartó és vízbefogadó képességére, szervesanyagkészletének változására. A talaj szén-dioxid-emissziójának meghatározása révén nyomon követjük a mikrobiológiai aktivitásra gyakorolt hatást, mérjük a művelési eszközök vonóerő-szükségletét és az üzemanyag-fogyasztást, valamint a termésmennyiséget a hagyományos és redukált művelésmód alkalmazása esetén.

Vizsgálatainkat minden évben a jelzőnövény betakarítása után, tarlón végezzük. A talaj nedvességtartalmát 10 cm-es rétegenként vett mintákból gravimetriásan határozzuk meg, a vízbefogadó képességet mini disk infiltrométerrel vizsgáljuk.

A talaj penetrációs ellenállását „3 T System” elnevezésű elektronikus rétegingdikátorral (penetrométer) vizsgáltuk. A műszer egy centiméterenként méri és rögzíti az adatokat. A penetrációs ellenállás értékét, a 60°-os kúpban végződő szondatalajba juttatásához szükséges erő és a felület arányából számított értéként, MPa-ban adja meg.

A művelőeszközök vonóerő-szükségletét egy speciális eszközrendszer segítségével határoztuk meg. A rendszer egy Hottinger Baldwin Messtechnik Spider-8 mobil digitális adatrögzítőtől, a hozzá kapcsolt mérőkeretből és vonólapból, valamint erőmérő cellákból áll. Az eszköz az erőgép és munkagép között fellépő erőt a mérőcellák segítségével határozza meg, a mért értéket digitális jellé alakítja, amit az adatgyűjtő a „Catman 4,5 Release 3” szoftver segítségével rögzít, és a képernyőn megjelenít. A mérés folyamán a két mérőcellában jelentkező feszültségértékeket a szoftver erőértékre számítja át és kN-ban fejezi ki.

A CO₂-emissziót egy Karcagon kifejlesztett speciális fémkeret és műanyag mérőedény által lehatárolt térben a CO₂-koncentráció változásából számoljuk. A CO₂-koncentráció mérésére Anagas CD 98 (2006–2009), illetve Gas Alert Micro 5w (2010–2016) és Testo 535 (2017–2018) típusú infravörös gázanalizátorokat használunk.

Eredmények és értékelésük

A kísérlet első éveiben gondot okozott a gyomirtás kérdése, a szántás elhagyása miatt nem kerültek leforgatásra a gyommagvak, így a redukált művelési rendszerben gyomosabbak voltak a parcellák (Balogh et al., 2003). Az új gyomirtó szerek, és a növekedő termesztési tapasztalat hatására egy a probléma mára megoldódott, talán csak a pillangósok esetén áll még fenn.

A kísérlet első 8 évében 1997. és 2005. között évente öt növényt vetettünk, összesen kilenc faj került termesztésre. A termesztett növényeket és termésátlagaikat és az átlagok szórását a 3. táblázat tartalmazza.

A redukált művelés csak a tritikálé, a szegletes lednek és a fénymag esetén eredményezett minimális mértékű termésnövekedést a hagyományos műveléshez képest. Őszi búza (2,9%), és kukorica (1%) esetén a termésnövekedés kismértékű, napraforgó (39%), őszi árpa (14,2%), köles (10,4%) és takarmányborsó (11,4%) esetén viszont jelentős mértékűnek mondható. A termésmennyiség csökkenését a redukált művelés során megtakarított üzemanyag és munkaidő minden esetben kompenzálta (Czibalmos et al., 2002; Forgács–Czibalmos, 2008).

3. táblázat: A Talajművelés Tartamkísérletben termesztett növények és termésátlagaik (1997–2005, Karcag)

Évek száma	Termesztett növény	Hagyományos művelés		Redukált művelés	
		Hozam (t/ha)	Szórás (t/ha)	Hozam (t/ha)	Szórás (t/ha)
6	Őszi búza	4,59	1,23	4,46	0,98
6	Kukorica	7,18	3,5	7,11	3,27
6	Napraforgó	2,59	0,53	1,86	0,59
4	Őszi takarmányborsó	1,76	0,96	1,58	0,74
2	Köles	3,49	0,74	3,16	1,13
1	Őszi árpa	6,04	-	5,29	-
4	Fénymag	0,99	0,48	1	0,53
2	Szegletes lednek	1,37	0,87	1,76	0,22
1	Tritikálé	5,51	-	5,57	-

2006, a kísérlet átalakítása óta évente két növényt vetünk, az eddigi 17 év alatt összesen hét növényt termesztettünk, melyek termésátlagait és azok szórását a 4. táblázat mutatja be.

4. táblázat: A Talajművelés Tartamkísérletben termesztett növények és termésátlagaik (2006–2022, Karcag)

Évek száma	Termesztett növény	Hagyományos művelés		Redukált művelés	
		Hozam (t/ha)	Szórás (t/ha)	Hozam (t/ha)	Szórás (t/ha)
7	Őszi búza	4,85	1,96	5,03	2,28
6	Kukorica	6,27	0,96	7,46	1,29
4	Napraforgó	3,06	0,62	2,92	0,29
2	Őszi takarmányborsó	1,78	0,61	2,35	0,24
3	Köles	2,35	0,24	2,8	0,54
3	Őszi árpa	4,76	2,04	5,32	2,39
1	Őszi káposztarepce	2,67		2,52	

Az adatok alapján megállapítható, hogy a kísérlet újraértékelése és átalakítása sikeres volt, a redukált művelési rendszerben elért termékek már csupán a napraforgó (4,8%) és őszi káposztarepce (6%) esetén voltak alacsonyabbak, mint a hagyományos művelési rendszerben. A többi növény esetében a redukált művelési rendszer 3–24%-os terméstöbbletet eredményezett. A leggyakrabban termesztett növények, az őszi búza (3,58% termésnövekedés) és a kukorica (15,95% termésnövekedés) esetén a különböző évjáratok, az egyre szélsőségesebbé váló időjárás és a fokozódó aszály (Zsembeli et al., 2019; Kovács et al., 2022) okozta különbségek miatt az adatok nagy szórást mutatnak, a termésnövekedés statisztikailag nem igazolható.

A talaj vízforgalmát vizsgálva megállapítottuk, hogy a redukált művelési rendszer nedvességtakarékosnak tekinthető, a hagyományoshoz képest (Zsembeli et al., 2015). A mulcsművelés szervesanyagban gazdag, porózus felszín közeli réteget hoz létre, melynek kitűnő a víznyelő képessége, ugyanakkor csökkenti a párolgást így kedvező vízháztartást eredményez (Tuba et al., 2006). A szántás elhagyása, aszályos és a sokéves átlagnál sokkal csapadékosabb évben is, kedvezőbb nedvességállapotot eredményezett a rendszeresen művelt rétegben (Tuba, 2013).

A talajtömörödést vizsgálva megállapítottuk, hogy a redukált művelési rendszerben a kevesebb menetszám miatt lecsökkent a talajtaposás, a szántás mélységénél mélyebb lazítással megszüntetett művelőtalprétegek, a nedvességmegőrző mulcsművelés miatt kisebb a tömörödés mértéke (Czimbalmos és Tuba, 2003; Forgács et al., 2005; Tuba et al., 2006; Tuba, 2013; Zsembeli et al., 2015).

A művelőeszközök vonóerő-szükséglete is a redukált művelési rendszerben alacsonyabb. A szántás mélységével azonos mélységű talajlazítás vonóerő-szükséglete csupán 35%-a szántásénak (Czimbalmos et al., 2002; Forgács et al., 2005; Czimbalmos, 2017) miközben átlagosan 42% üzemanyag megtakarítás érhető el hektáronként (Czimbalmos, 2018).

Mivel a talaj fizikai állapota, szervesanyag-tartalma, nedvességtartalma alapvetően meghatározza a benne élő mikroorganizmusok életfeltételeit, a talaj biológiai aktivitására utaló CO₂-emisszió mértéke is a redukált művelési rendszer alkalmazása mellett bizonyult magasabbnak (Zsembeli et al., 2006; Zsembeli–Kovács, 2007; Kovács et al., 2008; Kovács et al., 2010). A tartamkísérletben 12 éven át vizsgáltuk a talaj szén-dioxid-emisszióját, ebből kilenc évben a hagyományos művelési rendszerben mértünk alacsonyabb értékeket. Az őszi kalászosok tarlóján minden esetben a redukált művelés eredményezett magasabb CO₂-emissziót, azaz aktívabb talajéletet (Kovács et al., 2020).

A tartamkísérletbe, az eredeti célok megtartása mellett, az elmúlt évtizedben több ráhelyezett kísérletet vittünk be. Ezek különböző talaj- és növénykondicionáló szerek, valamint komposzt-készítmények vizsgálatára irányulnak redukált talajművelési rendszerben. Megállapítottuk, hogy a redukált talajművelési rendszerben jobban érvényesülnek a talajkondicionáló szerek és komposztanyagok hatásai. A kezeléseknek tartamhatása is mutatkozik, mivel a forgatás elmaradása miatt több éven át a talaj felső rétegében maradnak, gazdagítják, javítják azt (Szűcs et al., 2015; Tuba et al., 2020).

Következtetések

A Talajművelési Tartamkísérlet eredményei alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy ez a talaj fizikai degradációját mérséklő, új szemléletű földművelési rendszer sikeresen alkalmazható a Nagyunság kötött talajain, az egyre aszályosabbra váló feltételek között is. A kísérletet egy leromlott szerkezetű, tömörödött, rossz vízháztartású talajon kezdtük, és az első években még nem volt kellő tapasztalatunk, szakmai tudásunk az új művelési rendszert illetően, így a legtöbb növény terméseredményei is elmaradtak a hagyományos művelési rendszerhez képest. A kísérlet évei, évtizedei alatt a redukált művelésnek köszönhetően a terület talaja folyamatosan javult. Mélylazítással megszüntettük a tömörödött művelőtalprétegeket, a mulcsművelés miatt a feltalaj folyamatosan gazdagodott szerves anyagban, ezáltal növekedett a tápanyag-ellátottság, javult a vízbefogadás, levegőzöttség, gazdagabbá, élőbbé vált a talajunk. Ezek a pozitív

hatások a termésekben is megmutatkoztak, a hozamok a legtöbb növény esetén nem maradnak el a hagyományos művelési rendszerben elért eredményektől, néhány növény pedig kifejezetten kedveli a redukált művelést. Ráfordítások tekintetében is kedvezőnek minősíthető a redukált művelési rendszer, hiszen jelentősen kisebb energiafelhasználással végezhetőek el a talajművelési munkák. A Karcagi Kutatóintézetben a kísérlet eredményeit, tapasztalatait hasznosítva ma már jelentős területen, több száz hektáron, alkalmazzuk a redukált talajművelési rendszer egyes elemeit.

A Talajművelési Tartamkísérlet részeredményeiről eddig több mint húsz tudományos publikációban számoltak be a Karcagi Kutatóintézet munkatársai, valamint öt szak- és diplomadolgozat született kísérletben végzett vizsgálatokra alapozva. A redukált művelési rendszer eredményeit évente rendszeresen megtartott szakmai napokon ismertetjük a térség mezőgazdasági termelőivel.

Irodalomjegyzék

- Balogh, I. – Czimbalmos, R. – Forgács, L. – Nyiri, L. – Radócz, L. – Tuba, G. – Zsembeli, J. – Zsuposné, Oláh Á. (2003): Talajvédő talajművelési eljárások hatáselemzése, alkalmazásuk feltételrendszerének megállapítása. In: Csorba, Zs. – Jolánkai, P. – Szöllősi, G. (szerk.) III. Növénytermesztési Tudományos Nap: Szántóföldi növények tápanyagellátása. Budapest, Akaprint Kiadó, 364 p. pp. 38–42.
- Birkás, M. (2003): Tennivalók a talajvédő művelésben. In: Pepó, P – Jávora, A (szerk.) Talajjavítás – talajvédelem: tudományos ülés Nyiri László professzor 70. születésnapja tiszteletére. Debrecen, Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum. 201 p. pp. 139–144.
- Birkás, M. (2011): Tillage, impacts on soil and environment. In: Glinski J. – Horabik J. – Lipiec J. (ed.): Encyclopedia of Agrophysics. Springer Dordrecht, pp. 903–906.
- Birkás, M. – Dekemati, I. – Kende, Z. – Pósa, B. (2017): Review of soil tillage history and new challenges in Hungary. Hungarian Geographical Bulletin (2009–) 66: 1 pp. 55–64. DOI: <https://doi.org/10.15201/hungeobull.66.1.6>
- Birkás, M. – Balla, I. – Gyuricza, Cs. – Kende, Z. – Kovács, G. P. – Percze, A. (2021): Hátráltató és előrevívő tényezők a hazai talajművelésben. Agrokémia és Talajtan 70: 2 pp. 155–170. DOI: <https://doi.org/10.1556/0088.2021.00102>
- Czimbalmos, R. – Forgács, L. – Tuba, G. (2002): Talajvédő talajhasználati rendszer alkalmazásának tapasztalatai a karcagi kistérségben. In: Nagy, J (szerk.) EU-konform mezőgazdaság és élelmiszerbiztonság: Tudományos tanácskozás. Debrecen, Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, 417 p. pp. 164–169.
- Czimbalmos, R. – Tuba, G. (2003): Talajvédő művelési rendszerek hatása a talaj néhány fizikai tulajdonságára. In: Pepó, P. – Jávora, A. (szerk.) Talajjavítás – talajvédelem: tudományos ülés Nyiri László professzor 70. születésnapja tiszteletére. Debrecen, Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, 201 p. pp. 185–189.
- Czimbalmos, R. (2017): Helyspecifikus gazdálkodás alkalmazásának tapasztalatai a forgatás nélküli művelésben Karcagon. In: Balázs, B. (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VIII. = Theory meets practice in GIS. Debrecen, Debreceni Egyetemi Kiadó, 462 p. pp. 73–80.

- Czimbalmos, R. (2018): Helyspecifikus mulcsművelés, a klímaváltozásra adott válasz, táblaszinten. In: Molnár, V. (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában IX.: Theory meets practice in GIS. Debrecen, Debreceni Egyetemi Kiadó, 434 p. pp. 55–62.
- Dekemati, I. – Simon, B. – Bogunovic, I. – Vinogradov, S. – Modiba, M.M. – Gyuricza, Cs. – Birkás, M. (2021): Three-Year Investigation of Tillage Management on the Soil Physical Environment, Earthworm Populations and Crop Yields in Croatia. *Agronomy* 2021, 11, 825. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy11050825>
- Forgács, L. – Zsembeli, J. – Tuba, G. (2005): Examination of a soil protective cultivation method in the Research Institute of Karcag. In: Realizáciou poznatkov vedy a vyskumu k trvalo udržateľnému poľnohospodárstvu. pp. 64–68.
- Forgács, L. – Czimbalmos, R. (2008): Examination of soil protective cultivation methods in the Karcag research institute case. *Cereal Research Communications* 36: Supplement 5 pp. 2075–2078.
- Kovács, Gy. – Zsembeli, J. – Szöllősi, N. – Juhász, Cs. (2008): Effect of reduced cultivation systems on the CO₂-emission of the soil. *Cereal Research Communications* 36: 5 pp. 1247–1250.
- Kovács, Gy. – Őri, N. – Tuba, G. (2010): Effects of soil cultivation systems on the factors of the soil carbon cycle. *Növénytermelés* 59 pp. 37–40.
- Kovács, Gy. – Tuba, G. – Zsembeli, J. (2020): A talaj szén-dioxid-emissziójának alakulása talajvédő és hagyományos művelési rendszerekben. *Talajvédelem Különszám Talajtani Vándorgyűlés 2018*. pp. 201–214.
- Kovács, Gy. – Tuba, G. – Sinka, L. – Rivéra-Garcia, A. – Zsembeli, J. (2022): Jász–Nagykunszolnok megye főbb növényeinek termésátlagai az aszály mértékének függvényében. *Növénytermelés* 71: 2 pp. 63–78.
- Kuhwald, M. – Hamer, W.B. – Brunotte, J. – Duttmann, R. (2020): Soil Penetration Resistance after One-Time Inversion Tillage: A Spatio-Temporal Analysis at the Field Scale. *Land*, 9, 482. DOI: <https://doi.org/10.3390/land9120482>
- Moitzi, G. – Haas, M. – Wagentristl, H. – Boxberger, J. – Gronauer, A. (2013): Energy consumption in cultivating and ploughing with traction improvement system and consideration of the rear furrow wheel-load in ploughing. *Soil and Tillage Research*. 134 pp. 56–60.
- Rátonyi, T. – Megyes, A. – Nagy, J. (2003): Talajvédő termesztéstechnológiai rendszerek értékelése. In: Nagy, J. (szerk.) Kukorica hibridek adaptációs képességének és termésbiztonságának javítása. Debrecen, Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, pp. 141–149.
- Sulyok, D. – Rátonyi, T. – Huzsvai, L. (2006): Alternatív talajművelési rendszerek vizsgálata kötött réti talajon. In: *Agrárinformatika*. Debrecen, Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, pp. 150–165.
- Szűcs, L. – Tuba, G. – Czimbalmos, R. – Zsembeli, J. (2015): A PRP–SOL talajkondicionáló szer hatása a talaj hidraulikus tulajdonságaira hagyományos és redukált talajművelési rendszerekben. In: Balázs, Madarász (szerk.) Környezetkímélő talajművelési rendszerek Magyarországon: elmélet és gyakorlat. Budapest, MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, pp. 111–121.

- Tuba, G. – Czimbalmos, R. – Forgács, L. (2006): A környezetkímélő talajművelési rendszer hatása a talaj nedvességforgalmára és tömörödésére. In: Szolnoki Főiskola, Műszaki és Mezőgazdasági Fakultás (szerk.) V. Alföldi Tudományos Tájgazdálkodási Napok. Mezőtúr, Szolnoki Főiskola Műszaki Mezőgazdasági Fakultás, pp. 1–5.
- Tuba, G. (2013): A talaj fizikai állapotának vizsgálata hagyományos és redukált talajművelési rendszerben. 51. p. pp. 183–186.
- Tuba, G. – Kovács, Gy. – Rivéra-Garcia, A. – Zsembeli, J. (2020): Különböző komposztkészítmények hatása a talaj penetrációs ellenállására. Növénytermelés 69: 2 pp. 99–115.
- Várallyay, Gy. (1993): A talajhasználat környezetvédelmi problémái. In: Országos Környezetvédelmi Konferencia. 57 p.
- Zsembeli, J. – Tuba, G. – Kovács, Gy. (2006): Development and extension of CO₂–emission measurements for different soil surfaces. Cereal Research Communications 34: 1 pp. 359–362.
- Zsembeli, J. – Kovács, Gy. (2007): Dynamics of CO₂–emission of the Soil in Conventional and Reduced Tillage Systems. Cereal Research Communications 35: 2 pp. 1337–1340.
- Zsembeli, J. – Szűcs, L. – Tuba, G. – Czimbalmos, R. (2015): Nedvességtakarékos talajművelési rendszer fejlesztése Karcagon. In: Balázs, Madarász (szerk.) Környezetkímélő talajművelési rendszerek Magyarországon: elmélet és gyakorlat. Budapest, MTA CSFK Földrajztudományi Intézet pp. 122–133.
- Zsembeli, J. – Kovács, Gy. – Tuba, G. – Czeller, K. – Juhász, Cs. (2019): Climate change at local level on the base of the air temperature and precipitation data of the weather station of Karcag. In: Máchal, Pavel (szerk.) Creating A Platform To Address The Techniques Used In Creation And Protection Of Environment And In Economic Management Of Water In The Soil. Brno, International Visegrad Fund pp. 43–49.

A klímaváltozás lokális hatásainak értékelése a szélsőséges időjárási helyzetek tükrében

¹Kovács Györgyi – ¹TUBA Géza – ¹SINKA Lúcia – ²NAGY Pál – ²Arzu RIVERA-GARCIA – ¹ZSEMBELI József

¹MATE Karcagi Kutatóintézet

²Kerpely Kálmán Doktori Iskola, Debreceni Egyetem

Összefoglalás: Ma már világszerte elismert tény a globális klímaváltozás, mely a mezőgazdaság számára a legnagyobb kockázatot és kihívást jelenti. De valóban kimutathatók-e a következmények, a szélsőséges meteorológiai események gyakoriságának fokozódása, illetve valóban megváltoztak-e a csapadékvizonyok? Dolgozatunkban erre a kérdésre keressük a választ, a klímaváltozás helyi hatásait értékeljük a szélsőséges időjárási helyzetek tekintetében a Karcagi Meteorológiai Állomás adatai alapján. A Karcagi Kutatóintézetben az alapítás óta folynak meteorológiai mérések, így az 1951 és 2000 közötti időszak átlagához hasonlítottuk az ezredforduló utáni adatsorokat. Azt tapasztaltuk, hogy szignifikánsan emelkedett a januári és a júliusi átlaghőmérséklet, csökkent a zord napok száma, enyhén emelkedett a nyári forró napok száma. Erősödik az aszályhajlam, a csapadék eloszlása egyre kedvezőtlenebb, az első félév csapadékösszege a méréseink kezdete óta nem volt még ilyen alacsony, mint 2022-ben. A száraz időszakok változékonysága igen magas.

Kulcsszavak: Karcag, átlaghőmérséklet, forró nap, zord nap, száraz nap, csapadékvizony

Bevezetés

A klímaváltozás globálisan az egyik legnagyobb kihívást jelentő, komplex folyamat (Khan et al., 2016). Hatásai különbözőek, és mára a Föld minden régiójában nyilvánvalók és érzékelhetők, így egyre inkább jelentkeznek Magyarországon is. A legtöbbször említett következmények közé tartoznak a csapadékvizonyok megváltozása és a szélsőséges meteorológiai események gyakoriságának fokozódása (Orlowsky és Seneviratne, 2012; Pachauri et al., 2014). Magyarországon az Országos Meteorológiai Szolgálat (továbbiakban OMSZ) adatai szerint 1901 óta 1,2 °C-kal nőtt az évi középhőmérséklet, szignifikánsan emelkedett az évszakok hőmérséklete, a csapadékeloszlás megváltozott, fokozódott a szárazságra való hajlam, nőtt a hóhullámos időszakok száma (Lakatos et al., 2021). Zsembeli et al., (2019) Karcag térségében az 1951–2000-es időszak átlagához (10 °C) viszonyítva 1,3 °C-kal magasabb éves átlaghőmérsékleti értékekről számol be.

Az éghajlati elemek közül a csapadék a legváltozékonnyabb elem. Pálfi (2004) történeti viszszapillantásában a 11–19. század súlyos aszályait összegyűjtve 19 évet említ meg (1015., 1022., 1142., 1147., 1276., 1277., 1363., 1473., 1478., 1479., 1540., 1585., 1638., 1718., 1790., 1794., 1841., 1857., 1863.), majd többé-kevésbé aszályosnak minősít még 26 évet a 19. században.

Azt is meg kell itt jegyeznünk, hogy régen az aszályok még drámaibb következményekkel jártak, mint manapság, hiszen éhínség, éhhalál és járványok kísérték az ilyen esztendőket. Zsembeli et al. (2019) karcagi meteorológiai adatok alapján 13 évet (2005–2017) vizsgált, és megállapította, hogy aszályos és csapadékos évek egyaránt előfordultak ebben az időszakban, azt azonban nem merték még kijelenteni, hogy szárazodó tendencia indult-e meg. Míg Kovács et al. (2022) 2001 és 2020 között PaDIO alapján minősítették a karcagi időjárást, és arra a következtetésre jutottak, hogy az ezredforduló után 20 évből 12 aszályos volt. Országosan is erősödött az aszályhajlam az elmúlt évtizedekben, többször és hosszabban jelentkeztek a hőhullámok, a száraz, valamint az intenzív csapadékhullással jellemezhető időszakok, melyek miatt a klímavédelemi beavatkozások indokoltak (Szalai és Lakatos, 2010).

Az aszály és vízhiány számos környezeti és gazdasági következménnyel is együtt járt a Kárpát-medencében az elmúlt évtizedekben (Fiala et al., 2014). Az idő múlásával pedig a hatások egyre hevesebbek, intenzívebbek és gyakoribbak lesznek (Mezősi et al., 2017), ezért fontos, hogy a jelenleg zajló folyamatok – például az aszály – tér- és időbeliségét értékeljük (Mika, 2014). 2022-ben hőhullámokról, avartüzekről, aszályról, vízhiányról, heves esőzésekről, árvizekről hallunk és olvashatunk itthon és világszerte. Az IPCC (2021) szerint ezen a jelenségek előfordulása egyre inkább nőni fog, a fagyos napok gyakorisága tovább csökken, míg a 35 °C-ot meghaladó maximum hőmérsékletű napok számában növekedés várható a jövőben Európában. A mezőgazdaság számára a legnagyobb kihívást az aszály jelenti, de egyaránt fel kell készülni belvízre, fagykárokra, jégverésre, viharokra, szélerózióra is (Láng et al., 2006; Bakonyi, 2010; Pálfi és Herceg, 2011). A klimatikus szélsőségekhez való alkalmazkodásra világszerte dolgoznak ki agrotechnikai eljárásokat, ilyen jellegű kutatásokat a Karcagi Kutatóintézet is végez. Az alkalmazkodási lehetőségek közé tartoznak a jobban ellenálló növényfajták nemesítése, tájfajta használatával (Czimbalmos et al., 2016), megfelelő faj- és fajtaválasztás (Jóvér et al., 2020.), valamint termesztéstechnikai eljárások kidolgozása, alkalmazása, például a vízmegőrző talajművelés (Tuba et al., 2006; Czimbalmos et al., 2017; Tuba et al., 2022) és precíziós növénytermesztési technológiák. Juhász et al. (2020) megállapítása szerint, bár az éghajlatváltozási előrejelzés bizonytalan, az időjárási információkon alapuló terméshozam-előrejelzés továbbra is kihívás, de mégis fontos, hiszen a tudás és a technológia fejlődése (agrotechnika, növénytermesztés-fajtaválasztás, növényvédelem) enyhítheti a káros hatásokat.

Kutatómunkánk célja a klímaváltozás helyi hatásainak értékelése a szélsőséges időjárási helyzetek tekintetében a Karcagi Meteorológiai Állomás adatai alapján.

Anyag és módszer

Karcag Magyarország északkeleti részén helyezkedik el, a Nagykunság fővárosa. Ez a régió hazánk egyik legszárazabb, a hőmérsékleti ingadozásokat tekintve legszélsőségeesebb, illetve leginkább kontinentális jellegű területe. Meleg, száraz, mérsékelt forró nyarú éghajlati terület. Az évi csapadékmennyiség 490 és 510 mm közötti (Dövényi, 2010).

A MATE Karcagi Kutatóintézet az alapítása óta (1947) folytat meteorológiai méréseket, de 2004 júliusa óta működteti területén az OMSZ hálózatába tartozó automata (VAISALA QLC-50) meteorológiai állomást (1. ábra). A műszer mérési programja 10 perces adatgyűjtéssel a következő meteorológiai elemekre terjed ki: léghőmérséklet (°C), átlaghőmérséklet

(°C), maximum hőmérséklet (°C), minimum hőmérséklet (°C), felszínhőmérséklet (°C), felszínhőmérséklet minimuma (°C), relatív nedvesség (%), műszerszínti légnyomás (hPa), szinoptikus szélsébség (m/s), szinoptikus szélirány (°), maximális szélleőkés nagysága (m/s), maximális szélleőkés iránya (°), maximális szélleőkés perce (perc), maximális szélleőkés másodperce (mperc), csapadékösszeg (mm), globálsugárzás összege (W/m²), talajhőmérséklet 1 szintben-10 cm (°C).



1. ábra: A karcagi OMSZ meteorológiai állomás (Saját fotó)

Az adatok értékelésekor legtöbbször az 1951 és 2000 közötti időszak 50 éves átlagához viszonyítottuk az ezredforduló utáni adatokat.

Az éghajlati indexek (zord nap, forró nap, száraz napok hossza) meghatározásánál az OMSZ definícióit (Internet, 1.) vettük alapul.

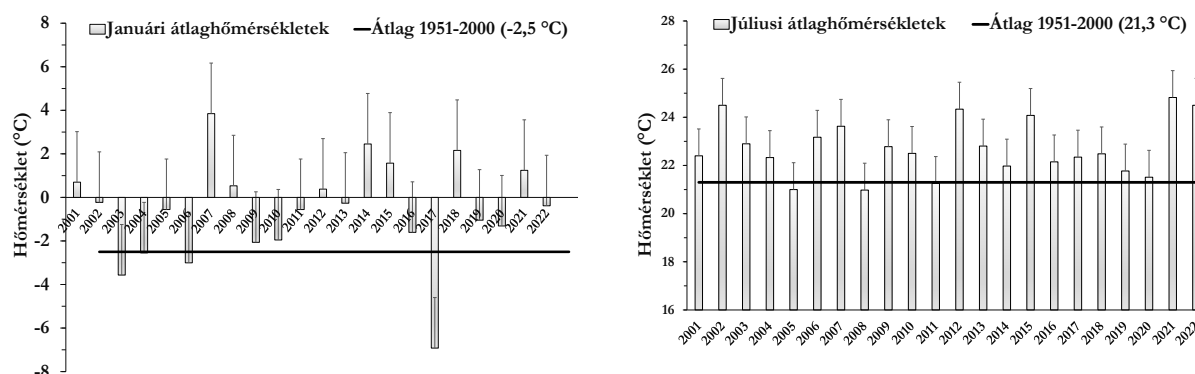
Az időjárási adatok feldolgozásához, ábrázolásához, értékeléséhez (trendillesztés, szórás) Microsoft Excel 2016 programot, míg az eredmények statisztikai elemzéséhez (t-próba) IBM SPSS 27.0.1 programot használtunk.

Eredmények és értékelésük

A hőmérsékleti adatok vizsgálata

Karcagon az éves átlaghőmérsékletet 1951 és 2000 között $10,0\text{ °C}$ jellemezte, ami 2001 és 2010 közötti 10 éves periódusban $11,1\text{ °C}$ -ra növekedett, majd 2011 és 2020 közötti időszakban már $11,8\text{ °C}$ -ot ért el. Ez $+1,8\text{ °C}$ hőmérsékleti emelkedést jelent, tehát a melegedő trend egyértelmű.

A leghidegebb hónapunknak a január, míg a legmelegebb hónapunknak július számít. Ezen hónapok átlaghőmérsékletét 2001-től vizsgálva és összehasonlítva az 50 éves havi átlaghőmérséklettel, hasonlóan melegedést tapasztalunk (2. ábra), de természetesen a melegedés nem egyenletes.



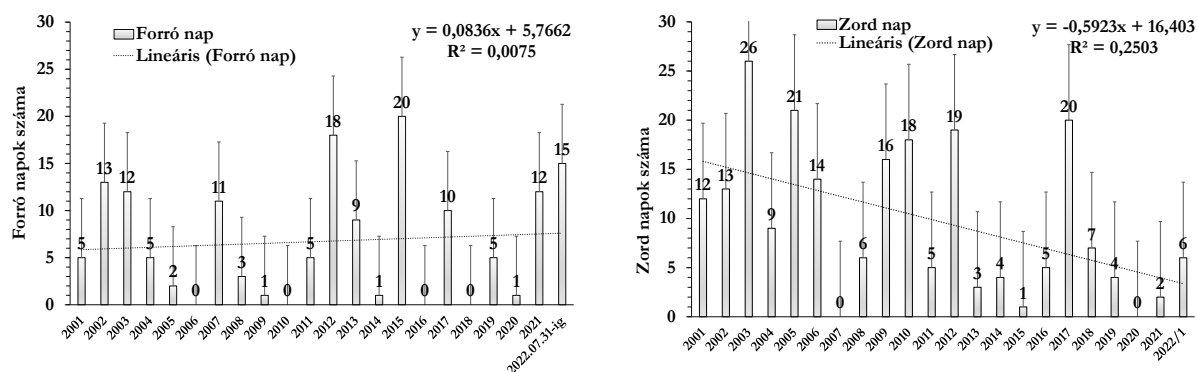
2. ábra: Januári átlaghőmérsékletek (bal) és júliusi átlaghőmérsékletek (jobb) alakulása Karcagon, 2001–2022

2001 és 2022 között a januári átlaghőmérsékleteket vizsgálva (átlag: $-0,6\text{ °C}$; szórás: $2,32\text{ °C}$), a 22 év átlaga az elvégzett egymintás t-próba alapján szignifikánsan melegebb az 1951–2000 évek átlagánál ($-2,5\text{ °C}$). 19 évben melegebb volt az 50 éves átlagnál ($-2,5\text{ °C}$), sőt 8 évben a januári átlaghőmérséklet pozitív hőmérsékleti tartományba esett, míg az 1951–2000 átlagnál csak 3 évben volt hidegebb a január. A vizsgált időszakban 2007-ben a legenyhébb (havi átlaghőmérséklet $+3,8\text{ °C}$) a január, míg 2017-ben volt a leghidegebb a hónap (havi átlaghőmérséklet $-6,9\text{ °C}$) és.

A júliusi átlaghőmérsékletek 2001 és 2022 között 2 évben maradtak az 50 éves átlag alatt ($21,3\text{ °C}$), a többi évben jelentős növekedés volt tapasztalható (átlag: $22,7\text{ °C}$; szórás: $1,1\text{ °C}$), az elvégzett egymintás t-próba alapján a szignifikánsan emelkedett 2001 óta a júliusi átlaghőmérséklet az 50 éves átlaghoz képest. A vizsgált időszakban a legmelegebb július 2021-ben volt (havi átlaghőmérséklet $+24,8\text{ °C}$).

A téli hőmérséklet enyhülésével a zord napok száma is egyértelmű csökkenést mutat (3. ábra). Zord napnak nevezzük az olyan napokat, amikor a minimumhőmérséklet -10 °C alatti. 2001 és 2010 között az ilyen napok száma gyakran meghaladta a 10 napot, míg 2011 óta csak 2 évben volt 10 felett a zord napok száma (szórás: 7,7 nap).

A hőmérséklet növekedésével a hosszabb és gyakoribb hőhullámok kialakulása is együtt jár. A forró napok száma (amikor a napi maximumhőmérséklet meghaladja a 35°C-ot) egy érdekes mutató a hőmérsékleti szélsőségek alakulásának megfigyelésére (3. ábra).



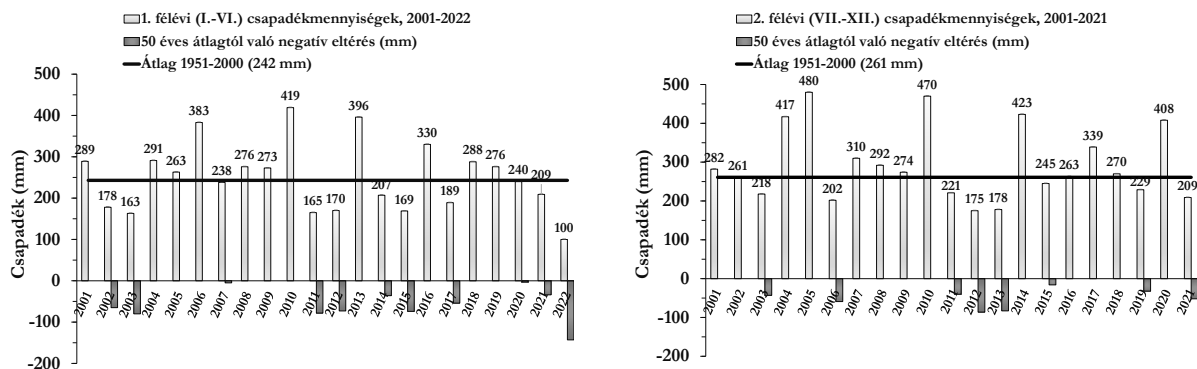
3. ábra: Zord napok számának (bal) és a forró napok számának (jobb) alakulása Karcagon, 2001–2022

A 35 °C-ot meghaladó maximum hőmérsékletű napok száma 2001 és 2010 között három évben meghaladta a 10 napot, hasonlóan 2011 és 2020 között is, míg 2011 óta 2 évben (2012 és 2015) 15 napnál is több volt a forró napok száma. 2021-ben is meghaladta a 10 napot a forró napok száma, míg 2022-ben már július végéig 15 ilyen nap volt. A forró napok száma 2001 óta enyhén emelkedő trendet mutat, szórásuk 6,2 nap.

A csapadékadatok vizsgálata

A csapadék 50 éves átlaga (1951–2000) 503 mm/év Karcagon, viszont az ezredforduló óta száraz évek (2000: 312 mm; 2003: 381 mm; 2011: 385 mm) és csapadékos évek (2005: 743 mm és 2010: 889 mm) többször követték egymást térségünkben, tehát az utóbbi 20 év szélsőségeiben kimondottan gazdagnak mondható.

A csapadék eloszlása éven belül is kedvezőtlenül szokott alakulni térségünkben. Az első fél-éveket külön vizsgálva csapadék szempontjából látható (4. ábra), hogy bár voltak száraz tavaszok eddig is, de az idei év (2022) első felében lehullott 100 mm csapadék messze elmaradt az 50 éves átlagos mennyiségtől (annak felét sem érte el), sőt, ha 1948-tól elemezzük a rendelkezésünkre álló karcagi csapadékadatokat, ilyen kevés csapadékmennyiségre nem találunk példát. 74 évre visszatekintve nem volt még ilyen száraz a januártól júliusig terjedő időszak, mint 2022-ben. A helyzetet az is rontja, hogy 2021 második felében is jelentős csapadékhiányt tapasztaltunk.



4. ábra: Az 1. félév csapadékösszegeinek (bal) és 2. félév csapadékösszegeinek (jobb) alakulása Karcagon, 2001–2022

Sokszor a csapadék eloszlását az is még kedvezőtlenebbé teszi, hogy a kevés csapadék nagy intenzitással rövid idő alatt, „nagycsapadék” formájában esik le, melyhez gyakran erős széllel járó vihar is társul. Ezek a nagycsapadékok, úgynevezett extrém csapadékok, térségünkben azért is problémát jelentenek, mert az itt található duzzadó-zsugorodó agyagásványokat tartalmazó kötött talajok nem tudják befogadni a hirtelen lezúduló nagy mennyiségű vizet, így az sokáig a felszínen marad. Zsembeli et al. (2019) szerint nő azon csapadékos napok száma, amikor a csapadékösszeg 20 mm-t is meghaladja. Sőt, 2020. július 3-án újabb rekord született, ez a csapadékintenzitás 68 mm/napot, 55 mm/órát, illetve 15 mm/10 percet jelentett.

A sok csapadék is ugyanúgy problémát okoz, mint az, ha nincs csapadék. A száraz időszakok vizsgálatára szolgáló egyik mutató az egymást követő száraz napok számának maximális hossza, ami az a leghosszabb időszak, amikor a napi csapadékösszeg nem éri el a 1 mm-t. Karcagon 2011-ben 10 olyan időszak volt, amikor a 10 napot meghaladta az egymást követő száraz napok száma (1. táblázat), ebben az évben 4 alkalommal a 20 napot is meghaladta az egymást követő csapadékmentes napok száma. 2007-ben tapasztaltuk a leghosszabb száraz időszakot, amikor a csapadékmentes napok számának maximuma 40 nap volt. 2022. július 31-ig már 6-szor volt 10 napot meghaladó száraz időszak.

18 év adatai alapján megállapítható, hogy térségünkben évente legalább 5 alkalommal (átlag 7,4) volt 10 napot meghaladó száraz időszak. Általánosságban minden évben van egy száraznak nevezhető hónapunk, de a 2005–2022. év adatai alapján az látható, hogy a csapadékmentes időszakok időbeli változékonysága nagy.

1. táblázat: Csapadékmentes időszakok alakulása Karcagon, 2005–2022

	10 napot meghaladó száraz időszakok száma/év	20 napot meghaladó száraz időszakok száma/év	Leghosszabb száraz időszak (nap):
2005	9	1	23
2006	7	0	19
2007	6	1	40
2008	9	1	34
2009	5	2	36
2010	5	0	18
2011	10	4	39
2012	9	1	24
2013	7	3	37
2014	7	1	22
2015	9	1	31
2016	7	0	19
2017	8	1	28
2018	5	1	31
2019	7	2	30
2020	9	3	27
2021	9	0	19
2022. júl. 31-ig	6	3	27

Következtetések és javaslatok

A változó éghajlat szélsőséges időjárási helyzetek gyakoriságában megmutatkozó jelei lokális szinten is erősödtek. Enyhültek a telek, 2001 és 2022 között az 50 éves átlaghoz képest átlagosan 2 °C-kal emelkedett a januári középhőmérséklet, átlagosan 7 nappal kevesebb a zord napunk. Ezzel párhuzamosan jelentősen melegebbé váltak a nyarak, átlagosan 1,4 °C-kal magasabb a júliusi középhőmérséklet az ezredforduló óta. Egyre több intenzív hőhullám jelentkezik, és erősödik az aszályhajlam, az utóbbi 20 évnek a 60%-a aszályos volt. A csapadék eloszlása egyre kedvezőtlenebb, a csapadék szélsőséges jellege egyre fokozódik, ami az extrém csapadékok előfordulásával és a száraz időszakok számának és hosszának növekedésében is megmutatkozik. Jellemzően évente 7-8 alkalommal fordul elő száraz időszak térségünkben.

Mindezek – a téli és a tavaszi hónapok enyhülése, a forró napok számának növekedése, a csapadék kiszámíthatatlansága – egyre nagyobb kihívás elé állítják a mezőgazdaságot, kockázatot jelentenek a termelésben és stresszt jelentenek az élővilágnak. A változásokhoz való

alkalmazkodásban, a negatív hatásokra való felkészülésben szerepet kap a megfelelő faj- és fajtaválasztás, amihez a Kutatóintézet növénynemesítői is hozzájárulnak új, a helyi viszonyok között biztonsággal termesztethető tájfajták előállításával. Ugyanekkor felértékelődik a csökkentett menetszámú, környezetkímélő, víztakarékos talajművelési rendszerek alkalmazása és a talómaradványok bedolgozása, amelyek lehetőséget teremtenek a klímaváltozás okozta stresszhatások kivédésére, csökkentésére. A meteorológiai folyamatok elemzése, értékelése egyre inkább fontos eleme a precíziós, korszerű mezőgazdasági termelésnek.

Irodalomjegyzék

- Bakonyi, P. (2010): Flood and drought strategy of the Tisza River Basin. Budapest, VITUKI, <http://www.icpdr.org/main/resources/flood-and-drought-mitigation-strategy-tisza-river-basin>
- Czibalmos, Á. – Jóvér, J. – Murányi, E. (2016): A tájnemesítés létjogosultsága a búzatermesztésben. In: Tóth, Csilla (szerk.) Őshonos- és tájfajták – Ökotermékek – Egészséges Táplálkozás – Vidékfejlesztés: A XXI. század mezőgazdasági stratégiái. Nyíregyháza, Nyíregyházi Egyetem Műszaki és Agrártudományi Intézet, 399 p. pp. 103–109.
- Czibalmos, R. – Kovács, Gy. – Tuba, G. (2017): Alacsony termelési költségeket és magas hozamokat biztosító új talajvédő művelési rendszer alkalmazásának tapasztalati Karcagon. Magyar vidék – Perspektívák, megoldások a XXI. században. I. Vidékfejlesztési Konferencia Szarvas, 2017. október 5. Gödöllő, Szent István Egyetemi Kiadó, pp. 54–59.
- Dövényi, Z. (2010): Magyarország kistájainak katasztere. Budapest, MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, pp.175–178.
- Fiala, K. – Blanka, V. – Ladányi, Zs. – Szilassi, P. – Benyhe, B. – Dolin, D. – Pálfai, I. (2014): Drought severity and its effect on agricultural production in the Hungarian-Serbian cross-border area. *Journal of Environmental Geography* 7: 3–4. pp. 43–51. DOI: <https://doi.org/10.2478/jengeo-2014-0011>
- IPCC (2021): Climate Change 2021: The Physical Science Basis <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>
- Jóvér, J. – Kovács, Gy. – Blaskó, L. – Juhász, Cs. – Kovács, E. (2020): Evaluation of sweet sorghum (*Sorghum bicolor*) hybrids as bioenergy feedstocks in relation to climatic aspects. *Natural Resources and Sustainable Development* 10: 2 pp. 164–174. pp., DOI: <https://doi.org/10.31924/nrsd.v10i2.052>;
- Juhász, Cs. – Gálya, B. – Kovács, E. – Nagy, A. – Tamás, J. – Huzsvai, L. (2020): Seasonal predictability of weather and crop yield in regions of Central European continental climate. *Computers and electronics in agriculture*. 173: June 2020, 105400. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105400>
- Khan, A. A. – Ijaz, M. – Muhammad, J. – Goheer, A. R. – Akbar, G. – Adnan, M. (2016): Climate Change Implications for Wheat Crop in Dera Ismail Khan District of Khyber Pakhtunkhwa. *Pakistan Journal of Meteorology*. 13: 25 pp. 17–27.
- Kovács, Gy. – Tuba, G. – Sinka, L. – Rivera-García, A. – Zsembeli, J. (2022): Jász-Nagykun-Szolnok megye főbb növényeinek termésátlagai az aszály mértékének függvényében. *Növénytermelés* 71: 2 pp. 63–78.

- Lakatos, M. – Bihari, Z. – Izsák, B. – Szentes, O. (2021): Globális és hazai éghajlati trendek, szélsőségek változása: 2020-as helyzetkép. *Scientia et Securitas* 2: 2 pp. 164–171. <https://akjournals.com/downloadpdf/journals/112/2/2/article-p164.pdf>
- Láng I. (2006): A klímaváltozásra való felkészülés hazai feladatai. *Agro-21 Füzetek* 13: 48 pp. 7–9.
- Mezősi, G. – Bata, T. – Blanka, V. – Ladányi, Zs. (2017): A klímaváltozás hatása a környezeti veszélyekre az Alföldön. *Földrajzi Közlemények* 141: 1 pp. 60–70.
- Mika J. (2014): Szünetelő melegedés – kihívások és következtetések az IPCC jelentéseiben (2013–2014). In: Sansumné, Molnár J.; Siskáné, Szilasi, B.; Dobos, E. (szerk.) VII. Magyar Földrajzi Konferencia kiadványa, Miskolc. pp. 421–428.
- Orlowsky, B. – Seneviratne, S. I. (2012): Global changes in extreme events: regional and seasonal dimension. *Climatic Change* 110: 3 pp. 669–696. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0122-9>
- Pachauri, R. K. – Allen, M. R. – Barros, V. R. – Broome, J. – Cramer, W. – Christ, R. - ... – van Ypserle, J. P. (2014): Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (p. 151). *Ippc*. hdl:10013/epic.45156
- Pálfai, I. – Herceg, Á. (2011): Droughtness of Hungary and Balkan Peninsula. *Riscuri si Catastrofe* 9: 2 pp. 145–154.
- Pálfai, I. (2004): Belvizek és aszályok Magyarországon. *Hidrológiai tanulmányok (KÖZDOK Kft., Budapest, 2004)* pp. 267–280. https://library.hungaricana.hu/hu/view/VizugyiKonyvek_179/?pg=266&layout=s
- Szalai, S. – Lakatos M. (2010): Az éghajlatváltozás és az aszály. In: Lakatos M. (szerk.) 36. Meteorológiai Tudományos Napok. Budapest, Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ), pp. 147–155.
- Tuba, G. – Czibalmos, R. – Forgács, L. (2006): A környezetkímélő talajművelési rendszer hatása a talaj nedvességforgalmára és tömörödésére. In: Szolnoki Főiskola, Műszaki és Mezőgazdasági Fakultás (szerk.) V. Alföldi Tudományos Tájgazdálkodási Napok. Mezőtúr, Szolnoki Főiskola Műszaki Mezőgazdasági Fakultás, Paper: 12, 5 p.
- Tuba, G. – Gulybán, O. – Kovács, Gy. – Nagy, P. M. – Sinka, L. – Zsembeli, J. (2022): Az évenként végzett talajlazításra alapozott művelési rendszer értékelése a talaj penetrációs ellenállása alapján. *Növénytermelés* 71: 1 pp. 81–98.
- Zsembeli, J. – Kovács, Gy. – Tuba, G. – Czeller, K. – Juhász, Cs. (2019): Climate change at local level on the base of the air temperature and precipitation data of the weather station of Karcag. In: Creating a platform to address the techniques used in creation and protection of environment and in economic management of water in the soil. Outputs from the project Visegrad fund. Visegrad Grant No. 21730049 pp. 43–49. <http://visegradfund.mendelu.cz/wcd/w-rek-visegradfund/resume.pdf>

Internet 1.: https://www.met.hu/omsz/tevekenysegek/klimamodellezes/eghajlati_szelsosegek/

A másodlagos szikesedés okozta növényi stressz mérséklési lehetőségei

^{1,2}SINKA Lúcia – ²NAGY Pál – ¹KOVÁCS Györgyi – ¹TUBA Géza – ²Arzu RIVERA-GARCIA – ¹ZSEMBELI József

¹MATE Karcagi Kutatóintézet

²Kerpely Kálmán Doktori Iskola, Debreceni Egyetem

Összefoglalás: A világon igen nagy területek vannak, amelyek csak öntözéssel hasznosíthatók, de az öntözés alkalmazása szikesedést és eróziós folyamatokat okozhat. A felsőbb talajrétegekben koncentrált nagyobb sótartalom a mélyebb rétegekbe mosható az öntözés helyes módjának és idejének megválasztásával, illetve a megfelelő (porózus) talajszerkezet biztosításával. Ez utóbbira a talajjavító, talajkondicionáló szerek is megoldást nyújthatnak. Kutatómunkánkat a Karcag környéki kiskertekben az öntözés hatására kialakuló másodlagos szikesedés igen nagy veszélye alapozta meg. Célunk a másodlagos szikesedés veszélyének kitett talajokra öntözésoptimalizálással és talajjavító/talajkondicionáló szerek alkalmazásával sóterhelést csökkentő agrotechnikai módszerek kidolgozása volt különböző sótürrő képességgel jellemezhető zöldségnövények (zöldbab, csemegekukorica, cékla) sikeres termesztéséhez. Eredményeink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a nem öntözővíz minőségű vizekkel való öntözés során igen nagy hangsúlyt kell fektetni a kijuttatott öntözővíz mennyiségére, szigorúan a termesztett növény vízigényeit kell kielégíteni, hiszen a túlöntözés magában hordozza a másodlagos szikesedés veszélyét. Megállapítható azonban, hogy ennek a kedvezőtlen folyamatnak a hatása talajkondicionálással mérsékelhető. Az általunk vizsgált, kedvezőtlen agroökológiai adottságú területeken javasoljuk a talajkondicionálással kombinált öntözésoptimalizálást (mennyiség, gyakoriság kontrollja), hiszen így jelentősen javíthatók például a sóérzékeny zöldbabtermesztés feltételei, illetve mérsékelhetők a káros hatások. A csemegekukoricával végzett kísérleteink eredményei alapján megállapítható, hogy megfelelő hibridválasztással sóterhelt területeken is van lehetőség minőségi csemegekukorica termesztésre. A céklával végzett sóstresszkísérlet eredményei pedig rámutatnak, hogy ez a növény nagymértékű sóstressz esetén is jelentős sóakkumulációs képességgel bír. Kisebb sóterhelésű talajt hagyva maga után, jobb előveteményként szolgálhat sóérzékeny és kis sótürrő képességgel jellemezhető kultúrák számára.

Kulcsszavak: másodlagos szikesedés, sóstressz, zöldbab, csemegekukorica, cékla, talajkondicionálás

Bevezetés

A világon igen nagy területek vannak, amelyek csak öntözéssel hasznosíthatók, de mivel számítani kell arra, hogy az öntözés alkalmazása sok helyen szikesedést és eróziós folyamatokat, valamint a talaj fizikai tulajdonságának leromlását okozhatja, ezért sok országban fokozzák az öntözés kérdéseinek talaj-növény rendszerben történő tudományos vizsgálatát, amelyet a nemzetközi szervezetek (FAO, UNESCO) is közösen támogatnak (Bardaji, 1974). A sófelhalmozódás

a növények kezdetleges fejlődési fázisában, a csírázáskor okozza a legfőbb problémát (Cuartero et al., 2006). A felsőbb talajrétegekben nagyobb sótartalom koncentrálódik, amely a mélyebb rétegekbe mosható az öntözés helyes módjának és idejének megválasztásával. Sófelhalmozódás a talajban akkor várható, ha csapadékszegény időszakban nagy sótartalmú öntözővízzel történik az öntözés (Enciso et al., 2002).

A gyökérzónában felhalmozódott sók nemcsak a termés mennyiségét befolyásolják negatívan, hanem a minőségét is. A rizoszférában felhalmozódott sók mennyiségét elsősorban az öntözésre használt víz minősége, illetve a talajvíz sótartalma határozza meg. Az oldott sókkal terhelt öntözővíz a párolgás (evaporáció), illetve a párologtatás (transzspiráció) hatására távozik a talajból, azonban a bevitt káros sók nagy része a talajban marad (Kaman et al., 2017). A rohamosan növekvő népesség fenntarthatatlan mértékben aknázza ki a kiváló minőségű termőföldeket és édesvízforrásokat, ezért nyilvánvaló, hogy a sóval terhelt föld- és vízkészletek termelésbe való vonása a jövőre nézve létszükséggé válhat (Abdul és Mahmood, 2012). Zsembeli et al. (2017) egy liziméteres kutatás keretein belül bizonyította, hogy az öntözésre még alkalmas víz határértékénél, 500 mg/l-nél, nagyobb összes oldott sótartalommal jellemezhető (600 mg/l) vízzel való öntözés nem gyakorolt negatív hatást a közepesen sóérzékenynek minősülő szója és borsó terméseredményeire.

Az Alföldön mintegy 400 000 ha terület tekinthető sóval terheltnek, ahol elsősorban a sós talajvíz szintjének emelkedése miatt következett be másodlagos szikesedés. Blaskó (2005) kutatómunkája során figyelemmel kísérte az öntözött területek só- és vízháztartását, mely során több esetben is azt tapasztalta, hogy a talaj sótartalmának növekedését a magas sótartalmú öntözővizek alkalmazása okozta. A szikes talajokat gyenge növény-növekedés és alacsony mikrobiális aktivitás jellemzi. Nagyon fontos nyomon követni a talaj mikrobiális élővilágának reakcióját a talaj sótartalmának változásaira (Asghar et al., 2012), hiszen a talaj ezen tulajdonsága alapvetően meghatározza a termesztés sikerességét. A talajjavító, talajkondicionáló szerek elősegíthetik a kedvezőtlen adottságú talajok mikrobiális aktivitását, hiszen alkotóanyagaiknak köszönhetően közvetetten hatással vannak a talaj termékenységeért felelős folyamatokra, valamint a növényekre. Ezenkívül befolyásolják a talajban és a növényekben zajló biológiai, kémiai és fizikai folyamatok optimális működését (Borowiak et al., 2016), elősegítve a sófelhalmozódás okozta káros hatások mérséklését.

Kutatómunkánkat a Karcag környéki kiskertekben az öntözés hatására kialakuló másodlagos szikesedés igen nagy veszélye alapozta meg. A fúrt kutakból származó vízminták összetételéből, illetve az azokból számított értékekből (sókoncentráció, SAR-érték, Na%, szódaegyenérték) megállapítható, hogy a térség rétegvizei nem alkalmasak a feltétel nélküli öntözésre (Zsembeli et al., 2011). Az előzmények és a jelenlegi helyzet felmérése alapján felvetődött a kérdés, hogy amennyiben ezeket a körülményeket adotttnak vesszük, van-e lehetőség az öntözés lehetőség szerinti optimalizálására, a talajt kevésbé terhelő öntözés megvalósítására.

Kutatómunkánk elsődleges célja a talaj-víz-növény rendszerben jelentkező összefüggések vizsgálata volt, hogy megértsük a másodlagos szikesedés folyamatait, és megoldást találjunk a káros hatások mérséklésére, elsősorban preventív jelleggel. Kedvezőtlen talajadottságú (nehéz mechanikai összetételű, nagy agyagtartalmú, szikesedésre hajlamos), rossz hidrológiai körülményekkel (magas sótartalmú öntözővíz, magas klimatikus vízhiány) területeken az öntözés-optimalizálást tartjuk a legjobb preventív módszernek.

Három különböző megközelítést alkalmaztunk a probléma tudományos megalapozásához:

- » különböző öntözési gyakoriságok,
- » különböző öntözővíz-sótartalmak,
- » különböző talajjavító, talajkondicionáló szerek

hatását vizsgáltuk néhány, a sikeres termesztést alapvetően meghatározó talajtulajdonságra, s ezen keresztül az indikátor növény vízellátására, amelyet annak termésmennyiségével, termésminőségével és különböző morfológiai paramétereinek számszerűsítéssel jellemeztünk. Kutatómunkánk végső célja, hogy a másodlagos szikesedés veszélyének kitett talajokra öntözésoptimalizálással és talajjavító/talajkondicionáló szerek alkalmazásával sóterhelést csökkentő agrotechnikai módszert dolgozzunk ki különböző zöldségnövények sikeres termesztéséhez.

Anyag és módszer

Liziméteres sóstresszkísérlet bab és csemegekukorica növényekkel

A liziméteres kísérleteket a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE) Karcagi Kutatóintézet liziméter-állomásán végeztük, vizsgálataink eszközöként 12 darab réti szolonyec típusú talajjal feltöltött átfolyóvizes liziméter szolgált.

A 2017–2018-as időszakban zajló kutatómunka során az öntözővíz minőségének és az öntözés intenzitásának (5 alkalom/hét, illetve 2 alkalom/hét) a talajra és a zöldbabra (*Phaseolus vulgaris* L. var. *nanus* – *Budai piaci*) gyakorolt hatásának vizsgálatát tűztük ki célul. A kísérletben alkalmazott öntözési protokollt és kezeléseket az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat: A kísérlet során alkalmazott kezelési protokoll (Karcag, 2017–2018)

Liziméter száma	Ismétlés	Neosol	Öntözővíz-minőség	Öntözés intenzitása (alkalom/hét)	Öntözővíz mennyisége (l/liziméter)
1	1	+	ioncserélt	5	3
2	2	+	ioncserélt	5	3
3	3	+	ioncserélt	5	3
4	1	+	kút	2	7,5
5	2	+	kút	2	7,5
6	3	+	kút	2	7,5
7	1	-	kút	5	3
8	2	-	kút	5	3
9	3	-	kút	5	3
10	1	-	ioncserélt	2	7,5
11	2	-	ioncserélt	2	7,5
12	3	-	ioncserélt	2	7,5

A kísérlet során az eltérő vízminőséget a Karcag környékére jellemző, igen magas, 1600 mg/l összes oldott sótartalommal jellemezhető kútvízzel, illetve ioncserélt vízzel való öntözéssel biztosítottuk. Mindemellett, a másodlagos szikesedés mérséklésének lehetőségét is vizsgáltuk Neosol talajkondicionáló szer 750 kg/ha-os dózisban való alkalmazásával. A liziméterekbe SMT 100 típusú, nagy mérésérzékenységgel rendelkező nedvességmérő szondákat is elhelyeztünk a 0–10 cm és a 20–30 cm rétegekbe, az adott liziméterek talajoszlopának nedvességtartalmi dinamikájának vizsgálatához.

Vizsgálataink során az öntözésnek és a talajkondicionálásnak a talaj nedvességtartalmára és sókészletére, illetve a bab termésére, magasságára, különböző beltartalmi mutatóira és a vegetációs periódusára gyakorolt hatását kívántuk megállapítani.

A 2020–2021-es időszakban zajló liziméteres kutatómunka során nagy összes oldott sótartalommal jellemezhető kútvízzel való öntözés szikesítő hatását vizsgáltuk különböző talajjavító anyagok alkalmazása mellett a talaj és közepes sótűrő képességgel jellemezhető, különböző csemegekukorica (*Zea mays* L. convar. *saccharata*) -hibridek egyes paramétereire. A kísérlet során alkalmazott kezeléseket a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat: A kísérlet során alkalmazott kezelési protokoll (Karcag, 2020–2021)

Liziméter száma	Kezelés	Alkalmazott hibrid	Öntözés intenzitása (alkalom/hét)	Öntözővíz mennyisége (l/liziméter)
1	Neosol + Terrasol komposzt	Tyson	3	8
2	Neosol + Terrasol komposzt	GSS3071	3	8
3	Neosol + Terrasol komposzt	GSS8529	3	8
4	Neosol + NPK	Tyson	3	8
5	Neosol + NPK	GSS3071	3	8
6	Neosol + NPK	GSS8529	3	8
7	NPK	Tyson	3	8
8	NPK	GSS3071	3	8
9	NPK	GSS8529	3	8
10	Terrasol komposzt	Tyson	3	8
11	Terrasol komposzt	GSS3071	3	8
12	Terrasol komposzt	GSS8529	3	8

A másodlagos szikesedés mérséklésének lehetőségét Neosol talajkondicionáló szer 750 kg/ha-os, Terrasol komposzt 20 t/ha-os dózisban való alkalmazása, illetve e két talajjavító szer kombinációjának alkalmazása esetén is vizsgáltuk. A kísérletben a Tyson, és a GSS8529-es középérésű, illetve a GSS3071-es középkorai érésű szuperédes csemegekukorica-hibrideket alkalmaztuk. A liziméterek talajoszlopába SMT 100 típusú nedvességmérő szondákat is elhelyeztünk a 10-20 cm, a 30-40 cm és az 50-60 cm-es rétegekbe, a nedvességtartalmi dinamika nyomon követése érdekében.

Vizsgálataink során az öntözés és a talajkondicionálás a talaj nedvességtartalmára és sókészletére, a csemegekukorica néhány morfológiai paraméterére, illetve a feldolgozóipar szempontjából releváns értékmérő tulajdonságaira (termésmennyiség, csőhosszúság, szemsorszám, Brix%) gyakorolt hatását kívántuk megállapítani.

Kisparcellás sóstresszkísérletek csemegekukorica és cékla növényekkel

A sóstressz hatásainak vizsgálatára irányuló kisparcellás kísérleteket a MATE Karcagi Kutatóintézet Öntözési Kísérleti Kertjében (ÖKK) végeztük a 2020–2021-es időszakban csemegekukorica és cékla növények alkalmazásával. Kutatómunkánk során a magas sótartalmú öntözővíz hatását vizsgáltuk a talaj, illetve a növény szempontjából, szántóföldi körülmények között, esőszerű öntözési módszer alkalmazása mellett.

A csemegekukoricával végzett kisparcellás kísérletben négy különböző, korábbi kísérlet során sótűrőbbnek bizonyuló, szuperédes hibridek (Tyson, GSS3071, Sweetstar, GSS8529) termésprodukciónak határoztuk meg, nagy sótartalmú (1100 mg/l) vízzel való öntözéssel indukált sóstressz mellett, a 2020–2021-es időszakban. A káros sók talajtulajdonságokra gyakorolt negatív hatásának csökkentési lehetőségét és az alkalmazott hibridek feldolgozóipari szempontból meghatározó értékmérő tulajdonságaiban bekövetkezett változásokat is vizsgáltuk három különböző talajjavító/talajkondicionáló (Neosol – 200 kg/ha, Explorer 21 – 200 kg/ha, riolituffa – 20 t/ha) anyag alkalmazása mellett, 36 m²-es kisparcellákon. 2020-ban, amely igen csapadékos nyári időszakkal volt jellemezhető, 78 mm öntözéssel 1404 g sót, míg 2021-ben 150 mm öntözővízzel 5983 g sót juttattunk a kísérleti parcellák talajába (36 m²), az egyes tenyészedőszakokra jellemző természetes csapadékmennyiséghez igazított öntözéssel.

Kutatómunkánk során vizsgáltuk a nagy sótartalmú öntözővízzel való öntözés hatását a talaj elektromos vezetőképességére (EC – öntözési időny előtt és után), illetve a csemegekukorica termésmennyiségére (t/ha), csuhés csőtömegére (g), csuhé nélküli csőtömegére (g), csőhosszúságára (cm), illetve szemsorszámára (db).

A céklával végzett kisparcellás sóstresszkísérlet során arra a hipotézisre kerestük a választ, miszerint a sőtűrő, sófelhalmozásra képes cékla termesztésével a szikes, illetve a másodlagosan szikesedett talajok javíthatók.

A helytelen vagy szükségszerűen kedvezőtlen öntözési gyakorlat során okozott másodlagos szikesedés mérséklési lehetőségét a sók felhalmozására képes, két különböző alakú cékla fő- és másodvetésben történő termesztésével két kisparcellán (egyenként 36 m²) vizsgáltuk 2021-ben. Öntözővíz tekintetében két különböző forrásból származó és eltérő minőségű vizet használtunk (3. táblázat). Az egyik öntözővíz egy fúrt kútból származott, azaz rétegvíz volt 670 mg/l összes oldott sótartalommal. A másik öntözővíz a városi hálózatról származó csapvíz volt 1100 mg/l összes oldott sótartalommal. Az adott termőhelyen egyik víz sem alkalmas öntözésre, mivel a jogszabályban megadott határérték (500 mg/l) feletti a sótartalmuk.

3. táblázat: A kísérletben alkalmazott öntözővizek néhány minőségi paramétere

Vízforrás	pH	EC mS/cm	Sza. g/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cu mg/l	Mn mg/l	Fe mg/l	Zn mg/l
fúrt kút	7,64	1,04	0,70	27,9	10,7	243,3	1,84	<0,05	0,05	0,15	0,12
városi hálózat	7,86	1,73	1,12	30,2	14,6	414,6	1,47	<0,05	<0,05	0,30	0,33

Forrás: MATE Karcagi Kutatóintézet (2021)

A kisparcellás kísérletben két hibridet alkalmaztunk, melyből az egyik hengeres típusú (*Carillon RZ*), a másik pedig gömbölyű répatestű (*Monty RZ*) volt. A tavaszi vetés április 29-én, míg a másodvetés július 27-én történt. A tavaszi vetésű állomány esetében július 14-én, míg a másodvetésű állomány esetében november 3-án került sor a betakarításra.

A talajvizsgálatokat az egyes öntözési szezonok előtt és után vett talajminták alapján is elvégeztük. A vizsgált talajparaméterek: elektromos vezetőképesség, Na-tartalom. A kísérleti parcellákról betakarított növények termésmennyiségét (t/ha) és néhány beltartalmi paraméterét, így a répatest elektromos vezetőképességét (EC: mS/cm), a répatest összes vízzoldható szárazanyag-tartalmát (Brix%: ATAGO Pal-1 készülékkel), a répatest Na-tartalmát, a répatest színanyagtartalmát (spektrofotométerrel) vizsgáltuk.

Eredmények és értékelésük

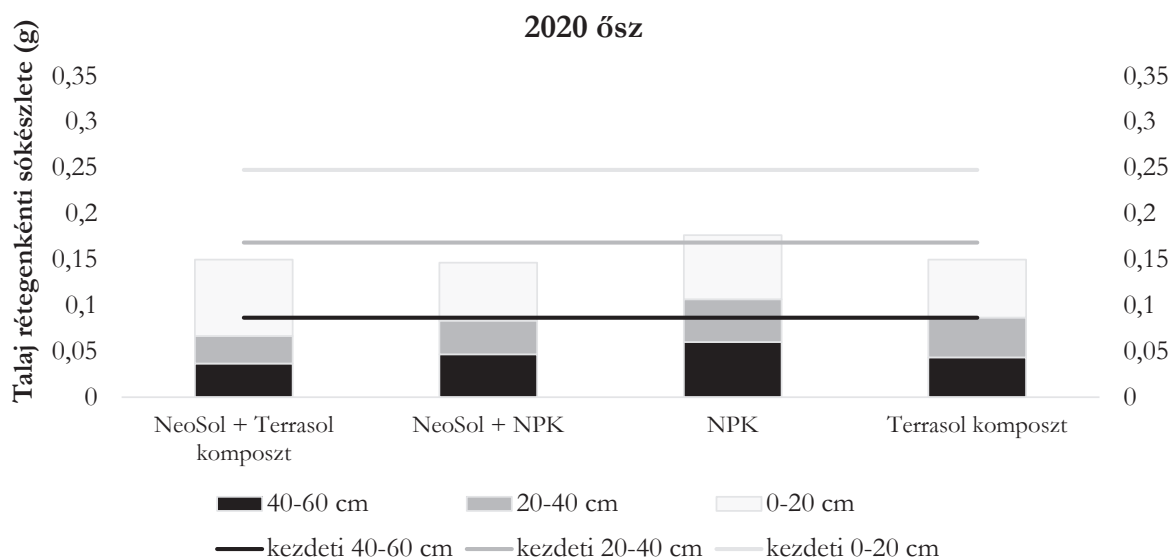
A sóstressz hatása a babra

A 2017–2018-as liziméteres kísérletben az indikátornövényként alkalmazott, sóérzékeny zöldbab morfológiai és terméseredményeit egyaránt javították a talajállapotra is kedvező hatást gyakorló kezelések, azaz a hetente kevesebb alkalommal, nagyobb vízádaggal öntözés + talajkondicionálás (Zsembeli et al., 2019; Sinka et al., 2019). A kútvízzel öntözött liziméterekben fejlődött borkorbaboknál 30%-kal kevesebb hüvelytermést számoltunk, mint az ioncserélt vízzel öntözötteknél. Ez az érték azonban az optimalizált öntözéssel és a talajkondicionálással javítható (18%-kal kevesebb termésmennyiség kútvízzel való öntözés mellett). Az összes hüvely tömegében 38%-kal kevesebb eredményt realizáltunk a kútvízzel való öntözés mellett, azonban ez a termés kiesés 32%-ra csökkent az optimalizált öntözéssel és a talajkondicionálás alkalmazásával.

A sóstressz hatása a csemegekukoricára

A) A liziméteres kísérletek eredményei

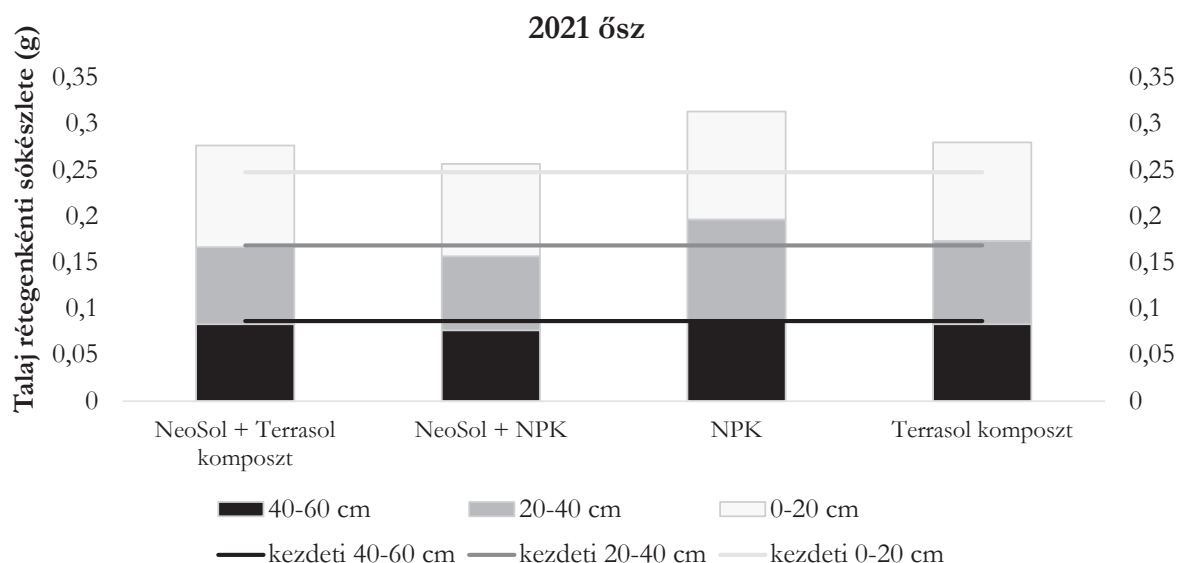
A 2020–2021-es időszakban zajló liziméteres kísérletek öntözési időny utáni talajeredményei alapján megállapítható, hogy 2020-ban az alkalmazott talajjavító szerek nem voltak hatással a 0–60 cm-es talajréteg sókészletére, hiszen az igen csapadékos évszámot köszönhetően kevesebb sóbevitelre (125 mm öntözővízzel 52,5 g) volt lehetőség, illetve a kezdeti (öntözési időny előtti) talajállapotban felhalmozódott sók is a mélyebb rétegekbe mosódtak (1. ábra).



1. ábra: A liziméteres kísérletben alkalmazott kezelések talajainak kezdeti és öntözési időny utáni sókészlete a 0–60 cm-es rétegben (Karcag, 2020)

Ezáltal a kísérletben alkalmazott növények terméseredményeiben sem vártuk a talajjavító szerek alkalmazásához köthető hatást. Az alkalmazott hibridek közül a csuhés, illetve a csuhé nélküli csőtömeget tekintve minden kezelésben a Tyson hibrid, míg a csőhosszúságot, illetve a Brix%-ot tekintve minden kezelésben a GSS8529 hibrid bizonyult jobbnak.

A 2021-es vizsgálati évben nagy sótartalmú (1100 mg/l) vízzel való öntözéssel jelentős sóterhelést idéztünk elő a liziméterek talajában (összesen 220 mm öntözővízzel 193 g só juttatva ki a 0,8 m²-es liziméterek felületére). A kísérlet kezdetén (2020 tavasz) az egyes talajrétegekben megállapított sótartalomhoz képest a Neosol, illetve a Terrasol alkalmazásával minimálisan növekedett az egyes talajoszlopok sótartalma, leginkább a felső 0–20 cm-es rétegben, míg a csak NPK-val kezelt talajok 0–20 cm-es és 20–40 cm-es rétegének sótartalma is növekedett. A felső 0–20 cm-es réteg sótartalmának növekedése evidensnek tekinthető, hiszen az öntözési időnyben folyamatos volt a sóbevitel a nagy sótartalmú öntözővízzel. Mivel nem a kilúgzási időszak, hanem az öntözési időny végén, azaz a betakarítást követően történt a talajmintavétel, így egyértelmű, hogy mindegyik kezelés tekintetében a 0–20 cm-es réteg sótartalma volt magasabb. A vizsgált talajréteg (0–60 cm) sókészletét (a különböző rétegek sómennyiségének összege) tekintve azonban megállapítható, hogy a kísérletben alkalmazott talajjavító szerekkel kezelt liziméterek talajában kevesebb só halmozódott fel. Mind a Neosol, mind a Terrasol alkalmazása elősegítette a káros, másodlagos szikesedést okozó sók mélyebb rétegekbe mosódását, ezáltal kedvezőbb feltételek adódtak a gyökérzóna felső részében (2. ábra).



2. ábra: A liziméteres kísérletben alkalmazott kezelések talajainak kezdeti és öntözési időny utáni sókészlete a 0–60 cm-es rétegben (Karcag, 2021)

Ez a hatás a csemegekukorica minőségi paramétereiben is megmutatkozott, hiszen a Neosol-lal, illetve a Terrasol komposzttal kezelt talajú liziméterekben termett Tyson és GSS3071 hibridek csőhosszúsága és szemsorszáma is kedvezőbben alakult, esetenként a kezelés hatásának nyilvánítható ezen paraméterek, feldolgozóipari szempontból meghatározott, minimum értékeinek elérése, meghaladása. A három alkalmazott hibrid közül ebben a vizsgálati évben is a Tyson emelkedett ki a csuhés, illetve a csuhé nélküli csőtömegben, míg a csőhosszúság és a szemsorszám tekintetében a GSS8529 bizonyult a legjobbnak.

B) A kisparcellás kísérletek eredményei

A különböző talajkondicionáló szerektől a kötöttebb talaj szerkezetére gyakorolt pozitív hatást vártuk (a sók gyökérvonából való kimosódásának elősegítésére), amelyet 2020-ban (igen csapadékos év) még nem tudtuk egyértelműen kimutatni. Azonban a Neosol és a riolittufa alkalmazása a talaj nedvességtartó képességére pozitívan hatott már egy éves alkalmazás esetében is.

2020-ban a csuhé nélküli csőtömeg és a szemsorszám tekintetében is a Tyson hibrid teljesített a legjobban statisztikailag is igazolhatóan. A GSS8529 a második legjobb hibridként szerepelt kísérletünkben, hiszen kedvező csuhé nélküli csőtömege mellett a szemsorszáma és a csőhosszúsága is meghaladta a minimális határértéket.

2021-ben mindhárom talajjavító/talajkondicionáló szer javította az alkalmazott hibridek csuhés és a csuhé nélküli csőtömegben meghatározott terméseredményeit, illetve a szemsorszám-ban és csőhosszúságban mért minőségi paramétereit is a kontrollhoz viszonyítva. A GSS8529 minden vizsgált paraméterben statisztikailag is igazolhatóan a legjobb hibridként szerepelt, mely a legjobb termésmennyiségi és minőségi paramétereit az Explorer 21 alkalmazása mellett produkálta.

A sóstressz hatása a céklára

A kísérletben alkalmazott céklatípusok répatesteinek sófelhalmozási képességét is vizsgáltuk a répatestek összes oldott sótartalmának, illetve a növény nátrium-tartalmának vizsgálatával. A másodvetésű állomány statisztikailag is igazolhatóan nagyobb EC-vel (növénysejtek ionkiáramlása során adódó mérés alapján) és nátrium-tartalommal jellemezhető, mint a tavaszi vetésű. A céklatípusokat tekintve pedig, vízminőségtől függetlenül, a hengeres típusok nagyobb elektromos vezetőképességgel és nátrium-tartalommal voltak jellemezhetőek. Az általunk biztosított kísérleti körülmények eredményei alapján megállapítható, hogy a hengeres típusú cékla nagyobb sófelhalmozásra képes, vízminőségtől függetlenül.

A különböző vetésidőjű és különböző vízminőséggel öntözött céklatípusok fogyasztói és feldolgozóipari szempontból is lényeges beltartalmi paramétereire nem hatott kedvezőtlenül a nagyobb sótartalmú öntözővíz alkalmazása. A különböző céklatípusok Brix%-ának alakulását tekintve statisztikailag igazolható különbség nem igazolódott egyik típus javára sem, azonban mindenképpen pozitívként kell megemlíteni, hogy nagyobb cukortartalmúak voltak a másodvetésű (nagyobb sóterhelést kapott) céklák, ezen belül is legjobb értékkel a nagyobb sótartalmú vízzel öntözött hengeres állomány bírt. Eredményeink alapján megállapítható, hogy a hengeres típusú cékla alkalmazása során, nagyobb fajlagos sóakkumulációja révén, kisebb sóterhelésű talajt hagy maga után. Annak ellenére, hogy a gömbölyű típusú cékla fajlagos sóakkumulációs képessége kisebb volt, lényegesen jobb terméseredményei révén gazdasági szempontból, termesztése szintén jelentős sófelhalmozó képességgel bír.

Következtetések

Eredményeink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a nem öntözővíz minőségű vizekkel való öntözés során igen nagy hangsúlyt kell fektetni a kijuttatott öntözővíz mennyiségére, szigorúan a termesztett növény vízigényeit kell kielégíteni. Megállapítható azonban, hogy ennek a kedvezőtlen folyamatnak a hatása talajkondicionálással mérsékelhető. Egyértelműen javasoljuk az általunk vizsgált, kedvezőtlen agroökológiai hatásoknak kitett területeken a talajkondicionálással kombinált öntözésoptimalizálást (mennyiség, gyakoriság kontrollja), hiszen így jelentősen javíthatók a sóérzékeny zöldbabtermesztés feltételei, illetve mérsékelhetők a káros hatások.

A csemegekukoricával végzett kísérletek két vizsgálati évében tapasztaltak alapján összességében megállapítható, hogy a Tyson és a GSS8529 hibrid ajánlható kedvezőtlen adottságú, másodlagos szikesedésre hajlamos területeken, hiszen a legtöbb értékmérő tulajdonságot tekintve, a sóstressz mértékének ellenére, a legstabilabb termést és minőséget produkáló hibridek voltak, amely esetében a talajkondicionáló szerek alkalmazásával pozitívabban alakultak ezen tulajdonságok. A csemegekukoricával végzett kísérleteink eredményei alapján megállapítható, hogy megfelelő hibridválasztással sóterhelt területeken is van lehetőség minőségi csemegekukorica termesztésre.

A céklával végzett sóstresszkísérlet eredményei rámutatnak, hogy ez a zöldségnövény nagymértékű sóstressz esetén is jelentős sóakkumulációs képességgel bír. Kisebb sóterhelésű talajt hagyva maga után, jobb előveteményként szolgálhat sóérzékeny (zöldbab, zöldborsó) és kis sótűrő képességgel jellemezhető (paprika, csemegekukorica) kultúrák számára. A sóstressz nem hatott negatívan sem a hengeres, sem a gömbölyű típus beltartalmi paramétereire, így

összességében véve fogyasztói/feldolgozóipari hasznosíthatósági szempontból is gazdaságosan termeszthető zöldségnövénynek tekinthető a kedvezőtlen adottságú (sóval terhelt talajjal és öntözővízzel jellemezhető) területeken is.

Irodalomjegyzék

- Abdul, R. – Mahmood, K. (2012): Rehabilitation of saline ecosystems through cultivation of salt tolerant plants. In *Pakistan Journal of Botany*, 44: SI pp. 69–75.
- Asghar, H.N. – Setia, R. – Marschner, P. (2012): Community composition and activity of microbes from saline soils and non-saline soils respond similarly to changes in salinity
- Bardaji, J. (1974): Öntözött talajok. (*Los Suelos de regadio*), *Agricultura*, Madrid 43: 504. pp. 227–231.
- Blaskó, L. (2005): Talajromlási folyamatok és mérséklési lehetőségeik a Tiszántúl kötött talajain. MTA-doktori értekezés.
- Borowiak, K. – Niewiadomska, A. – Sulewska, H. – Szymanska, G. – Gluchowska, K. – Wolna-Maruwka, A. (2016): Effect of PRP SOL and PRP EBV nutrition on yield, photosynthesis activity and soil microbial activity of three cereal species. In *Fresenius Environmental Bulletin* 25: 6 pp. 2026–2035.
- Cuartero, J. – Bolarin, M. C. – Asins, M. J. – Moreno, V. (2006): Increasing salt tolerance in the tomato. *Journal of Experimental Botany* 57: 5 pp. 1045–1058. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erj102>
- Enciso, J. – Multer, W. – Colaizzi, P. (2002): Irrigating cotton with salty water and Subsurface Drip Irrigation. In *Written for presentation at the 2002 ASAE Annual International Meeting/ CIGR XVth World Congress Sponsored by ASAE and CIGR*. Chicago, Hyatt Regency.
- FAO Irrigation and Drainage Paper 29. Rev. 1. 1985. Rome, FAO.
- Kaman, H. – Kurunç, A. – Demir, H. – Tezcan, A. – Sayici1, A. – Can, M. – Gökçen, U. (2017): Salinity change in different soil layers of tomato irrigated with salty water. In *International Journal of Plant & Soil Science* 19: 5 pp. 1–6.
- Sinka, L. – Rivera-Garcia A. – Tuba G. – Zsembeli J. (2019): Mitigation of salt stress caused by secondary salinization. In: XX. Stiavnické dni: Zborník recenzovaných príspevkov, pp. 254–262.
- UNESCO (1970): Tunisia, research and training on irrigation with saline water. 1962–1969. Tech. Report Unesco/UNDP Tunisia 5. 256.
- Zsembeli, J. – Szűcs, L. – Blaskó, L. (2011): Secondary salinization by irrigation from drilled wells in Karcag area. *Növénytermelés* 183: 3 pp. 305–308.
- Zsembeli, J. – Czeller, K. – Tuba, G. – Szűcs, L. – Sinka, L. (2017): Effect of Irrigation with Saline Water on the Soil and Legumes in Simple Drainage Lysimeter, In: Brigitte, Marold (szerk.) 17. Gumpensteiner Lysimetertagung: Lysimeterforschung – Möglichkeiten und Grenzen Lysimeter research – options and limits, Raumberg-Gumpenstein, Austria: Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein (HBLFA) pp. 189–191.
- Zsembeli, J. – Sinka, L. – Rivera-García, A. – Czeller, K. – Tuba, G. – Krištof, K. – Findura, P. (2019): Effect of soil conditioning on the moisture content and the salt profile of the soil under irrigation with saline water. *Polnohospodarstvo-Agriculture* 65 pp. 77–87.

Effect of soil conditioning on the yields of three vegetable crops under irrigation with salty water

A talajkondicionálás hatása három, magas sótartalmú vízzel öntözött zöldségnövény termésére

¹Arzu Rivera-Garcia – ¹Nagy Pál – ²Tuba Géza – ²Kovács Györgyi – ^{1,2}Sinka Lúcia – ²Zsembeli József

¹Kerpely Kálmán Doktori Iskola, Debreceni Egyetem

²MATE Karcagi Kutatóintézet

Összefoglalás: A másodlagos szikesedés megelőzése érdekében elengedhetetlen a talaj kémiai és fizikai tulajdonságainak tanulmányozása. Manapság a talajjavító és kondicionáló szerek használata már a mezőgazdasági gyakorlat része. Az öntözés befolyásolja a sóháztartást a gyökérzónában az öntözés mértékének és az öntözéshez használt víz sótartalmának függvényében. A Karcagi Kutatóintézet Öntözési Kísérleti Kertjében 2020-ban egy kispárcellás kísérletet állítottunk be a másodlagos szikesedés folyamatának vizsgálata céljából a Karcag környéki hobbikertekben jellemző zöldségtermesztés és öntözés szimulálásával. Három talajkondicionáló szert alkalmaztunk 18 db 3×3 m-es kispárcellán az indikátornövények vetése vagy palántázása előtt. A kispárcellákat három blokkba rendeztük, mindegyik blokkot az adott indikátornövény (bab, borsó, paprika) igénye szerint öntöztük. A blokkok hat részparcellából álltak, két parcellát Neosollal, kettőt Physiomax-szal, egyet pedig Terrasol kompozttal kezeltünk, illetve volt egy kezeletlen kontrollparcella. A két dedikált parcellán a talajkondicionáló szerek esetében standard (szántóföldre ajánlott) dózist és mikrodózist alkalmaztunk. A másodlagos szikesedést a zöldség növények magas sótartalmú vízzel történő öntözésével (összes oldható sótartalom ~900 mg/l) indukáltuk, és vizsgáltuk a talaj felső (0-0,3 m) rétegében kialakuló sótartalmat. A tenyészidőszakok során rendszeresen mértük az aktuális elektromos vezetőképességet (ECa, mS cm⁻¹) és a talaj nedvességtartalmát (tf%). A talajkondicionálásnak a vizsgált növényekre gyakorolt közvetlen hatásának meghatározására mértük a termésmennyiségeket. Megállapítottuk, hogy a Physiomax nem igazán alkalmas főleg a nem sótűrő zöldségfélék (bab, borsó) talajának javítására, de a Neosol mikroadagolása nagyon hatásos volt. Az alacsony sótűrő képességű paprika esetében a Physiomax jobb eredményeket hozott, míg a Neosol kevésbé volt hatékony. Az öntözés stressztényező lehet a növények növekedése során, de a fokozott sóbevitellel járó, nagyobb mennyiségű öntözővíz kijuttatása javasolt, hogy a kimosódás lehetőségének biztosításával mérsékeljük a sófelhalmozódás káros hatását.

Kulcsszavak: másodlagos szikesedés, zöldségnövények, sótűrés

Introduction

In semiarid regions, the major soil degradation threats are the mismanaged irrigation affecting over 10% of the total irrigated land (Lambert and Shaiti, 2002). The water scarcity and some other problems such as water-logging, salinization, and soil and water quality degradation are a threat to the future of irrigated agriculture. Half of all irrigated soils is affected by soil salinity. New incentives and policies for ensuring the sustainability of agriculture and ecosystem services will be crucial if we are into the commitment to satisfy the demands of yields without compromising environmental integrity or public health (Tilman et al., 2002).

Irrigation can control the salt balance in the root zone by adjusting the irrigation rate and the salinity of water used for irrigation. However, the leaching the root zone will impact on the salt balance (Bower, 1959). Management of saline water for irrigation is often based on application of excess water, designed to maintain minimum root zone salinity and thus minimize salinity caused yield water consumption and bring satisfactory yields (Ben-Gal et al., 2008). Another measure to manage salts is soil conditioning in order to improve the status of salt affected or potentially salt affected soils susceptible for secondary salinization (Zsembeli et al., 2019b; Rivera et al., 2020; Kovács, 2015). The main goal is to stop the effect of soil salinity and prevent stress in the plants like osmotic imbalance, reduced water uptake and transpiration, reduced yields (Burt and Brett, 2005).

For the prevention of secondary salinization, it is a necessity to study on the chemical and physical soil properties. However, with the improvement of the discipline of soil science, the terminology and concept of soil amendments and conditioners were categorized in physical and chemical conditioning. Most of the common conditioners are green manure, peat, crop residues organic compost and mineral ingredients such as coal dust, rock phosphates, rock flour, gypsum (Sojka et al., 2007). The need of amendments and the volume and kind of amendment is best discovered by soil test. Soil conditioners have been investigated since the requirement for biochemical and physical conservation or enrichment of the soil and for the dumping or management of waste materials (Bower, 1959). In almost all agricultural soils the particles have negative electrical charges at their surface they absorb (attract and hold) positively charged salt constituents called cations. The common cations are calcium, magnesium, and sodium. Calcium and magnesium are the principal cations found in normal, productive soils, and they have a favourable effect upon the physical condition of the soil. If soils have come in contact with high sodium irrigation or ground waters, they usually contain adsorbed sodium as well adsorbed calcium and magnesium and adsorbed sodium has an effect to the soil, this is called secondary salinization (Bower, 1959).

The main goal of our study was to meet the customization of agriculture facing risks to develop secondary salinization by irrigation with waters that legally are not suitable for irrigation. We intended to propose various methods and analyses to innovate and develop techniques, which are based on the application of micro-doses of soil conditioners at sowing or planting time in order to change the physical and chemical properties of soils irrigated with salty water, and at the same time, to create an improved environment for the development of young plants. The specific aims of our research were to elaborate a new technique of (micro) soil conditioning based on the principle of micro irrigation; to study the efficiency of micro-dose application of soil conditioners comparing them to full dose and compost applications; to evaluate the yields of three vegetable crops with different salt tolerance under secondary salinization.

Material and Methods

A small plot experiment was set up in the Irrigation Experimental Garden (IEG) of the Research Institute of Karcag (RIK), Hungarian University of Agriculture and Life Sciences in 2020. IEG is dedicated to carry out experiments to study the process of secondary salinization by simulating the vegetable production and irrigation being typical in the hobby gardens located in Karcag, but also characteristic to the Middle-Tisza region of Hungary (Rivera-Garcia et al. 2020). The experiment was settled on a meadow chernozem soil, which is basically salt effected only in the deeper layers. According to a recent soil profile description, the humic A horizon goes down to 0.5 m, it is black in wet status. The B horizon is goes down to 0.82 m, compacted with prismatic structure and black colour. Under it, a transitional, 0.3 m thick BC horizon can be found with compacted prismatic structure and yellowish colour. The C horizon is under 1.1 m, yellow and contains CaCO_3 .

In 2019, we sampled the upper layers (0-0.2, 0.2-0.4, 0.4-0.6 m). The results of the soil analyses are shown in *Table 1*.

Table 1. Some soil parameters of the Irrigation Experimental Garden (Karcag, 2019)

Depth (m)	pH (KCl)	KA*	Salt content (m/m)%	CaCO_3 (m/m)%	Humus content (m/m)%	$\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$ (KCl) mg kg^{-1}	AL- P_2O_5 mg kg^{-1}
0-0.2	6.7	52	0.08	0.42	3.9	49.4	629
0.2-0.4	6.5	53	0.08	0.25	3.4	12.0	348
0.4-0.6	6.4	55	0.07	0.21	2.9	13.9	113
Depth (m)	AL- K_2O mg kg^{-1}	AL-Na mg kg^{-1}	Mg (KCl) mg kg^{-1}	$\text{SO}_4\text{-S}$ (KCl) mg kg^{-1}	EDTA-Zn mg kg^{-1}	EDTA-Cu mg kg^{-1}	EDTA-Mn mg kg^{-1}
0-0.2	626	181	416	26.5	8.6	7.8	462
0.2-0.4	439	46	436	7.2	4.8	5.4	474
0.4-0.6	307	77	434	6.4	1.6	3.9	452

*KA is the plasticity index by Arany

As the treatments of the experiment, we applied two biosynthetic and one organic soil amendments in order to study their potential secondary salinization mitigating effect. All of the indicator crops (beans, peas, chilli) were vegetable species with various salt tolerance, all are typically grown in the region (*Fig. 1*).



Figure 1. Bean, pea, and chili plants in the Irrigation Experimental Garden (Karcag, 2022)

The amendments used as treatments and the relevant indicator crops with their salt tolerance degree are listed in *Table 2*.

Table 2. Amendments and indicator crops used in the irrigation experiment (Karcag, 2020)

Amendment type	Amendment name and dose	Components	Crops	Degree of tolerance to salinity
Biosynthetic	Neosol (micro-dose: 120 kg/ha, standard dose: 200 kg/ha)	Algae sulphated polysaccharides and trace elements (CaO, Ca, MgO, Mg). (Balusson, 2018, Szűcs et al. 2014b; 2015)	chilli peas beans	LT NT NT
	Physiomax (Micro-dose: 180 kg/ha, standard dose: 300 kg/ha)	Mineral CO ₃ and sulphates as biostimulants (Zsembeli, 2019a,b)	chilli peas beans	LT NT NT
Organic	Terrasol biocompost (10 t/ha)	sheep manure 96% + zeolite 2% + mineral phosphate 2% + bacterial culture EM 1) (Monori et al. 2009; Kovács et al., 2013; Tuba et al. 2020b)	chilli peas beans	LT NT NT

Legends: LT: low salt tolerance, NT: no salt tolerance

The amendments were applied and distributed on 18 small plots of 3x3 m in May, 2020, 2021, prior to sowing or planting of the indicator crops. The small plots were arranged in 3 blocks, each block represented one indicator crop (beans, peas, chili) and was irrigated as the given indicator crop needed it. The blocks consisted of 6 small plots. Within the blocks, 5 plots were dedicated to each amendment (2 plots for Neosol, 2 plots for Physiomax, 1 plot for Terrasol) and there was one untreated control plot. In the case of the biosynthetic amendments (soil

conditioners) on the 2 dedicated plots, standard dose and micro-dose were applied. Standard dose represented the full dose of the soil conditioner recommended by the producer of each product. Micro-dose means the application of a reduced amount of soil conditioners. This new technique was developed on the same principle as micro-irrigation: small doses of soil conditioners are placed only close to the roots, not distributed on the whole soil surface. This way, the physical and chemical properties of the soil of the space directly surrounds the roots are reclaimed with lower doses of soil conditioners (Rivera-Garcia et al., 2020). It is important to mention that each crop has particular growth stages and water demand, therefore each treatment-crop combination created a certain situation where secondary salinization interacted with the amendments and could cause a different respond in the variables.

We induced secondary salinization by irrigation of vegetable crops with saline water (total soluble salt content ~900 mg/L) to understand the salinity process taking place in the upper (0-0.3 m) layer of the soil. In order to test the different soil conditioners in the upper layer, we periodically monitored and measured the actual electric conductivity (EC_a , $mS\ cm^{-1}$) and the moisture content of the soil (v/v%) during the growing seasons (May-September, 2020-2022). Former field studies and lysimeter experiments with soil conditioners carried out at RIK proved that compost (Terrasol) and biosynthetic soil conditioners (Physiomas, Neosol and Explorer) are suitable to mitigate the harmful impact of secondary salinization (Monori et al. 2008; Rivera-Garcia et al. 2020; Szűcs et al. 2014b; Zsembeli et al. 2019b). Nevertheless, in all these investigations, full doses of the applied amendments were studied. We wanted to complete and extend our former findings with the micro-dose application of the two investigated biosynthetic amendments revealing if it is also suitable for the mitigation of the harmful effect of secondary salinization.

In order to determine the direct effect of soil conditioning on the investigated crops, their yields were measured and expressed in $kg\ m^{-2}$. The yield data were derived from the results of several harvest days according to the continuous ripening of the fruits of the crops.

Results and Discussion

SINKA et al. (2019) experienced (in a previous lysimeter experiments with sweet corn) an effective improvement by Neosol application in salts leaching to the deeper soil layers. One particular patent inside Neosol is the Enzyme Catalyser for Organic Substrate (ECO), which is a part of soil enzyme assays emerging as technological tools for various applications in environmental and ecosystem management (Balusson, 2018). The yields of the three indicator crops irrigated with saline water under soil conditioning in 2020 are presented in *Fig. 2*. It is obvious that the yields of the investigated vegetable crops cannot be compared to one another, partly because of the differences of their genetic potential, and partly because of the differences in their vegetation periods. Nevertheless, the longer the vegetation period, the higher the water demand, hence the salt affection due to the irrigation with saline water. This correlation was manifested in the degree of the differences occurred among the treatments. For peas with short vegetation period, the differences in the yields due to the treatments were not considerable, while for chili, which had the vegetation period until the first frost in autumn, the yield differences were expressive. Beans were in the middle in terms of the length of the vegetation period and the differences in yields as well.

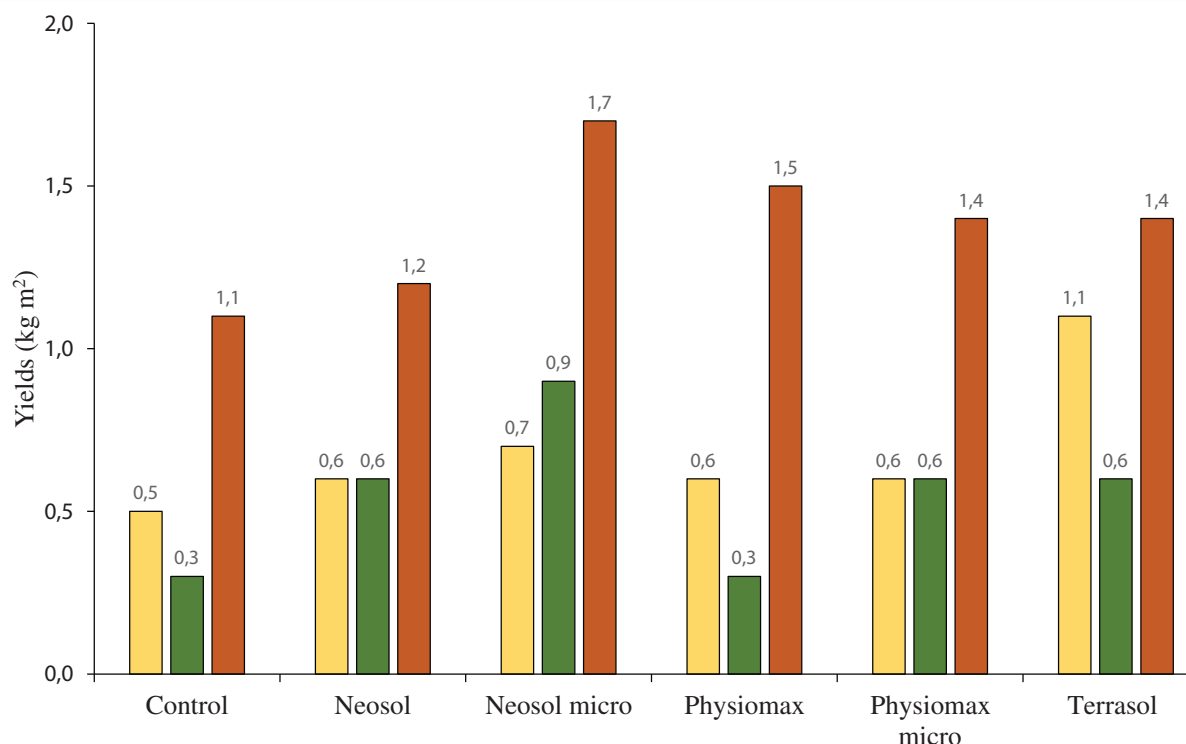


Figure 2. Average yields of the indicator crops in terms of the different soil conditioning treatments in 2020

Regarding the yields of beans in 2020, the Terrasol compost treatment had the most positive effect, probably due to its high nutrient content. Bean yields were similar when soil condition was applied and somewhat higher than in the untreated control. Micro dose application was found to be effective compared to the full dose application for both soil conditioners (especially for Neosol), which can be considered a promising result.

The best pea yield was achieved by the micro dose application of Neosol. The other treatments showed no significant differences, except for Physiomax full dose, which had no positive effect on the yield of peas. Peas have a shallow root depth, probably the micro dose application ensured a closer and faster contact with the conditioner hence a more favourable environment for the crop resulting in a positive effect on its early development. Soil conditioning was a real competitor of compost application for peas in 2020.

In the case of chili with the longest vegetation period, all the treatments showed a yield increasing effect compared to the untreated control. We could figure out a difference between the standard (full) dose and the micro-dose applications of Neosol, the former one resulted in the highest yield of chili. The Physiomax treatments showed no significant differences between the micro and full doses. The compost treatment did not bring extra yield of chili compared to soil conditioning.

The differences in crops yields are also related to the physiological strategies from each type of plant. Root system architecture and expansion is mostly regulated by water and nutrient uptake efficiency. According to Robin et al. (2016), under salinity stress in particular, both root hair length and density of root hairs per unit surface area decreased 25% to 40%. Anqi et al.

(2020) suggested that in the development of crops with large root systems could be considered as another tool to cope with soil salinization. For example, the root architecture copes salinity better in sweet corn than the root of peas. Peas cannot cope salinity as beans, but the compost addition increased its yield by 60% comparing with the control (*Fig. 3*). Terrasol compost is commonly used to increase crop productivity, quality, and can improve soil structure, enhance soil fertility, increase soil microbe abundances and activity, and improve the water holding capacity of the soil (Zsembeli et al., 2015). All these, especially the improved soil structure hence the increased leaching, contribute to the mitigation of the extent of secondary salinization.

In 2021, the small plot experiment was set up with the same treatments and indicator crops, but the crops were rotated from one plot to another in order to avoid the concentration of pests and diseases. Nevertheless, the extent of salt accumulation due to the irrigation from the previous year was not predictable as leaching induced by the winter precipitation and the forecrop all affect the salinization process. The effect of soil salinity can be different due to the plant rotation. In other words, if the previous crop like beans is a nitrogen donator, it affects the yield of the next crop. In this case, the salt concentration in the irrigation period, the plant tolerance and the amount of rain do not affect the yield so much as in the previous year. Naturally, after several years of irrigation with saline water, lower yields can be expected, just like it happens in the hobby gardens. In the second year of our experiment, we were not definitely expecting lower yields due to the higher salt content of the soil, but the complex effect of the cropyear (weather), irrigation and soil conditioning could be studied. The yields of the three indicator crops irrigated with saline water under soil conditioning in 2021 are presented in *Fig. 3*.

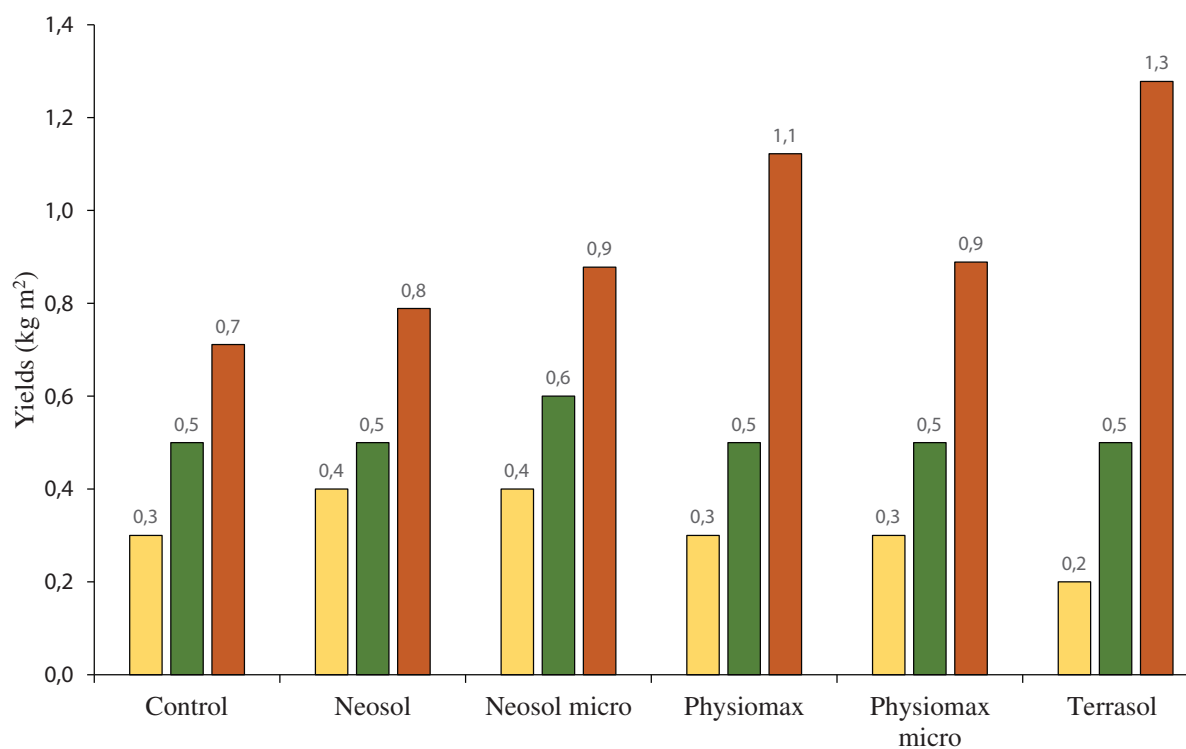


Figure 3. Yields of the indicator crops in terms of the different soil conditioning treatments in 2021

In the second year (2021), we increased the salt income by irrigation of beans from 58.8 to 170 g m², which projected lower yields due to the effect of extended salt accumulation. Indeed, bean yields were 0.2-0.9 kg m² (50% on average) lower. Interestingly and contrary to 2020, the Terrasol treatment resulted in the lowest yield that cannot be explained as a negative effect of compost application. Nevertheless, beans were more affected by salt accumulation than the other indicator crops. I did not find big differences in the yields in terms of the treatments, though the highest yields were found for Neosol, both for the full dose and micro dose treatments. No difference in yields of beans treated with the other soil conditioner was figured out compared with the control.

In the case of peas, the increase in the salt income by irrigation was from 50.9 to 104 g m². However, yield depression was found only for four treatments (Neosol full and micro dose, Physiomax micro dose, and Terrasol), the full dose application of Physiomax and the control treatments showed higher yields compared to the previous year resulting in only 8% increase on average, which is not considerable. The differences cannot be explained with salt accumulation, but probably are in correlation with the applied crop rotation. Nitrogen releases from a legume crop occurs as ground plant residues, roots and nodules decompose. Usually about two-thirds of the nitrogen fixed through a legume crop becomes handy the subsequent growing season after a legume in a rotation (Deakin and Broughton, 2009). In my opinion, the rotation had an influence on the next year crops in terms of nitrogen and salinity accumulation due to irrigation. More probably, peas could have the advantage from the shorter life cycle or period of irrigation, in which less salts could accumulate. Nevertheless, the comparison of the crop life cycle years is not so significant as the comparison of the treatments in each year.

Chili has the longest irrigation period, the increase in the salt income by irrigation was from 147.7 to 173 g m² compared 2021 to 2020. Chili yields were 0.1-0.8 kg m² (31% on average) lower in 2021. Nevertheless, all the treatments showed yield increasing effect compared to the untreated control. Micro dose application of Neosol show a little advantage compared to full dose application, while Physiomax full dose treatment had in favour to micro dose. regarding soil conditioning, the trend in their yield increasing effect was the same in both years. The compost treatment brought a bit higher yield of chili compared to soil conditioning.

Based on the two years data, we observed an inverse correlation between the increment of salt input and the yield loss. We identified an effect in soil salinity and yield production during the rotational crop year showing that salinity accumulation in the root zone can be leached easily in crops with lower irrigation period. In addition, salts were accumulated in the lower layers of the soil profile. In other words, the saline input from the previous crop life cycle can be washed down to lower parts of the root zone by natural leaching. For example, a crop with a shorter vegetation period, which is irrigated for a shorter period, is harvested (removed) earlier and the chance and time that the salts are leached to the lower layers in the root zone is larger and longer, respectively. In contrast, the longer the vegetation period, the longer the irrigation and more salt remain in the root zone and the shorter the natural leaching process.

In order to summarize and evaluate the complex effect of salt input by irrigation, soil conditioners and soil conditioning dosing, the yield differences compared to the control treatment are indicated in *Tables 3-5* for the three investigated crops. The different salt inputs represent the years and amounts of irrigation water (and the length of the irrigation period), while the colours

indicate if there was a positive, negative or no effect of the treatments on the yields compared to the control. This visualization is useful as the dominant colour expresses well the expectable effect of each particular treatment and crop. The crops have different plasticity to compensate the effect of salinity and the soil conditioners. We were expecting a positive effect in the yield for all the crops with different salt concentrations. That would have meant that all the cells of the tables are green. Naturally, the more years will be studied, the more precise effect on the yields can be determined (processing the yield results of 2022 are in progress).

For bean production under the studied circumstances, all the treatments resulted in positive reaction when the salt input was low, but when it was increased, only Neosol application brought higher yields compared to the control (*Table 3*). Based on 2 years of the experiment, micro dose application of Neosol is ranked to the first place and can be recommended as the most effective method to mitigate the harmful effect of secondary salinization.

Table 3. Reaction of beans to the annual salt input by irrigation

Salt input (g m ²)	Yield difference to control (%)					
	Control	Neosol	Neosol micro	Physiomas	Physiomas micro	Terrasol
58.8	0	+20	+40	+20	+20	+120
170	0	+33.3	+33.3	*0.0	*0.0	-33.3
Rank	-	2	1	5	4	3

Legends: + means positive (>10%), - means negative (<0%), * means neutral (no) effect (0-10%)

For pea production under the studied circumstances, four treatments resulted in positive reaction when the salt input was low, but when it was increased, only Neosol application brought higher yields compared to the control (*Table 4*). Based on 2 years of the experiment, just like for beans, micro dose application of Neosol is ranked to the first place and can be recommended as the most effective method to mitigate the harmful effect of secondary salinization.

Table 4. Reaction of peas to the annual salt input by irrigation

Salt input (g m ²)	Yield difference to control (%)					
	Control	Neosol	Neosol micro	Physiomas	Physiomas micro	Terrasol
50.9	0	+100	+200	*0	+100	+100
104	0	*0.0	+20.0	*0.0	*0.0	*0.0
Rank	-	2	1	5	3	4

Legends: + means positive (>10%), - means negative (<0%), * means neutral (no) effect (0-10%)

For chili production under the studied circumstances, all the treatments resulted in positive reaction, even in both years, the salt input by irrigation was high (*Table 5*). Based on 2 years of the experiment, Terrasol compost application resulted in the higher yield and is ranked to the first place. Among the soil conditioning treatments, full dose of Physiomas and micro dose

application of Neosol are ranked to the second and third places and can be recommended to mitigate the harmful effect of secondary salinization.

Table 5. Reaction of chilli to the annual salt input by irrigation

Salt input (g m ²)	Yield difference to control (%)					
	Control	Neosol	Neosol micro	Physiomas	Physiomas micro	Terrasol
147.7	0	+9.0	+55.0	+36.0	+27.0	+27.0
173	0	+12.7	+25.4	+60.3	+27.0	+82.5
Rank	-	5	3	2	4	1

Legends: + means positive (>10%), - means negative (<0%), * means neutral (no) effect (0-10%)

Conclusion

We discovered that mainly Physiomas is not really suitable for the vegetable crops that not salt tolerant (beans, peas), but micro dosing of Neosol was very effective. In the case of chilli with low salt tolerance, Physiomas had higher rank, while Neosol was less effective. Irrigation could be a stress factor during plant growth, but it seems that it is recommended to maintain high water input even with higher salt input in order to minimize the harmful effect of salt accumulation in a longer term.

References

- Anqi, L. – Zhongyi, Q. – Nachshon, U. (2020): On the potential impact of root system size and density on salt distribution in the root zone. *Agricultural Water Management* 234: pp. 106–118.
- Balusson, H. (2018): The power of algae, serving the planet. Disponible online: https://www.olmix.com/sites/default/files/brochure.olmix_group.corporate.en.pdf
- Ben-Gal, A. – Eviatar, I. – Lynn, D. – Shabtai, C. – Uri, Y. – Eugene, P. – Leah Z. – Uri S. (2008): Effect of irrigation water salinity on transpiration and on leaching requirements: A case study for bell peppers. *Agricultural Water Management* 95: 5: pp. 587–597.
- Burt, C. – Brett, I. (2005): Leaching of Accumulated Soil Salinity Under Drip Irrigation. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 48: DOI: <https://doi.org/10.13031/2013.20097>.
- Bower, C.A. (1959): Chemical amendments for improving sodium soils. *Agric. Info. Bul.* 195, U.S.Gov. Print. Off., Washington, DC.
- Deakin, W. J., – Broughton, W. J. (2009): Symbiotic use of pathogenic strategies: Rhizobial protein secretion systems. *Applied Soil Ecology* 7: pp. 312–320
- Kovács, Gy. – Tuba, G. – Czimbalmos, R. – Csízi, I. (2013): Effect of different compost doses on some properties of an extensive grassland soil. *Research Journal of Agricultural Science* 45: 2 pp. 157–165.

- Kovács, Gy. (2015): Examination of carbon-dioxide emission of agricultural lands in Karcag Region. Debrecen, University of Debrecen. 26 p.
- Lambert, K. – Shaiti, K. (2002): Irrigation and salinity: a perspective review of the salinity hazards of irrigation development in the arid zone. *Irrigation and Drainage Systems* 16: 161–17.
- Monori, I. – Blaskó, L. – Zsigrai, Gy. – Biró, B. (2008): Terrasol compost from sheep manure. In: Koutev, V. (eds.) *Potential for simple technology solutions in organic manure management. 13th RAMIRAN International Conference. 2008. 06. 28–30. Albena. Bulgaria.* 421–424.
- Rivera, A. – Tuba, G. – Czeller, K. – Kovács, Gy. – Zsembeli, J. (2020): Mitigation of the effect of secondary salinization by micro soil conditioning. *Acta Agraria Debreceniensis* 1 pp. 115–119. DOI: <https://doi.org/10.34101/actaagrar/1/3720>
- Robin, A.H.K. – Matthew, C. – Uddin, M.J. – Bayazid, K.N. (2016): Salinity-induced reduction in root surface area and changes in major root and shoot traits at the phytomere level in wheat. *J. Exp. Bot.* 67: 3719–3729. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erw064>.
- Sinka, L. – Rivera-Garcia, A. – Tuba, G. – Zsembeli, J. (2019): Mitigation of salt stress caused by secondary salinization. XX. Štiavnické dni 2019 – Zborník recenzovaných príspevkov. pp. 254–262.
- Sojka, R. E. – Bjonerberg, J. A. – Entry, R. D. – Orts, W. J. (2007): Polyacrylamide in Agriculture and Environmental Land Management. *Advances in Agronomy* 92 pp. 75–162.
- Szűcs, L. – Tuba, G. – Juhász, Cs. – Zsembeli, J. (2014): Effect of PRP-Sol soil conditioner on a heavy textured soil. *Növénytermelés* 63: pp. 213–216.
- Szűcs, L. – Tuba, G. – Zsembeli, J. (2015): Talajkondicionáló szerek hatásvizsgálata nagy agyagtartalmú talajon. *Agrártudományi Közlemények. Acta Agraria Debreceniensis* 63 pp. 137–141.
- Tilman, D. – Cassmank, G. – Matson, P. – Naylor, R. – Polasky, S. (2002): Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418 pp. 671–677.
- Tuba, G. – Kovács, G. – Rivera-García, A. – Zsembeli, J. (2020b): Examination of the effect of two compost products on the penetration resistance of the soil in reduced tillage. In Jobbágy, J. – Koloman K. (eds.) *Technoforum 2020: New Trends in Machinery and Technologies for Biosystems. Scientific Papers Slovenská Polnohospodárska Univerzita v Nitre*, pp. 152–159.
- Zsembeli, J. – Kovács, G. – Tóth, J. (2015): Effect of Irrigation with Saline Water on the Soil in Simple Drainage Lysimeters. *Gumpensteiner Lysimetertagung* 16: pp. 167–170.
- Zsembeli, J. – Kovács, GY. – Tuba, G. – Czeller, K. – Juhász, Cs. (2019a): Climate change at local level on the base of the air temperature and precipitation data of the weather station of Karcag. In: Máchal, P. (ed.) *Creating a platform to address the techniques used in creation and protection of environment and in economic management of water in the soil. Brno, International Visegrad Fund*, pp. 43–49.
- Zsembeli, J. – Sinka, L. – Rivera-García, A. – Czeller, K. – Tuba, G. – Koloman, K. – Findura, P. (2019b): Effect of Soil Conditioning on the Moisture Content and the Salt Profile of the Soil Under Irrigation with Saline Water, *Agriculture (Pol'nohospodárstvo)*, 65: 2 pp. 77–87. DOI: <https://doi.org/10.2478/agri-2019-000>

A liziméteres mérések kiterjesztése a másodlagos szikesedés kutatásában

¹Zsembeli József – ¹Kovács Györgyi – ^{1,2}Sinka Lúcia – ²Arzu Rivera-Garcia –
²Nagy Pál – ¹Tuba Géza

¹MATE Karcagi Kutatóintézet
²Kerpely Kálmán Doktori Iskola, Debreceni Egyetem

Összefoglalás: A magas sótartalmú vízzel (500 mg l⁻¹ elett) történő öntözés talajra gyakorolt hatása az Alföldre jellemző hobbikertekben nagy vízigényű zöldségnövényeket termeszto kistermelők számára problémát jelent. 2019-ben a MATE Karcagi Kutatóintézetben egy kísérletet állítottunk be az ilyen hobbikertek körülményeinek és öntözési gyakorlatának szimulációjával öt magas sótartalmú vízzel öntözött egyszerű átfolyóvízes liziméterben, amelyekben a talaj elektromos vezetőképességét (EC) és nedvességtartalmát is rendszeresen mértük mobil érzékelőkkel. Az öntözési szezon előtt és után a felső talajrétegből (0-0,6 m) talajmintákat vettünk laboratóriumi vizsgálathoz, hogy meghatározhassuk a talaj sómérleget (SM). A tényleges sómérleget (SMAKT) a felső talajrétegre (0-0,6 m) számítottuk ki a talajminták sótartalma alapján. Az elméleti sómérleget (SMTEOR) az öntözővíz és a csurgalékvíz összes oldható sótartalmából számítottuk ki. Az öntözési szezonban a termőtalajban ingadozó EC-t tapasztaltunk a talaj nedvességtartalmával szoros összefüggésben. Az in situ EC mérések alapján a felső talajrétegből a sók kimosódtak, ami negatív sómérleget eredményezett. A liziméterek talajoszlopainak SMAKT és SMTEOR értékeit kombinálva megbecsültük a mélyebb (0,6-1,0 m) talajréteg sómérlegét. A kezdeti sótartalom 12%-os növekedését számszerűsítettük a felhalmozódás miatt. Ezt a módszertant alkalmasnak tartjuk a másodlagos szikesedés folyamatainak részletesebb megértésére, amely hozzájárulhat annak káros hatásának a mérsékléséhez. Méréseink folytatásától olyan eredményeket várunk, amelyek igazolják, hogy a karcagi fúrott kutakból nyert magas sótartalmú öntözővizek megfelelő öntözési gyakorlat és talajkezelés mellett öntözésre alkalmasak.

Kulcsszavak: öntözés, másodlagos szikesedés, liziméterek, sómérleg

Bevezetés

A mezőgazdaság a világ számos régiójának és az ott élő emberek meghatározó gazdasági tevékenysége. Ami a kisüzemi gazdálkodást illeti, az elmúlt évtizedekben a demográfiai változások és az infrastruktúra javulása a mezőgazdaságot nyereséges vállalkozássá alakította (Ali és Kapoor, 2008). Valójában az éghajlatváltozás és a szélsőséges időjárási viszonyok következtében a félszáraz (szemiárid) régiók a termőterületek korlátozott volta és a talajok degradációja miatt jobban veszélyeztetettek. A szikesedés a szántóterületek egyik problémája, egyes becslések szerint a termőterületek csökkenése az elszikesedés miatt 2050-re akár az 50%-ot is elérheti

(Wang et al., 2003). Az olyan aktuális problémák, mint a vízhiány, a nem hatékony vízfelhasználás (Zsembeli et al., 2011), a túlzott vízkivétel, a szikesedés, valamint a talaj- és vízminőség romlása fenyegetést jelent az öntözött mezőgazdaság fenntarthatóságára nézve. Az öntözött talajok felét érinti a talaj magas sótartalma. A félszáraz régiókban a talajromlást veszélyeztető fő veszélyt a helytelen gyakorlatú öntözés jelenti, amely a teljes öntözött terület több mint 10%-át érinti (Lambert és Shaiti, 2002). A mezőgazdaság és az ökoszisztémákhoz kapcsolódó szolgáltatások fenntarthatóságát biztosító új kezdeményezések és politikai döntések kulcsfontosságúak lesznek, ha elkötelezzük magunkat a termelési igények kielégítése mellett a környezeti integritás vagy a közegészségügy veszélyeztetése nélkül (Tilman et al., 2002).

Napjainkban a kisüzemi gazdálkodás különböző problémákkal küzd, ahol a mezőgazdaság és a környezet közötti kölcsönhatások különösen egyenlőtlenek lehetnek, mivel azokat a termőföld vagy az erőforrások szűkössége határozza meg (Fida és Pnuma, 2013). Ezek a kisüzemi mezőgazdasági tevékenységek jelentős területeket érintenek és számos ökológiai és kulturális szolgáltatást nyújtanak az embereknek, mint például a gazdálkodási ismeretek hagyományos formáinak megőrzése, a helyi növény- és állatfajták, valamint a társadalmi-kulturális szervezettség (Altieri és Koohafkan, 2008). Az ökoszisztéma által nyújtott javak és szolgáltatások fogyasztásából adódó nyomás miatt a kistermelőket tekintik a legsebezhetőbb csoportnak; elsősorban az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás képességének alacsony szintje, az esős évszaktól való függés, a különféle éghajlati veszélyeknek kitett kisbirtokosok elhelyezkedése és a termelékenységre gyakorolt negatív hatások miatt (Donatti et al., 2019).

Ilyen kisüzemi, kiskerti gazdálkodás sok helyen jellemző a Nagyalföldön is. A Karcag körüli hobbikerteket több mint 300 éve hasznosítják kertészeti tevékenységre, így hagyományosan a városlakók zöldséget és gyümölcsöt termesztenek főként saját fogyasztásra, de akár a helyi piacon való értékesítésre is. Ezeknek a hobbikerteknek a talaját nagy sóterhelés éri, mivel a kertekben használt öntözővíz fúrott kutakból származik, amelyek magas sótartalmú (szikes) vizet adó talajrétegekbe nyúlnak le (Zsembeli et al., 2011). Korábbi vizsgálatok során bebizonyosodott, hogy a karcagi felszín alatti vizek öntözésre nem alkalmasak (Zsembeli et al., 2013). A magas sótartalmú vizekkel öntözött talajok általában sok adszorbeált nátriumot, valamint kalciumot és magnéziumot tartalmaznak, ezt a sóakkumulációs folyamatot másodlagos szikesedésnek nevezzük. Az öntözéssel szabályozhatjuk a talaj sóforgalmát a gyökérszónában az öntözés mértékének és az öntözéshez használt víz sótartalmának kontrolljával. A gyökérszónából kimosódó sók mennyisége azonban mindenképpen hatással van a sóháztartásra (Bower, 1959). Az öntözéshez használt sós víz kezelése gyakran többletvíz kijuttatásán, azaz a kimosódás elősegítésén alapul, amelynek célja a gyökérszóna sótartalmának minimális szinten történő tartása és ezáltal a növények által felvett magas sótartalmú víz felhasználásának a csökkentése a kielégítő hozamok biztosítása érdekében (Ben-Gal et al., 2008).

A sók kezelésének másik lehetősége a talajkondicionálás a másodlagos szikesedésre érzékeny, sóval terhelt vagy potenciálisan terhelt talajok állapotának javítása érdekében (Zsembeli et al., 2019b; Rivera et al., 2020; Kovács, 2015). Ilyenkor a fő cél a talaj szikesedésének a megállítása és a növényi stressz megelőzése, ami ozmotikus egyensúlyhiányként, csökkent vízfelvételtként és transzspirációként juthat érvényre, és terméseszköken vezethet (Burt és Isbell, 2005).

A talaj sómérlege az adott területre (talajrétegbe) bejutó (input) és az onnan távozó (output) sómennyiség (tartalom) közötti különbség. Általában a kedvező sómérleget (output $\geq$ input) szükségesnek tartják az öntözéses mezőgazdaság fenntarthatóságához (Thayalakumaran et al., 2007). Ezért az öntözéses mezőgazdaság alapja a talaj és a vízkészletek védelme a túlzott sóhatástól, illetve a gyökérzóna alacsony sótartalmának a biztosítása (Sharma, 1999). A növekvő sóraktározással (a sók nettó felhalmozódásával) jellemezhető rendszerek esetében fennáll a talaj és a vízkészletek szikesedésének a kockázata. A sómérleget általában a gyökérzónára vonatkoztatva alkalmazzák a szikesedés mutatójaként a talajtermékenység, a kilúgzás, a vízelvezetés, vízrendezés, az öntözés hatásának számszerűsítésére (Rhoades et al., 1997). A talajoldat sóösszetétele befolyásolja a kationcsere lehetőségét és lefolyását, valamint hatással van a talaj szerkezetére és hidraulikai tulajdonságaira. Ezért talán a legjobb stratégia a káros sóknak a gyökérzóna alatti rétegekbe való kimosódásának a biztosítása és a mélyebb rétegekben való tartása, de Karcagon az öntözővíz ennek korlátozó tényezője a rossz minősége miatt. A másodlagos szikesedés megelőzése, illetve a mértékének a csökkentése, a sófelhalmozódás minimalizálása érdekében az öntözővíz mennyiségének, az öntözés gyakoriságának és időzítésének helyes és a termőhelyhez alkalmazkodó megválasztása szükséges (Sinka et al., 2019).

A másodlagos szikesedéssel kapcsolatos kutatásaink fő célja a sóháztartással érintett talajok sóforgalom-dinamikájának meghatározása, hogy a káros hatásokat mérséklő, a talajt is védő növénytermesztési és kertészeti technikákat dolgozhassunk ki a kiskerti gazdálkodás hosszútávú fenntarthatósága érdekében. A kutatási programunk egyik részeként a talaj sótartalmának meghatározása és sóforgalmi dinamikájának a számszerűsítése liziméteres környezetben volt a célunk, hogy olyan korszerű öntözési módszerek fejlesszünk ki, amelyek könnyen adaptálhatók régióink sajátos, gyakran szélsőséges agrárökológiai viszonyaihoz.

Anyag és módszer

A sók kimosódásának és a talaj sómérlegének számszerűsítése céljából egy liziméteres kísérletet állítottunk be a MATE Karcagi Kutatóintézet (KKI) Liziméter Állomásán öt átfolyóvizes liziméterben (így 5 ismételtsben), amelyeket magas sótartalmú vízzel öntöztünk. A liziméterek egy nehéz mechanikai összetételű, nagy agyagtartalmú, mélyben szolonyeces réti csernozjom talajjal lettek feltöltve. Ez a talajtípus az egyike a három tipikus típusnak Karcag környékén, s kifejezetten jellemző a város környéki hobbikertekre. Az ezekben a hobbikertekben alkalmazott termesztési körülményeket szimuláltuk a liziméterekben, így az öntözés tekintetében is, amikor magas sótartalmú (mintegy 1.000 mg l^{-1}), egy ásott kútból származó vízzel öntöztük a liziméterek felszínét. A hatályos szabályozások szerint öntözésre az adott körülmények között csak az 500 mg l^{-1} -nél alacsonyabb összes oldott sótartalmú víz használható. Mindazonáltal a hobbikertekben alkalmazott gyakorlatban majdnem minden esetben magas sótartalmú vizekkel öntöznek (kivételt az összegyűjtött csapadékvízzel történő öntözés képez). Kísérletünket 2019-ben állítottuk be és olyan öntözési protokollt, illetve öntözési gyakoriságot alkalmaztunk, amelyek Sinka et al. (2019) ilyen irányú kutatási eredményein alapulnak: mind az öt liziméterre heti 16 liter (20 mm) öntözővizet juttattunk ki. Indikátornövényként paprikát (*Capsicum annuum* L.) használtunk, mivel köztudottan nagy vízigényű, ugyanakkor sóérzékeny növény és a sekély gyökérzete miatt az általa felvett víz 70-80%-a a talaj felső 30 cm-es rétegéből származik.

A paprika tápanyagigényét NPK műtrágyázással elégítettük ki a szakirodalomban fellelhető igénye szerint (Ben-Gal et al., 2008; Barrios et al., 2007).

Az öntözővíz mennyiségének és sókoncentrációjának ismeretében meg tudtuk határozni, hogy mennyi sót juttatunk ki az egyes liziméterek talajának felszínére az öntözési időszakban (május–október). Kétszer egy héten in situ méréseket végeztünk a talaj elektromos vezetőképességének (EC) meghatározása céljából. Az EC értékét, amely a sótartalommal egyenesen arányos, egy UMP-1 típusú készülékkel, míg a talaj nedvességtartalmát egy SMT 100 típusú készülékkel mértük (mindkettő gyártója az Umwelt-Geräte-Technik GmbH, Németország). A csapadék mennyiségének meghatározásához a MATE KKI meteorológiaállomásán mért adatokat vettük figyelembe. Amikor a liziméterek talajának a nedvességtartalma meghaladta természetes vízkapacitás értékét, a teljes, 1 m-es talajoszlopokból gravitációs úton kifolyó drénvíz (csurgalékvíz) mennyiségét is megmértük.

A liziméterek sokoldalúan használható, hatékony eszközök, és alkalmasak a talaj víz- és sómérlegének nagy pontosságú számszerűsítésére (Zsembeli et al., 2019a), mivel a liziméteres talaj-növény-víz rendszerekben a vízháztartási elemek mennyisége és kémiai összetétele is precízen meghatározhatók. A liziméteres talajoszlopok ún. úgynevezett elméleti sómérlegét (SMTEOR) az öntözővíz összes oldott sótartalmának (mint inputnak) és a drénvíz sótartalmának (mint outputnak) a különbsége adja. A természetes csapadékvíz sótartalmát nullának vettük ebben a megközelítésben, illetve más sóinputtal vagy sóoutputtal sem számoltunk. A Wilcox (1963) által leírt egyenletet adaptáltuk a liziméteres környezetre (1–3. egyenletek) az összes oldott sótartalom (ST) az öntözővízre ($ST_{\text{ÖNT}}$) és a drénvízre ($ST_{\text{DRÉN}}$) vonatkozóan, amelyekből az SMTEOR értékét származtattuk.

$$ST_{\text{ÖNT}} = (V_{\text{ÖNT}} \times C_{\text{ÖNT}}) \quad (1)$$

ahol $ST_{\text{ÖNT}}$ az összes oldott sótartalom az öntözővízben (g), $V_{\text{ÖNT}}$ az öntözővíz mennyisége (térfogata) (l), $C_{\text{ÖNT}}$ az öntözővíz sókoncentrációja (g l^{-1}).

$$ST_{\text{DRÉN}} = (V_{\text{DRÉN}} \times C_{\text{DRÉN}}) \quad (2)$$

ahol $ST_{\text{DRÉN}}$ az összes oldott sótartalom a drénvízben (g), $V_{\text{DRÉN}}$ a drénvíz mennyisége (térfogata) (l), $C_{\text{DRÉN}}$ a drénvíz sókoncentrációja (g l^{-1}).

$$SM_{\text{TEOR}} = ST_{\text{ÖNT}} - ST_{\text{DRÉN}} \quad (3)$$

ahol SM_{TEOR} az elméleti sómérleg, amely a teljes, 1 m-es talajoszlopra vonatkozik.

Amikor SM_{TEOR} nulla, összességében sem sófelhalmozódás, sem sókimosódás nem történt a talajoszlopban, azaz azok eredője nulla. Azért ezzel a módszerrel számoltunk, mert ez a legegyszerűbb és a leginkább kézenfekvő az egyszerű átfolyóvízes liziméterekben lejátszódó folyamatok számszerűsítésére, hiszen a liziméterekben jól mérhető inputok és outputok mennyiségének meghatározásán alapul. Ez a módszer a kimosódási szükséglet meghatározására is alkalmas, azaz számszerűsíthető az az öntözővíz-mennyiség, amelynek át kell szivárognia a

talajoszlop gyökérzónáján a mélyebb rétegekbe annak érdekében, hogy a feltalaj sótartalma egy bizonyos határérték alatt maradjon (Hillel, 2005).

Az öntözési időszak előtt (áprilisban) és után (novemberben) mintákat vettünk a liziméterek talajának 0–0,2, 0,2–0,4 és 0,4–0,6 m-es rétegeiből. A talajminták m/m%-ban kifejezett összes vízdoldható sótartalmát (ST_{AKT}) a MATE KKI Központi Laboratóriumában az MSZ-08 0206/2-78 szabvány szerint határoztuk meg. Az öntözési időszak előtt és után vett talajminták ST_{AKT} értékeinek különbsége alapján az egyes talajrétegek aktuális sómérlege (SM_{AKT}) számítható ki. Először meghatároztuk az adott 0,2 m vastag talajréteg térfogatát (V) m³-ben a liziméterek 0,8 m²-es felületére vonatkoztatva, ami így 0,16 m³-nek adódott. Ezután a 0,2 m vastag talajréteg tömegét (m_{talaj}) számítottuk ki a térfogattömeg (ρ_b) és a V szorzataként (4. egyenlet).

$$m_{talaj} = V \times \rho_b \quad (4)$$

Az adott talajréteg m_{talaj} (g) és ST_{AKT} (m/m%) értékének ismeretében annak g-ban kifejezett összes sótartalom (ÖST) az 5. egyenletnek megfelelően számítható.

$$\text{ÖST} = m_{talaj} \times ST_{AKT} / 100 \quad (5)$$

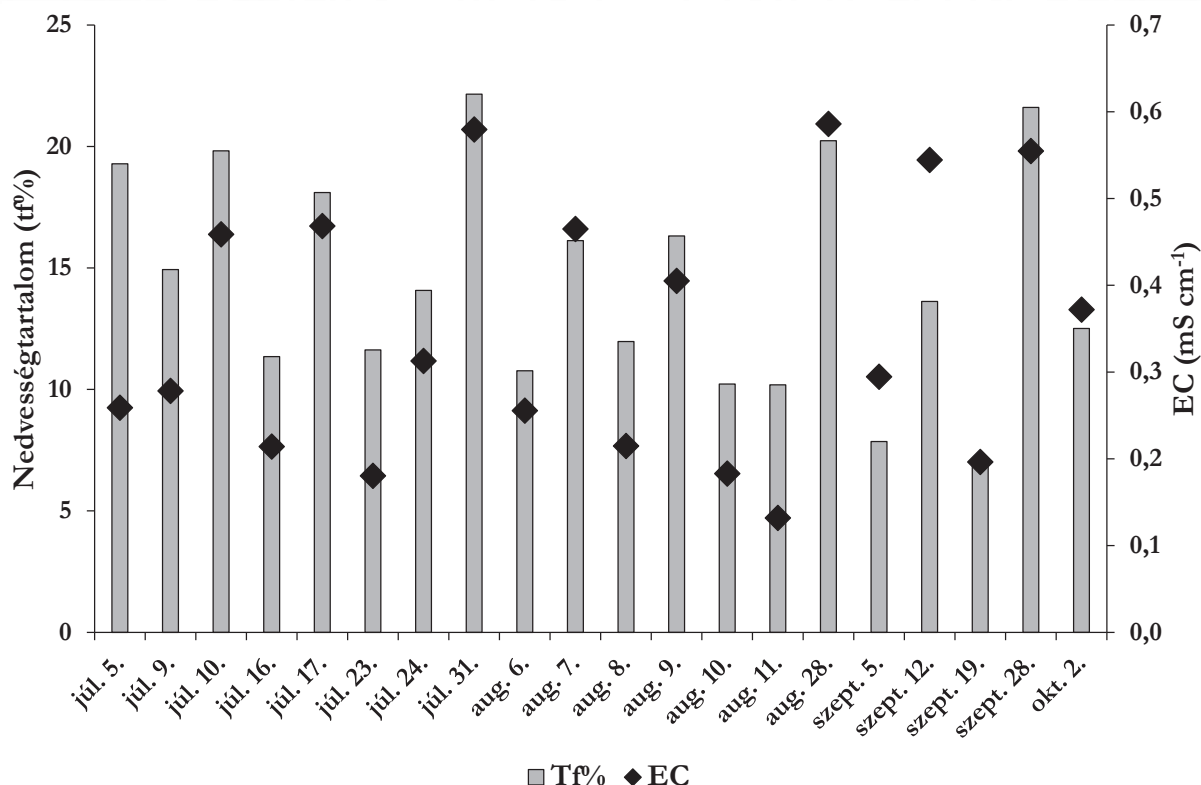
A sómérleg (SM_{AKT}) az öntözési időszak előtti (ÖST_{KEZD}) és utáni ($\text{ÖST}_{VÉG}$) összes sótartalom különbségeként határozható meg (6. egyenlet).

$$SM_{AKT} = \text{ÖST}_{KEZD} - \text{ÖST}_{VÉG} \quad (6)$$

Eredmények és értékelésük

A talaj sótartalmának dinamikája

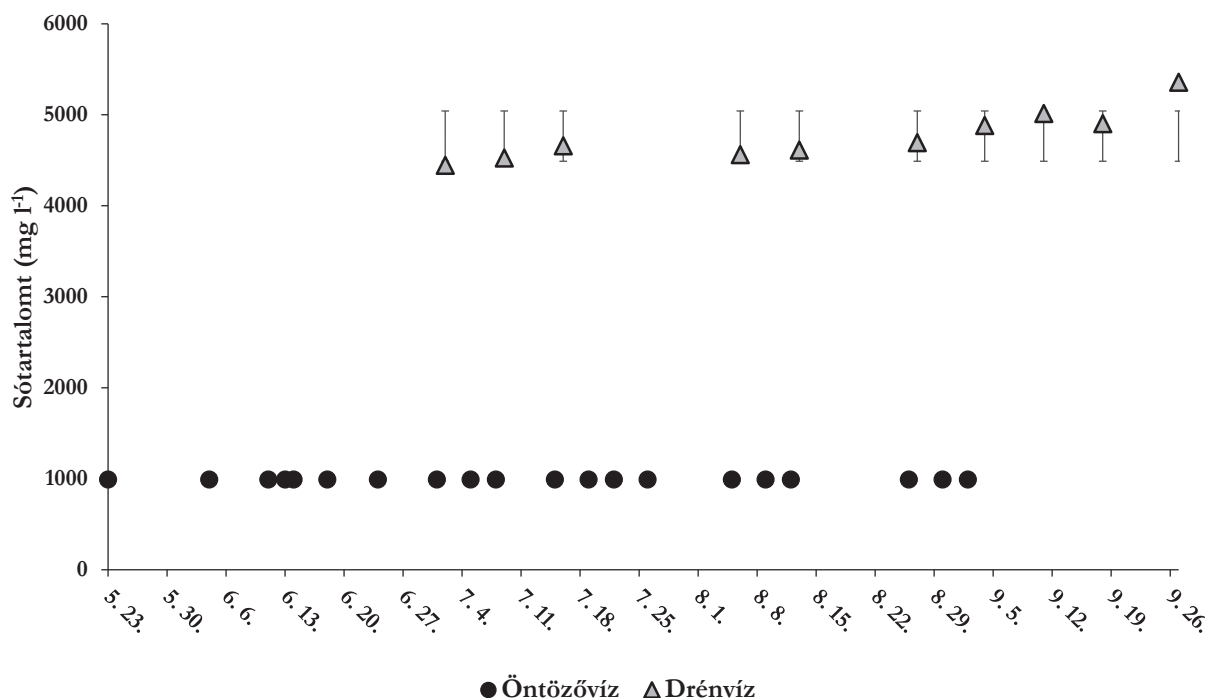
Az EC dinamikájának és a felső talajréteg nedvességtartalmának ismerete elengedhetetlen a szikesedési folyamat megértéséhez. A 0–0,1 m-es talajrétegben rendszeresen mért talaj EC- és nedvességtartalom-eredményeit az 1. ábra mutatja. Jól látható, hogy a talaj nedvességtartalma legtöbbször a növények számára megfelelő vízellátást biztosító 10 és 20 tf% között volt, de néha az alá is csökkent. Az öntözővíz magas sótartalma miatt a talaj EC-értéke a talaj nedvességtartalmától függ. A Pearson korrelációs teszt is igazolta a két folytonos változó közötti szoros kapcsolatot ($r = 0,774$). Valójában másodlagos szikesedés zajlott, bizonyítva, hogy az öntözővíz volt az egyetlen sóforrás, amely magasabb EC-t okoz. Az öntözési időszakban az öntözővízből származó sók az elektromos töltések miatt átmenetileg felhalmozódnak a talajszemcsék felszínén. Amikor a talaj kiszárad, az adszorbeált ionok szilárdan kötődnek a talajrézecsékhez, de ezek az adszorbeált ionok szabadon cserélődhetnek más oldható kationokkal, mint például a Na⁺ ionnal. A nátrium arányának növekedésével a talaj hajlamos diszpergálódni, a vizet és a levegőt át nem eresztővé válni, valamint a K⁺/Na⁺ arány is megváltozik, ami a gyökerek tápanyaghiányát okozza (Reeve és Fireman, 1967; Rangjian et al., 2018).



1. ábra: A talaj EC- és nedvességtartalmának dinamikája a 0–0,1 m-es talajrétegben (Karcag, 2019)

A sómérleg és a kimosódás a talaj sótartalmának szabályozásával kapcsolatos két olyan paraméter, amelyeket mindenképpen figyelembe kell venni a mezőgazdasági vízgazdálkodásban. A sók nagyrészt a víz mozgása következtében mozognak és halmozódnak fel a talajban. A talaj vízáramlásának és sómozgásának mérése nehezen megoldható és értékelhető a legtöbb természetes talaj fizikai és kémiai összetettsége miatt (Bergstrom, 1990). A lizimétereink SM_{TEOR} -értékének kiszámításához ismernünk kellett az öntözővízből származó összes sóbevitelt és a liziméterek talajából a drénvízzel eltávozó só mennyiségét. A $V_{ÖNT}$ minden liziméternél azonos volt, de a $V_{DRÉN}$ mennyiségében némi különbségre számítottunk a liziméterek között a talajszerkezet némi heterogenitása miatt. Változást feltételeztünk az $ST_{ÖNT}$ és az $ST_{DRÉN}$ értékeiben is a vizsgált időszakban. Ezért rendszeresen mértük az öntözővíz és a drénvíz sótartalmát ($mg\ l^{-1}$), hogy meghatározzuk e paraméterek dinamikáját (2. ábra).

A drénvíz jóval koncentráltabb, azaz az átlagos sótartalma magasabb volt, mint az öntözővízé. A talajoszlopok mindegyik rétege egy ideig visszatartotta a vizet és a sókat, de a liziméterek között kismértékű eltérések mutatkoztak a vízfelvétel és a vízvisszatartás időszakában. A vizsgálati időszakban az első drénvíz az öntözés megkezdése után négy héttel, míg egyes liziméterekben néhány nappal később jelent meg. Ugyanígy a $V_{DRÉN}$ és az $ST_{DRÉN}$ értékeiben is volt némi különbség a liziméterek között, az $ST_{DRÉN}$ a 4000-8000 $mg\ l^{-1}$ tartományban változott.

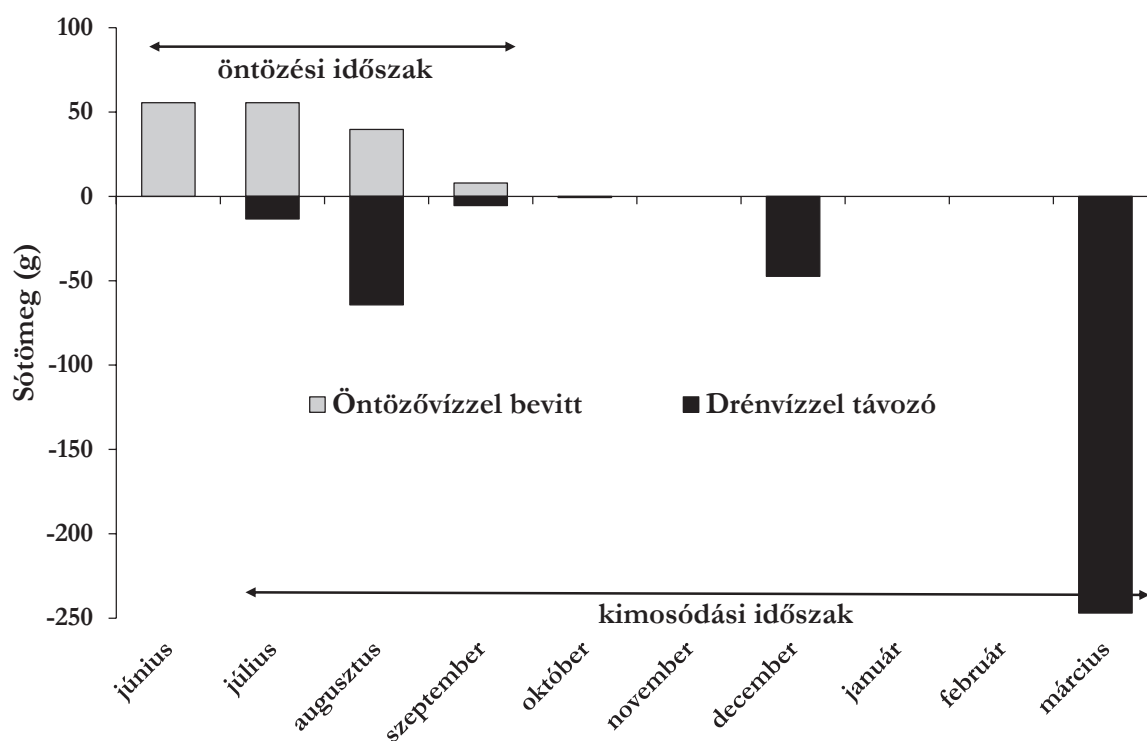


2. ábra: Az öntözővizek és a drénvizek sótartalmának dinamikája a liziméteres kísérletben 2019-ben

Meghatároztuk a havi $ST_{\text{ÖNT}}$ - és $ST_{\text{DRÉN}}$ -értékeket az öntözési szezon négy hónapjára, valamint a kimosódási időszak hátralévő részére, amikor nem történt sóbevitel, csak -kimenet (3. ábra). A kimosódási időszaknak a drénvíz első és utolsó megjelenése közötti időszakot tekintjük. A kimosódási időszak nagyon informatív az öntözés hatékonysága és a talaj nedvességprofilja szempontjából. Az öntözési és a kimosódási időszakok közötti átfedés hossza jelezheti, hogy az öntözés intenzitása és a talaj hidraulikus vezetőképessége összhangban van-e egymással vagy sem. Az öntözési időszak végét követő kimosódási időszak hossza is fontos, hiszen megmutatja, van-e esély arra, hogy a természetes csapadék a gyökérzónából kimossa a káros sókat, ezáltal kedvezőbb talajállapotot biztosítva a következő évi növény számára. A drénvíz utolsó megjelenésének időpontja (a kimosódási időszak vége) a klímaváltozás és a hidrológiai szélsőségek gyakoriságának növekedése függvényében várhatóan változó lesz. Az éghajlati viszonyok nagyban befolyásolják a sóforgalmat meghatározó folyamatok sebességét. Az időjárás, s ezen belül legfőképpen az éves csapadék mennyisége alapvetően meghatározza a sófelhalmozódási és sókimosódási ciklusokat. A csapadék vagy például egy árvíz elegendő sót moshat ki a gyökérzóna sómérlegének semlegesítéséhez, altalajcsövezés esetén pedig fokozott sótartalom-csökkentés érhető el. További öntözéssel a sós víz leszivároghat az altalajba, bár ez a talajvíz szintjének az emelkedéséhez vezethet (Martínez, 2002).

A sóinputok és -outputok havi értékei nemcsak azok dinamikájáról adnak információt, hanem a havi SM_{TEOR} -értékét is megmutatják (3. ábra). Júniusra és júliusra pozitív SM_{TEOR} -értéket feltételeztünk, mivel nem volt jelentős mennyiségű drénvíz. Augusztusban a kisebb mennyiségű öntözés és a nagyobb mennyiségű drénvíz, amely sok sót eltávolított a felső rétegből, negatív sómérleget eredményezett. Az öntözési szezon után az év többi részében a természetes csapadék

miatt nem a sófelhalmozódás, hanem az intenzív kimosódás volt a jellemző. A sóinput és -output dinamikája az öntözővízzel bevitt só mennyiségétől függ, de az egyes évjáratok időjárási mintái különbözőképpen befolyásolhatják a gyökérzónában lejátszódó szikesedési és kimosódási ciklusokat (Thayalakumaran et al., 2007). Természetesen az eső és az olvadó hó fokozza a sóoutputot a kimosódási szezon hátralévő részében, ami negatív sómérleget eredményez. Esetünkben 389,3 mm természetes csapadék (júniusban 65,5 mm, júliusban 59,5 mm, augusztusban 14,6 mm, szeptemberben 40,6 mm, októberben 8,4 mm, novemberben 72,2 mm, decemberben 34,1 mm, januárban 19,8 mm, februárban 40,2 mm, márciusban 34,4 mm) járult hozzá a liziméterek tényleges talajnedvesség-tartalmának és a 72,8 mm-es átlagos drénvízmennyiségnek a növekedéséhez. Átlagosan a teljes vízinput (csapadék + öntözés) 13,3%-a távozott drénvíz formájában a liziméteres rendszerből. Ugyanez az arány volt jellemző más évjáratokban is.



3. ábra: Az input és output sók havi mennyisége (g) a liziméteres talajoszlopokban a 2019–2020-as öntözési és kimosódási időszakban

Sómérlegszámítások

Thayalakumaran et al. (2007) felismerték, hogy a sómérleg pontos értékét nehéz megbecsülni a felszíni és a felszín alatti hidrológiai határfeltételek, az altalaj sókészletére és a mélységi beszivárgásra, illetve természetes körülmények között a felszín alatti vízminőségre gyakorolt hatásai miatt. Ezért célszerű a sómérleget csak a gyökérzónára vonatkoztatva figyelembe venni. A kimosódás és a sómérleg mechanizmusának jobb megértése segíthet alkalmazkodni a sóstresszhez, fenntartani a növények növekedését, ami biztosíthatja a sikeres termesztést

(Rangjian et al., 2018). Liziméterekkel pontos adatok gyűjthetők az öntözés és a vízelvezetés (drénvíz) mennyiségéről, így kiszámítható a teljes talajoszlopokra (0–1,0 m) érvényes SM_{TEOR} . Következésképpen a liziméterek alkalmasak az SM_{TEOR} meghatározására talajminta vétele nélkül. Ennek ellenére az SM_{TEOR} -számítás egyik korlátja, hogy nem írja le a rendszerben a só abszolút mennyiségét vagy az átlagos sótartalom mennyiségét, csak a sók mennyiségének változására érvényes. Továbbá ez a módszer nem ad információt a sók rétegződéséről és transzlokációjáról. Szabadföldi körülmények esetén az SM_{AKT} számítása a megfelelő módszer, amely több információt nyújt, bár a mélyebb talajrétegekbe történő perkolációt nem veszi figyelembe.

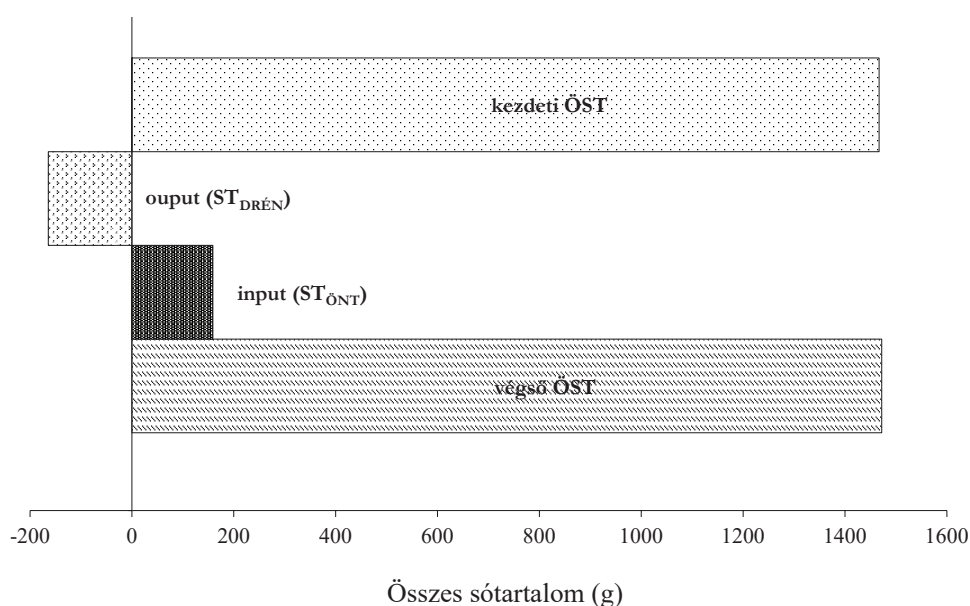
A fent leírt két megközelítés jobb megértése érdekében mindkettőt figyelembe vettük az ugyanazon vizsgált liziméterekre meghatározott adatok kombinációjával. A vizsgált időszakban (április–november) enyhén negatív (–5 g) SM_{TEOR} -értéket számoltunk, ami azt jelenti, hogy a talajoszlopból sókimosódás történt (1. táblázat).

1. táblázat: A teljes talajoszlopok (0–1,0 m) elméleti átlagos sóinputja, -outputja és -mérlege 2019-ben

ST_{ONT} (g)	$ST_{\text{DRÉN}}$ (g)	SM_{TEOR} (g)
159	-164	-5

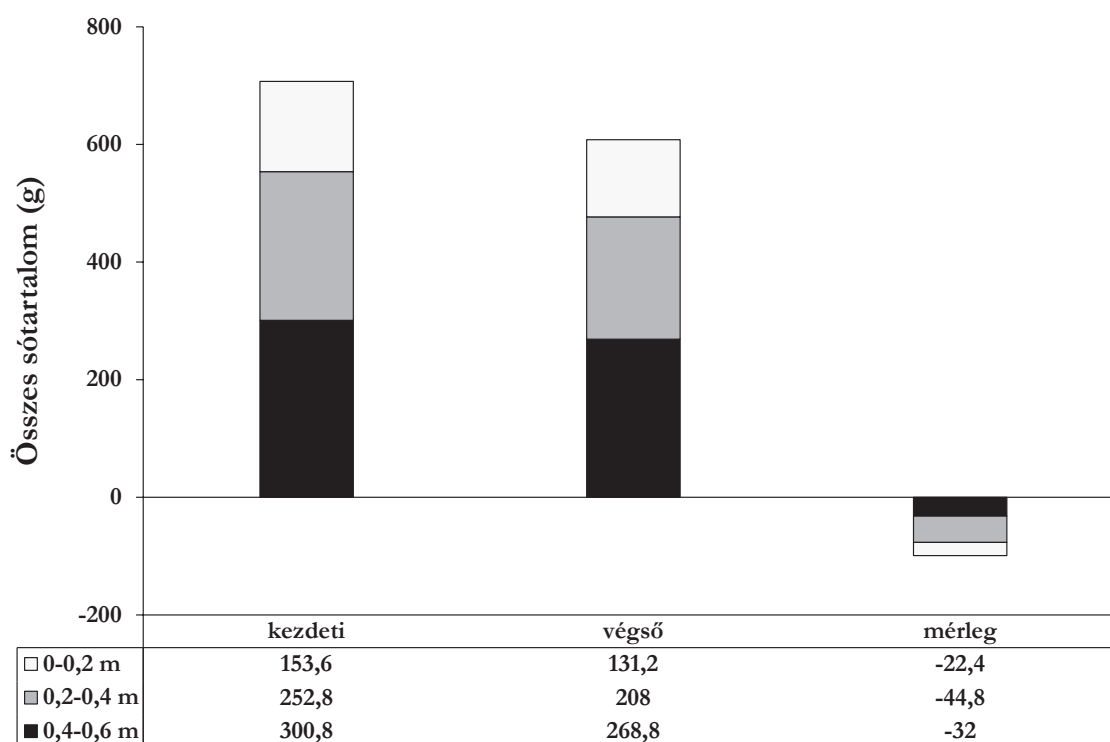
Jelmagyarázat: ST_{ONT} az átlagos összes oldott sótartalom az öntözővízben, $ST_{\text{DRÉN}}$ az átlagos összes oldott sótartalom a drénvízben, SM_{TEOR} az átlagos elméleti sómérleg

Az ST_{ONT} , $ST_{\text{DRÉN}}$ és SM_{TEOR} értékei nem adnak információt a talajban található összes sótartalomról (ÖST). Ha ismerjük a talaj kezdeti ÖST-értékét, akkor a bemeneti (ST_{ONT}) és a kiemeneti ($ST_{\text{DRÉN}}$) sók mennyisége alapján megbecsülhetjük a végső ÖST értékét. A liziméteres talajoszlopokra (0–1,0 m mélység) 2019-re számított öntözési szezon előtti (kezdeti) és (végleges) elméleti átlagos ÖST-értékeket a 4. ábra szemlélteti.



4. ábra: A liziméteres talajoszlopok (0–1 m) átlagos elméleti sóforgalma a 2019-es öntözési szezonban

A másodlagos szikesedés folyamatáról részletesebb információ nyerhető a talajoszlop só-profiljának meghatározásával. Mivel az elméleti ST- és SM-számítások erre nem adnak lehetőséget, ezért szükséges a talajminták elemzése. Vizsgálatunkban három talajrétegből (0–0,2, 0,2–0,4, 0,4–0,6 m) vettünk mintákat az öntözési szezon előtt és után, amelyek elemzése lehetőséget biztosított a sóprofilok meghatározására. A három vizsgált talajréteg talajának az öntözési időszak előtti (ÖST_{KEZD}) és utáni ($\text{ÖST}_{\text{VÉ}}$) összes sótartalmának az ismeretében minden rétegre, következésképpen a teljes 0–0,6 m mélységre meg tudtuk határozni a SM_{AKT} értékét (5. ábra).



5. ábra: A liziméterek három talajrétegének (0–0,6 m mélység) átlagos sómérlege a 2019-es öntözési szezonban

Az öntözési időszakra vonatkoztatva a kimosódást találtuk a domináns folyamatnak, mivel az ÖST -értékek mindhárom vizsgált talajrétegben csökkentek (negatív SM_{AKT}). A felső 20 cm-es réteg kevesebb sót tartalmazott, mint az alsó két réteg, amelyek sótartalma nagyon hasonló volt. Ez az eredmény azt mutatja, hogy még egy ilyen nehéz mechanikai összetételű, nagy agyagtartalmú réti csernozjom talaj esetén is egy öntözési perióduson belül a sók a mélyebb rétegekbe tudnak lemosódni (Juhász et al., 1997). Az ilyen típusú talajok jellegzetessége a duzzadás és zsugorodás, ami megváltoztathatja a pórusméret eloszlását. A nedves és száraz körülmények hatására megváltozik a nedvesség eloszlása, az oldott anyagok, így a sók is, gyorsan a mélyebb rétegekbe kerülhetnek, vagy a felső rétegekben maradhatnak szikesedést okozva (Crescimanno és Garofale, 2006).

Vizsgálatunkban a talaj felső 0,6 m-es rétegre meghatározott ÖST - és SM_{AKT} -értékek nyilvánvalóan nem adtak információt az alsó talajréteg (0,6–1,0 m) sóforgalmáról, sótartalmáról. Ezért, egy újszerű megközelítésben, az SM_{AKT} - és SM_{TEOR} -számításaink eredményeit kombináltuk. Így meg tudtuk becsülni az ÖST_{KEZD} - és $\text{ÖST}_{\text{VÉG}}$ -értékeket, illetve sómérleget (SM) a felső 0–0,6 m és az alsó 0,6–1,0 m rétegekre is (2. táblázat).

2. táblázat: A talajoszlopok négy rétegének átlagos becsült sótartalma (ÖST) és -mérlege (SM) a 2019-es öntözési szezonban

Talajréteg	ÖST_{KEZD} (g)	$\text{ÖST}_{\text{VÉG}}$ (g)	SM (g)
0–0,2 m	154	131	-22
0,2–0,4 m	253	208	-45
0,4–0,6 m	301	269	-32
0–0,6 m	708	608	-99
0,6–1,0 m	765*	859**	+94**

*aktuális, **elméleti

A talajoszlop felső 0,6 m-es negatív sómérlege (-99 g) kimosódást, míg az alsó réteg pozitív sómérlege (+94 g) felhalmozódást mutat. A talajszelvényben a sók transzlokációja zajlott, az öntözés összmenyisége és a természetes csapadék a bevitt sók 100%-át kimosta a mélyebb rétegekbe, sőt a felső rétegek kezdeti ÖST -értékének 14%-os csökkenését tapasztaltuk a kimosódás miatt. Az alsóbb rétegek ÖST -növekedése 12% volt. Hagyományos öntözéses gazdálkodás esetén, amikor a víz nem korlátozó tényező, a kimosódás biztosítása a stratégia, azaz annyi vizet juttatnak ki, hogy az öntözővíz talajba szivárgásának a mélysége megegyezzen a kimosódási szint mélységével. A megcélzott sótartalom, az úgynevezett „leaching requirement” (kimosódási követelmény) az öntözővíz mennyiségének azon hányada, amelyet a gyökérzóna alá kell szivárogtatni annak érdekében, hogy a talaj átlagos sótartalma ne emelkedjen a meghatározott érték felé (Dudley et al., 2008). A talaj sótartalmának szabályozása vagy csökkentése a vízmozgással kapcsolatos vízgazdálkodási gyakorlattól függ, amelynek az elemei a víz mennyisége, a kijuttatás gyakorisága és módja, a vízelvezetés (vízrendezés) és a talajművelés (Reeve és Fireman, 1967). Más tanulmányokkal összhangban (Pereira et al., 2014) a saját előzetes liziméteres kísérleteink is azt mutatták, hogy a talajszerkezet javítása (pl. talajjavítás, talajkondicionálás) az öntözés optimalizálásával (mennyiség, gyakoriság szabályozás) kombinálva mérsékelheti a másodlagos szikesedés káros hatásait (Zsembeli et al., 2019b).

Következtetések

Liziméteres környezetben pontosan meghatározható a talaj nedvesség- és sótartalmának dinamikája, valamint a talaj víz- és sóháztartása. Az EC dinamikájának és a felső talajréteg nedvességtartalmának meghatározása hasznos a szikesedési folyamat megértéséhez a sómérleget meghatározó input szempontjából. Erős pozitív korrelációt találtunk az ingadozó talajnedvesség-tartalom és a talaj felső, 0,1 méteres rétegének EC-értékei között.

A talaj elméleti és tényleges (aktuális) sómérlegének kiszámításával kvantitatív információt kaptunk a magas sótartalmú öntözővíznek a talaj sótartalmának változására gyakorolt hatásáról. Az SMTEOR-számítás előnye, hogy nem igényel talajmintavételt és különböző időszakokra elvégezhető, illetve a kimosódási időszak is meghatározható. Ennek ellenére csak a teljes talajoszlopra vonatkozik (nincs sóprofiladat), illetve csak liziméteres környezetben vagy felszín alatti drénezésű területekre határozható meg. Az SMAKT előnye, hogy információt ad a sók talajszelvényen belüli áthelyeződéséről, de a talajmintavételi időpontok által meghatározott időszakra korlátozódik. A két számítási módszer kombinálásával megbecsülhető a nem mintavételezett talajrétegek sómérlege. A liziméteres környezetre kidolgozott módszertanunkat alkalmasnak tartjuk a másodlagos szikesedés részletesebb vizsgálatára, ami hozzájárulhat a káros hatásainak mérsékléséhez. Méréseink folytatásától olyan eredményeket várunk, amelyek igazolják, hogy a karcagi fűrt kutakon keresztül a vizet adó rétegekből felszínre hozott magas sótartalmú vizek megfelelő öntözési gyakorlat és talajkezelés mellett hosszabb távon, fenntartható módon is alkalmasak lehetnek öntözésre.

Irodalomjegyzék

- Ali, J. – Kapoor, S. (2008): Farmers' Perception on Risks in Fruits and Vegetables Production: An Empirical Study of Uttar Pradesh. *Agricultural Economics Research Review* 28: pp. 317–326.
- Altieri, M. – Koohafkan, P. (2008): Enduring Farms: Climate Change, Smallholders and Traditional Farming Communities. Penang, Malaysia. Third World Network.
- Barrios, U. – Arredondo, C. B. – Tjalling, H. (2007): Guía de manejo de nutrición vegetal de especialidad: Pimiento SQM. México, D.F. 103.
- Ben-Gal, A. – Eviatar, I. – Lynn, D. – Shabtai, C. – Uri, Y. – Eugene, P. – Leah, Z. – Uri, S. (2008): Effect of irrigation water salinity on transpiration and on leaching requirements: A case study for bell peppers. *Agricultural Water Management* 95: 5 pp. 587–597.
- Bergstrom, L. (1990): Use of Lysimeters to estimate leaching of pesticides in agricultural soils. *Environmental Pollution* 61 pp. 325–347.
- Bower, C. (1959): Chemical Amedments. Agriculture Information. United States department of agriculture. Bulletin No. 195. <http://krishikosh.egranth.ac.in/bitstream/1/2031877/1/59185.pdf>
- Burt, C. M. – Isbell, B. (2005). Leaching of accumulated soil salinity under drip irrigation. *American Society of Agricultural Engineers* 46: 6 pp. 2115–2121.
- Crescimanno, G. – Garofale, P. (2006): Management of irrigation with saline water in Craking Clay Soils. *Soil Science of America*, pp. 1774–1787.
- Donatti, C. I. – Harvey, C. A. – Martinez-Rodriguez, M. – Vignola, R. – Rodriguez, C. M. (2019): Vulnerability of smallholder farmers to climate change in Central America and Mexico: current knowledge and research gaps, *Climate and Development* 11: 3 pp. 264–286.
- Dudley, L. M. – Ben-Gal, A. – Shani, U. (2008): Influence of plant, soil and water on the leaching fraction. *Soil Science Society of America* 7: pp. 420–425.
- Fida–Pnuma (2013): Smallholders, food security and the environment. Rome. FAO. http://www.ifad.org/climate/resources/smallholders_report.pdf.

- Hillel, D. (2005): SALINITY/Management. In: Encyclopedia of Soils in the Environment. Elsevier, pp. 435–442. DOI: <https://doi.org/10.1016/B0-12-348530-4/00483-5>
- Juhász, Cs. – Blaskó, L. – Karuczka, A. – Zsembeli, J. (1997): Environmental Effect of Drain Waters from Heavy Textured Soils. *Rostlinna Vyroba* 43: 2 pp. 87–94.
- Kovács, Gy. (2015): Examination of carbon-dioxide emission of agricultural lands in Karcag Region. Debrecen, University of Debrecen. p. 26.
- Lambert, K. – Shaiti, K. (2002): Irrigation and salinity: a perspective review of the salinity hazards of irrigation development in the arid zone. *Irrigation and Drainage Systems* 16: pp. 161–174.
- Martínez, G. M. (2002): El cultivo de chile guajillo con fertirrigación en el Altiplano de San Luis Potosí. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Palma de la Cruz. San Luis, Potosí, México. 11.
- Pereira, L. S. – Duarte, E. – Fragoso, R. (2014): Water use: Recycling and desalination for agriculture. In: Encyclopedia of Agriculture and Food Systems. Elsevier, pp. 407–424. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52512-3.00084-X>
- Rangjian, Q. – Xaiqiang, Y. – Jing, Y. – Chunwei, L. – Xiaosan, L. (2018): Effects of irrigation water salinity on growth, gas exchange parameters, and ion concentration of hot pepper plants modified by leaching fractions. *Hort Science* 53: 7 pp. 1050–1055.
- Reeve, C. – Fireman, M. (1967): Salt Problems in Relation to Irrigation. In *Irrigation of agricultural lands*. Hagan, R. – Haise, H. – Edminster, T. – Diauer, C. (eds.) American Society of Agronomy pp. 974–984.
- Rhoades, J. D. – Lesch, S. M. – Lemert, R. D. – Alves, W. J. (1997): Assessing irrigation/drainage/salinity management using spatially referenced salinity measurements. *Agricultural Water Management* 35: 1–2 pp. 147–165.
- Rivera, A. – Tuba, G. – Czeller, K. – Kovács, Gy. – Zsembeli, J. (2020): Mitigation of the effect of secondary salinization by micro soil conditioning. *Acta Agraria Debreceniensis*. 1 pp. 115–119. DOI: <https://doi.org/10.34101/actaagrar/1/3720>
- Sharma, B. R. (1999): Regional salt and water balance modelling for sustainable irrigated agriculture. *Agric. Water Manage* 40: pp. 129–234.
- Sinka, L. – Rivera-Garcia, A. – Tuba, G. – Zsembeli, J. (2019): Mitigation of salt stress caused by secondary salinization. XX. Štiavnické dni 2019 – Zborník recenzovaných príspevkov 2019. pp. 254–262.
- Thayalakumaran, T. – Bethune, M. G. – McMahon, T. (2007): Achieving a salt balance-Should it be a management objective? *Agricultural Water Management* 92: pp. 1–12.
- Tilman, D. – Cassmank, G. – Matson, P. – Naylor, R. – Polasky, S. (2002): Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418, pp. 671–677.
- Umwelt-Geräte-Technik (2020): <https://ugt-online.de/loesungen/smt-100/>
- Wang, W. – Vinocur, B. – Altman, A. (2003): Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta* 218: pp. 1–14.
- Wilcox, L. V. (1963): Salt Balance and Leaching Requirement in Irrigated Lands. Technical Bulletin No. 1290.

- Zsembeli, J. – Kovács, Gy – Mándoki, A. (2011): Water use efficiency of maize and different sorghum hybrids under lysimeter conditions. In: 14. Gumpensteiner Lysimetertagung. pp. 227–229.
- Zsembeli, J. – Czeller, K. – Sinka, L. – Kovács, Gy. – Tuba, G. (2019a): Application of lysimeters in agricultural water management; In: Máchal, Pavel (szerk.) Creating a platform to address the techniques used in creation and protection of environment and in economic management of water in the soil. Brno, International Visegrad Fund, pp. 5–21.
- Zsembeli, J. – Kovács, Gy. – Szűcs, L. – Tóth, J. (2013). Examination of secondary salinization in simple drainage lysimeters. Gumpensteiner Lysimetertagung, pp. 153–156.
- Zsembeli, J. – Sinka, L. – Rivera – García, A. – Czeller, K. – Tuba, G. – Koloman, K. – Findura, P. (2019b): Effect of Soil Conditioning on the Moisture Content and the Salt Profile of the Soil Under Irrigation with Saline Water. Agriculture (Pol'nohospodárstvo) 65: 2 pp. 77–87. DOI: <https://doi.org/10.2478/agri-2019-0008>
- Zsembeli, J. – Szűcs, L. – Blaskó, L. (2011): Secondary salinization by irrigation from drilled wells in Karcag area. 10th Alps-Adria Scientific Workshop.

A karcagi nemesítésű őszi kalászosok konvencionális nemesítésétől az ökonemesítésig

¹Czimbalmos Róbert – ^{1,2}Asbolt Gergő – ¹Murányi Eszter – ¹Zsigrai György

¹Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem Karcagi Kutatóintézet

²Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem Növénytudományi Doktori Iskola

Összefoglalás: Az elmúlt negyed évszázad klimatikus változásait a kalászos növények növény-nemesítésének európai és hazai képviselői is csak eléggé nagy késéssel próbálták követni. A folyamatosan piacra kerülő, a köztermesztésben elérhető fajták száma igen magas. Ezek közös jellemzője, hogy intenzív művelést, rendkívüli költségeket jelentő inputokat követelnek, nagyon pontos és többszöri műtrágyázási és növényvédelmi beavatkozások teljesítése esetén képesek csak tartani az ígért magas hozamokat. A gazdálkodói oldal a rendelkezésre álló fajtakínálat töredékét használja csak, főleg olyanokat, amelyek az adott tájtermesztési körzetükben jó és elfogadható eredményeket adnak szélsőséges évjáratokban is. Az uniós szabályozások hatására Európa nyugati felében az ökogazdálkodás szerepe folyamatosan nőtt, a termőterületeik 15-25 százalékán jelenleg már ökogazdálkodás folyik. Az egyre szigorúbb uniós szabályozásokat a magyarországi szabályozásoknak is követniük kell. Még ebben az évtizedben kivezetésre kerül a napjainkban még érvényben lévő derogációs szabályozás: az eddigi megengedőbb, konvencionális vetőmagtermesztésből származó csávázatlan vetőmagot is felhasználni engedő szabályok szigorodásával nőni fog az igény az új kalászos ökofajták iránt, hisz rendeletileg 2036-tól már csak fémzárolt, igazoltan ökofajták használata lesz megengedett. Nemesítői oldalról hazánkban azonban a kalászosok ökofajta-kínálata még igen szerény. A MATE Karcagi Kutatóintézet ökológiai adottságai és a konvencionális nemesítésben eddig elért eredményei, tapasztalatai biztosítják – egy ökonemesítési program keretein belül új karcagi ökogabona fajták nemesítésével – az őszi kalászos fajták portfóliójának jelentős stratégiai bővítését.

Kulcsszavak: ökogazdálkodás, konvencionális nemesítés, ökonemesítés, ökofajták, pedigrészelekció

Bevezetés

A Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem Karcagi Kutatóintézet (továbbiakban MATE KKI) növény-nemesítési kutatásainak alapvető célkitűzése a kedvezőtlen ökológiai adottságokat (vízhiány, illetve többlet, rossz talajszerkezet stb.) is toleráló versenyképes növényfajták és hibridek előállítása, hasznosítása, illetve a környezet- és tájvédelmi szempontokat kielégítő fajok nemesítésbe vonása. A kihívás nem új, intézetalapító igazgatónk, dr. Vezekényi Ernő ezt így fogalmazta meg 1949-ben: „A szikes tájak részére olyan új fajtákat állítsunk elő, amelyek jól tűrik a táj kedvezőtlen talajait és a szeszélyes időjárást, az eddigi fajtáknál nagyobb, biztonságosabb termést adnak, télállóak, erősebben ellenállnak a betegségeknek és kiváló a minőségük is.”

Az őszi kalászosok nemesítése során elengedhetetlen a tulajdonságok ismerete, azok egymáshoz való viszonya, évjáráthatástól függő változásuk, hisz a nemesítői munka elsődleges célja, hogy a fajtajelölt, majd az új fajta egy vagy több tulajdonság tekintetében felülmúlja az elődöket. Napjainkban a folyamatosan változó szélsőséges környezeti feltételek és azok gyakoriságának növekedése új kihívásokat támaszt a növénynemesítéssel foglalkozó kutatóink elé:

- » multinacionális cégek uniformizált fajtaival szemben tájfajtáink megőrzése, versenyképes új fajták nemesítése, ezek széles körben való terjesztése, a génerózió megelőzése;
- » alternatív növényfajok (újbóli) köztermesztésbe való vonása, nemesítése, elterjesztése;
- » a fentiek megvalósításához szükséges intézeti technikai, infrastrukturális háttér fejlesztése, az ipari célú hasznosítási lehetőségek vizsgálata;
- » az ökonemesítés elindítása a rendelkezésre álló saját, konvencionális nemesítésű kalászosok és az ökológiai feltételeknek megfelelő külső keresztezési partnerek bevonásával;
- » megfelelés a fenntartható növénytermelés kritériumainak:
 - környezet- és tájvédelem,
 - kemikáliáktól mentes, termesztésre alkalmas (öko-)fajták előállítás.

A MATE KKI karcagi, kisújszállási, kunhegyesi és ecsefalvi telepeinek szántói jól képviselik az Alföldön belül a Közép-Tisza mente adottságait. Az 1947-es intézetalapítás óta folyamatos a konvencionális növénynemesítési tevékenység az intézetben. A Növénynemesítési és Fajtafenntartási Osztály (továbbiakban NFO) nemesítői tevékenységének eredményeképpen jelenleg mintegy 19 őszi kalászos fajtaival rendelkezik az intézet, ebből tíz fajta őszi búza, öt őszi árpa és négy tritikále (1. ábra). Az osztályon a nemesítés hagyományos módszerekkel történik, melynek alapja a keresztezés (F1) és az ezt követő egyed- és tömegkiválogatáson alapuló pedigrszelekció. Az NFO elsődleges nemesítői céljai a kiváló alkalmazkodóképesség, a kedvező beltartalmi mutatók, illetve a koraiság. A széles, konvencionális őszi kalászos fajtakínálat mellett az 1990-es években az ökogazdálkodás lassú elterjedésével a hazai szegényes ökokalászos-fajtakínálat felfuttatásának új lendületet adott az Európai Bizottság biodiverzitási stratégiáiban az egyik megfogalmazott főcél, mely szerint 2030-ra az EU mezőgazdasági földterületeinek legalább 25 százalékát ökológiai gazdálkodás keretében művelik majd. Az ökológiai gazdálkodás fejlesztésére irányuló aktuális, hazai Nemzeti Cselekvési Terv szerint ehhez Magyarország a jelenlegi 6,1 százalékos ökotérület-arány 10 százalékra bővítésével járul hozzá (II). Ehhez azonban már egy széles ökovetőmag-fajtakínálat is szükséges.

A jelenlegi, néhány ökofajta mellé viszont már újabb, jó eredményeket felmutató ökofajtákra is szükség van/lesz a közeljövőben. A felülről jövő, rendeleti szigorítás/nyomás után megjelent a gazdálkodói igény is az ökológiai módon előállított kalászos fajtákra és így ezek ökológiai nemesítése új lendületet kapott. *Olyan új öko-őszikalászos növényfajtákra van szükségük az ökológiai gazdálkodást folytatóknak, melyek a konvencionális fajták robbanásszerűen dráguló inputanyagai (vegyszerek, műtrágyák) nélkül is jól tudnak fejlődni, betegségekre kevésbé érzékenyek és az adott táj növénytermesztési rendszerébe is jól beilleszthetők.* Az intézet meglévő, őszikalászos-fajtakínálatában 5-7 fajta jó kiindulási alapot biztosít (keresztezési partnerként, illetve ökológiai területen termesztve, különböző szaporulati fokú vetőmagként kereskedelmi forgalomba hozható mint ökofajta) az NFO-on 2022-ben induló Ökonemesítési Program (továbbiakban ÖNP) számára.

1. táblázat: A MATE KKI őszi kalászos-fajtakínálata

Faj	Sorszám	Fajta/hibrid	Állami elismerés éve
ŐSZI BÚZA	1.	KONDOR	1995
	2.	HUNOR	1998
	3.	RÓNA	1998
	4.	ALEX	1999
	5.	KG MAGOR	2002
	6.	KG KUNHALOM	2002
	7.	KG SZÉPHALOM	2004
	8.	KG KUNGLÓRIA	2005
	9.	KG BENDEGÚZ	2006
	10.	KG VITÉZ	2013
ŐSZI ÁRPA	1.	KUNSÁGI 2	1996
	2.	KG PUSZTA	2002
	3.	KG KONTA	2008
	4.	KG APAVÁR	2011
	5.	KG NAGYKUN	2017
TRITIKÁLÉ	1.	TITÁN	2006
	2.	KG BEREK	2009
	3.	LOTRU	2014
	4.	LEOPARD	2014

Az ökológiai gazdálkodás műtrágya és szintetikus növényvédő szer nélküli, a természetes ökológiai cikluson, szerves trágyázáson, valamint az ökológiai növényvédelmen alapuló gazdálkodási forma (Radics, 2001). Bruinsma (2003) szerint olyan termesztési rendszer, amely támogatja és javítja az egészséges ökoszisztéma fennmaradását, beleértve a biológiai körfolyamatokat és a talaj biológiai aktivitását. Fontos, hogy a külső inputok minimalizálásra épül és a helyi környezeti adottságok optimális hasznosítására törekszik. Az ökológiai gazdálkodás a kedvezőtlen adottságú területeken jelent alternatív megoldást, ezáltal elősegítve az évszázadok óta mezőgazdasági művelés alatt álló területek felhagyásának elkerülését (Radics, 2006). Az Európai Unió agrárpolitikájában is éppen ezért kapott kiemelkedő szerepet, mivel alkalmasnak mutatkozik a helyi lakosság megtartására a kevésbé versenyképes mezőgazdasági területeken, általa fenntartható a biológiai sokféleség, melyben különös szereppel rendelkeznek az adott környezetben szelektálódott, és ahhoz alkalmazkodott tájfajták (Baillieux és Scharpe, 1994). A Kertészeti Lexikonban szereplő meghatározás szerint (Muraközy, 1963) a tájfajta az egyes tájakon a folyamatos termesztés során a helyi éghajlati adottságaihoz jól alkalmazkodott, a természetes

és mesterséges kiválogatás (vagy népi szelekció) hatására kialakult jellegzetes fajta. Meghatározza továbbá a helyi fajta fogalmát is, mely az ország egyes tájain önellátásra, vagy a közeli piacon való értékesítésre termesztett fajta, mely az adott táj agroökológiai viszonyai között az oda került fajták közül termesztésre a legalkalmasabb, a leggazdaságosabb, és ezért az adott tájon vagy körzetben leginkább elterjedt. Brush et al. (1992), valamint Wood (1997) megemlítik az úgynevezett „creol” kevert fajtákat, amelyek nemesített fajtából származnak, de a folyamatos szelekciók következtében alkalmazkodtak a helyi agroökológiai viszonyokhoz, ezáltal pedig gyakorlatilag tájfajtvá váltak. Az ökológiai termesztésben alapvető elvárás a megfelelő alkalmazkodóképesség, melynek hiányában nem alakítható ki az egyensúly a termesztési feltételek és a növényfajta között, ami előfeltétele a sikeres termelésnek és a megkívánt kiváló minőségnek. Erre alapozva hasznosították sikerrel a nemesítők, a génbankok, a tájkutató intézetek és az értéktermelő gazdaságok a helyi ökológiai körülményekhez alkalmazkodott tájfajtákat és a helyi populációkat (I2).

A Biokontroll Hungária Nonprofit Kft. az ökológiai gazdálkodásra vonatkozó alapfeltétel-rendszerében lefektetett alapkövetelményeket összefoglalva előírja a GMO-mentességet és alapesetként, hogy ökogazdálkodásból származó mezőgazdasági és/vagy a pozitív listák valamelyikén szereplő anyagot kell alkalmazni. A szaporítóanyagot a hagyományostól azzal a különbséggel kell előállítani, hogy itt csak csávázatlan alapanyag használható. Egy gazdaságon belül jól elkülönítve lehet öko- és hagyományos egység is növénytermesztésben, de a fajta jól megkülönböztethető kell, hogy legyen. Ökogazdaságban az ott nem alkalmazható anyagok és eszközök tárolása tilos. Továbbá minden eljárást, anyag- és árumozgatást hitelesen és folyamatosan dokumentálni kell (Roszik, 2022). Az ökológiai gazdálkodás az ökonemesítéssel kezdődik, hisz az ökovetőmag biztosításához az egyre szigorodó szabályozások miatt a csávázatlan, konvencionális nemesítésű fajtákról át kell térni az ökofajtákra. Az ökológiai növénynemesítést az IFOAM-szabvány (4.8. Biofajták nemesítése) határozza meg és nagy lehetőségeket rejt magában az ökológiai gazdálkodáshoz tökéletesen alkalmazkodó fajták biztosítására. Az ökológiai növénynemesítés gyakran együtt jár a hagyományos és helyi fajták megőrzésével, ami fontos tevékenység a genetikai erőforrások széles körének életben tartásához. A megőrzést azonban nem szabad összetéveszteni az ökológiai nemesítéssel, amely elengedhetetlen ahhoz, hogy az ökológiai gazdálkodók modern, a jelenlegi ökoélelmiszer-ágazat kiszolgálására alkalmas fajtákkal rendelkezhessenek (I3). Az ökológiai növénynemesítés nem egy önálló technológia; olyan nemesítési alapelveket és nemesítésszervezési módokat képvisel, amelyek különböző speciális módszereket és eljárásokat foglalhatnak magukban. Célja, hogy növelje az alacsony külsőerőforrás-igényű gazdálkodások potenciális termés hozamát, illetve, hogy olyan fajtákat biztosítson, amelyek alkalmazkodtak a meghatározott helyi termesztési feltételekhez (I4). Magyarországon az ökológiai növénynemesítés 1999-ben indult el, a Magyar Organikus Búza-termesztők Egyesületének kezdeményezésére (Kovács, 2007). Az ökológiai fajtákkal szemben a legfontosabb elvárások röviden összefoglalva a következők:

- » önálló szaporodóképesség ökológiai körülmények között;
- » megfelelő alkalmazkodás az ökológiai körülményekhez, lokális adaptáció;
- » fajtán belüli genetikai variabilitás (genetikai diverzitás);
- » rezisztenciatulajdonságok;
- » funkcionális diverzitás (a növény többirányú felhasználhatósága);
- » mély gyökérzet és jó gyomelnyomó képesség (Kovács, 2004).

Az IFOAM 2014-ben összeállította az ökológiai nemesítésre vonatkozó követelményeket:

- » A fajtaszelekciót és a szaporítási tevékenység teljes egészét, a merisztémakultúra kivételével, tanúsított ökológiai feltételek között kell folytatni.
- » Ökológiai növényfajta kizárólag géntechnológiai beavatkozástól mentes genetikai „alapanyagból” nemesíthető.
- » A növénynemesítőnek nyilvánosságra kell hoznia az alkalmazott nemesítési technikákat.
- » A genom egy teljes egységnek tekintendő. Technikai beavatkozás a genomba nem megengedett (pl. ionizáló sugárzás, izolált DNS, RNS vagy fehérje átvitele).
- » A sejt egy teljes egységnek tekintendő. Technikai beavatkozások izolált sejten, mesterséges táptalajon nem megengedettek (pl. géntechnológiai eljárások; citoplasztfúzió).
- » Tiszteletben kell tartani és fenntartani a növényfajta természetes reprodukciós képességét, ami kizárja az olyan technológiákat, melyek csökkentik vagy gátolják a csírázási képességet (pl. terminátor technológia) (IFOAM, 2019).

Egy adott növényfajnál alkalmazott nemesítési módszert alapvetően az adott növényfaj biológiai, szaporodási jellemzői befolyásolják.

Az ökológiai nemesítés gyakorlata: (1) *nemesítési cél kitűzése az ökológiai szempontoknak megfelelően*, (2) *az adott növényfaj esetében konvencionális növénynemesítésben alkalmazott nemesítési módszerek valamelyikének kivitelezése* (kivételt képez ez alól a tiltott módszerek használata), (3) *az ökológiai területen történő szelekció és tesztelése* (Megyeri et al., 2021).

Jelenleg Magyarországon a NÉBIH ökológiaivetőmag-adatbázisát átnézve (I6), mindössze kilenc kalászosból választhatnak az ökogazdálkodók. Ez bizony az országosan nagyon változatos termőhelyi adottságok és földrajzi tájkozterek ismeretében igen szerény szám.

Az NFO által is alkalmazott klasszikus őszikalászos-nemesítés fő módszere a keresztezés, majd egyedszelekció vagy/és tömegszelekció. Egy új fajta előállításához és köztermesztésbe vonásához általában 10–15 év szükséges (Matuz, Beke, 2021). A konvencionális nemesítéshez szigorúan hozzátartozik a fajtafenntartás, amelynek ellenőrzését állami minősítő intézet (NÉBIH) végzi. Magyarországon az 1990-es években kezdett csak számottevő méretekben terjedni az ökotermesztés; az összes szántóföldi ökoterület felén kalászosok termesztése zajlik (Pepó, 2017). Az ökotermesztés előretörésének fő mozgatórugói az ökotermékek iránti igény jelentős emelkedése mellett a biodiverzitás, a fenntarthatóság és a meredeken emelkedő – lassan már megfizethetetlen – inputárak állnak. Annak ellenére, hogy az Európai Unió kötelezően előírja az ökológiai minősítésű vetőmagok használatát, ezeket a területeket többnyire a konvencionális vetőmagtermesztésben előállított nemesített fajták csávázatlan vetőmagjaival vetik be még napjainkban is az uniós tagországokban, így hazánkban is. Az ökológiai mezőgazdaságban lévő potenciál teljes mértékű kiaknázásához kulcsfontosságú az ökológiai termesztési viszonyokhoz jól alkalmazkodott növényfajták használata. Egyes tulajdonságok alapvető fontossággal bírnak: például a kártevőkkel, betegségekkel szembeni ellenálló képesség, a hatékony gyomelnyomó képesség, a jó tápanyag-hasznosítás. Az ökológiai szemlélet népszerűségének növekedésével megjelent az igény az ökológiai módon előállított fajtákra, az ökológiai nemesítésre is. Olyan növényfajtákra van szüksége az ökológiai gazdálkodóknak, melyek növényvédőszeres, műtrágyák használata nélkül is jól fejlődnek, különböző ökológiai környezetben és az adott növénytermesztési rendszerbe is jól illeszkednek (Megyeri et al. 2021).

Az Európai Ökológiai Növénynemesítők Konzorciuma (ECO-PB) 2001-ben alakult azzal a céllal, hogy elősegítse az ökológiai növénynemesítést és független szakvélemény-bázist építsen ki hozzá. Az ECO-PB tagja az IFOAM (Ökológiai Mezőgazdasági Mozgalmak Nemzetközi Szervezete) ernyőszervezetnek (15). Az IFOAM (2019) általános irányelveket és követelményeket fogalmazott meg az ökológiai fajták nemesítését illetően a 2014-es Ökológiai termelésre és feldolgozásra vonatkozó normáiban, melyet 2019-ben átdolgozott. 2022. január 1-jétől életbe lépett az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2018/848 számú rendelete az ökológiai termelésről és az ökológiai termékek jelöléséről, mely meghatározza az „ökológiai termelésre alkalmas ökológiai fajta” definícióját, amely a rendeletben említett ökológiai nemesítési tevékenységek eredménye. A rendelet célkitűzései között szerepel a konvencionális termelésből származó kezeletlen vetőmagok használatára vonatkozó derogáció fokozatos megszüntetése 2035. december 31-ig. E rendelet szerint 2036-tól az ökológiai gazdálkodásban már csak ökológiai feltételek között megtermelt vetőmagot használhatnak az ökogazdálkodók. Az ágazat többi részéhez hasonlóan az ökológiai nemesítés is tanúsítható. Hazánkban erre a Biokontroll Hungária Non-profit Kft.-nek van kidolgozott eljárásrendje (2005), amely az Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézetének szakmai támogatásával készült. Az eljárásrend elkészülte óta már új nemesítési eljárások, ajánlások, rendeletek és szabályozások jelentek meg, melyekre a jelenlegi tanúsítás természetesen már nem tud reagálni, ezért a tanúsítás revíziója folyamatban van (Megyeri et al. 2021).

Ökológiai nemesítéssel jelenleg még nemzetközi szinten is kevesen foglalkoznak – hazánkban egyedül Martonvásáron folyik ilyen kutatás – ezért az elérhető ökofajták száma igencsak alacsony. Ezen ok miatt kialakult egy hazai eljárásrend, amely szerint az ökológiai gazdálkodásban használt fajtákat nagyrészt a hagyományos növénynemesítés adhatja. Ezek az *intenzív fajták* a konvencionális mezőgazdaság körülményei között nemesítettek műtrágyák, gyomirtó szerek, csávázószerek, növény- és talajkondicionálók használatával, miközben az ökológiai ágazatnak alacsony tápanyagbevitelű gazdálkodási rendszerekhez nemesített és a helyi viszonyokhoz alkalmazkodott *félintenzív fajtákra* van szüksége. Ilyen, a hazai ökológiai növénytermesztésbe és ökológiai növénynemesítésbe kiindulási „alapanyagként” ajánlható fajtákról kevés információ áll rendelkezésre. A Vetőmag Szövetség Szakmaközi Szervezet és Terméktanács (VSZT) keretein belül az Ökológiai Vetőmag Munkacsoport (Mikó et al., 2020). 2020. március 3-án alakult. Komplex célja az ökogazdálkodók létszámának növelése és a rendelkezésre álló ökofajták (szaporítóanyag-fajtakínálat) számának bővítése (Czékus, 2022). Az ÖMKi koordinációjával 2020-ban az ország hét helyszínén kisparcellás ökoőszi búza-fajtateszthálózat került kialakításra, melynek tervezése a VSZT Ökológiai Vetőmag Munkacsoportjában zajlott. A kisparcellás fajtatesztek kiegészítik az ÖMKi által 2012 óta országosan koordinált üzemi, „on-farm” fajtakísérleteket, melyek működő ökológiai gazdaságokban valósulnak meg az ökogazdálkodók aktív részvételével. Ezek eredményei alapján lehetőség nyílik pontosabb, regionális fajtaajánlati listák elkészítésére, melyek vetőmagkínálati oldalát a hálózatban résztvevő fajtatulajdonosok fogják majd biztosítani (Fehér et al., 2020). Hazánkban az öko-kalászosgabona vetőmag-előállítás 200 és 500 hektár között változott az utóbbi években.

Célkitűzések

- A. Az ÖNP keretében elkezdődik a MATE KKI őszi kalászos-portfóliójának tesztvizsgálata – ökológiai gazdálkodás feltételei között – szelekciós célból. Ennek célja, hogy néhány tenyészidőszak után a kapott hozam- és beltartalmi értékek ismeretében kiválasztható legyen egy, az ökológiai termesztésre legalkalmasabb fajtasor. A kiválasztott fajták a következő lépésben bekerülnek az ökológiai nemesítésbe mint szülői vonalak.
- B. A fent említett ökológiai fajtatesztelés során az ökológiai termesztésre legalkalmasabbnak bizonyuló fajták nemesítési kísérletbe vonása szülői vonalként, más külső fajtákkal, amelyek ökológiai termesztésben szintén már beváltak, jó eredményeket értek el az ÖMKI által koordinált országos ökoőszi búza-fajtatesthálózat helyszínein (köztük Karcag is!).
- B.1. A nemesítési kísérletben létrehozott utódvonalak vizsgálata, F2-generációtól az ökológiai termesztés szempontjából fontos tulajdonságok öröklődésének vizsgálata.

Anyag és módszer

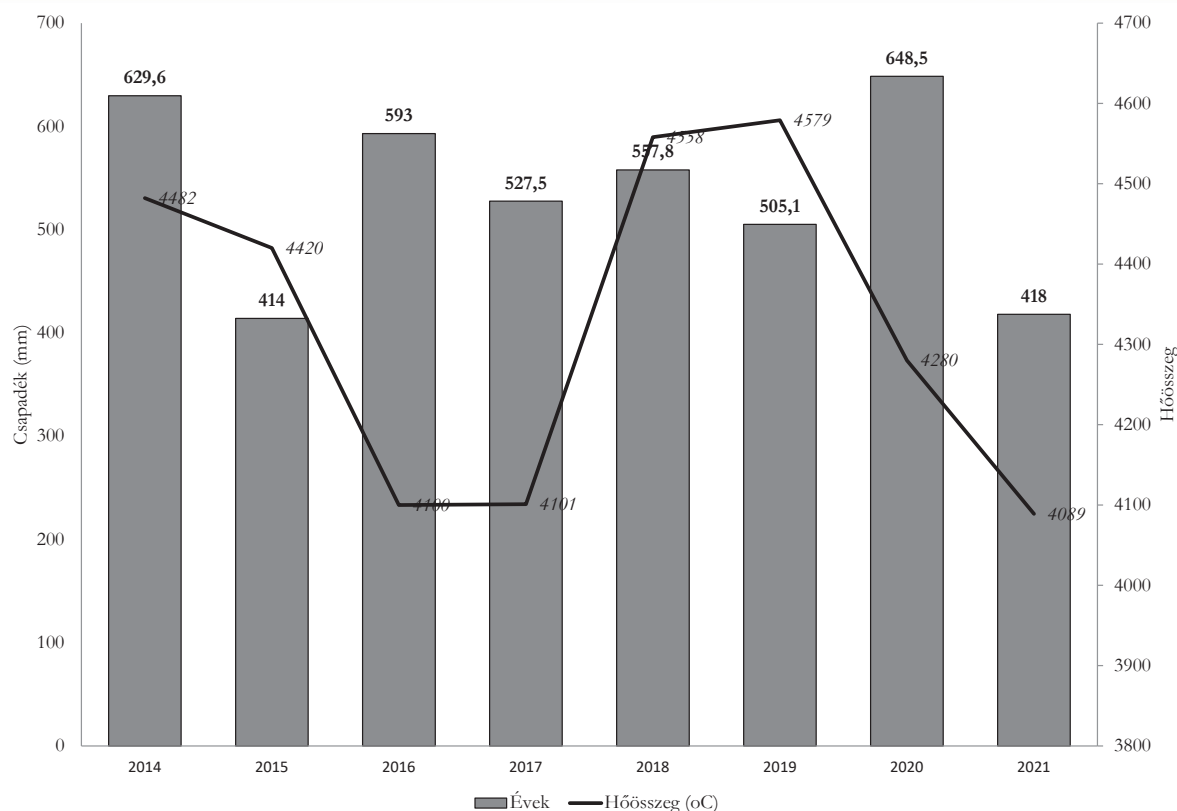
Az ÖNP keretén belül a most kialakításra kerülő ökotenyéskert kisparcellás kísérleteiben célunk vizsgálni a MATE KKI őszi kalászos- (őszi búza-, őszi árpa- és őszi tritikálé-) portfóliójából, melyek azok a növényfajok/-fajták, amelyek az ökológiai gazdálkodás feltételei között eredményesen termeszthetők. A kutatási célkitűzéseink megvalósításához a helyszínt a karcagi termőhelyen az I-3 jelű ökotáblának 3,4 hektáros parcellája biztosítja. Az ökogazdálkodásra átállított tábla nagy agyagtartalmú, szélsőséges vízforgalmú réti szolonyec és szolonyeces réti talajokon fekszik (1. ábra), aszályra hajlamos klimatikus viszonyok között.

A meteorológiai adatok alapján megállapítható, hogy a nyolc évet átölelő időszakban két év kivételével (2014, 2020) a karcagi tájban mindegyik év csapadékszegény volt, és az adott éveken belül a csapadékmegoszlás sem volt optimális (2. ábra). Az éves hőösszegadatok is mutatják, hogy a 2015., 2017. és 2021. évek kiemelten kedvezőtlenek voltak a haszonnövények számára, mert eleve csapadékhiánnyal kezdődött a bokrosodási időszak, ezt még egy hosszú, hűvös tavasz is követte, majd az aratás előtti hőhullámok tovább csökkentették a növények számára felvehető nedvességet a talajban. A művelések során forgatás nélküli, nedvességmegőrző mulcsművelést alkalmazunk. A rendelkezésre álló 3,4 hektáros ökoparcellán belül kerül kialakításra az ökotenyéskert és a kiválasztott négy őszi búza-fajta ökovetőmag-előállítás (3. ábra). A 2022-es év őszére az előkészítő munkálatok során az ökogazdálkodás szabályai szerint lezajlik az istállótrágya kijuttatása és a lucerna-előveteményt tartalmazó tarló forgatás nélküli művelése, a trágya bedolgozása, majd egy jó minőségű magágy kerül kialakításra. A 3. ábrán látható vetéstervszerkezetben kialakításra kerül az egyhektáros ökotenyéskert, az ÖMKI-kísérlet 0,3 hektáros területe, valamint a kalászos-, köles- és fénymag-vetőmagelőállítások parcellái.



1. ábra: Az intézet I-3 jelű ökotábla-parcellái a talajtípusokkal és a tervezett ökonemesítői tenyészkert (Karcag, 2022)

A jó hozam- és beltartalmi eredményeket mutató fajtákat tervezzük bevonni szülői vonalként az ökológiai nemesítési kísérletbe, melyeket a következő fázisban – mint utódvonalakat – tovább vizsgáljuk. A tesztelési fázis során a fajták hozam- és értékmérő tulajdonságainak vizsgálata zajlik az NFO lisztlaboratóriumában. A termésmennyiség, illetve hektolitertömeg egész szemből kerül meghatározásra. A termésmennyiség meghatározásához betakarításra kerül az egyes parcellák teljes területe. A szemtermés nedvességtartalmát FOSS Infratec 1241 Grain Analyser készülékkel mérjük, a termés 14% nedvességtartalomra standardizált. Hektolitertömeg meghatározásához hektolitertömeg-mérőedényt alkalmazunk (Gibertini Europe laboratóriumi mérleggel mérünk). A tisztaság és az idegenmag-tartalom vizsgálata, az ezerszemtömeg, a magdarabszám, a csíraszám és az osztályozottság meghatározása a MSZ 6354-2:2001 szerint történik. A beltartalmi vizsgálatokhoz a tisztított szemtermésből parcellánként 2-2 kg mintát őrlünk „Labor MIM” labormalommal, majd a vizsgálatokat a magyar szabványleírás alapján végezzük az adott célra alkalmas műszerekkel. Nedves sikértartalom és sikerterület mérése Perten Glutomatic sikérmosó készülékkel, a készülékhez tartozó sikercentrifugával történik. A Zeleny-index mérést „Brabender” rázógéppel végezzük, a Hagberg-féle esésszámot pedig „Perten Falling Number 1400” készülékkel mérjük.



2. ábra: A 2014-2021 évek csapadék- és hőösszegadatai Karcagon

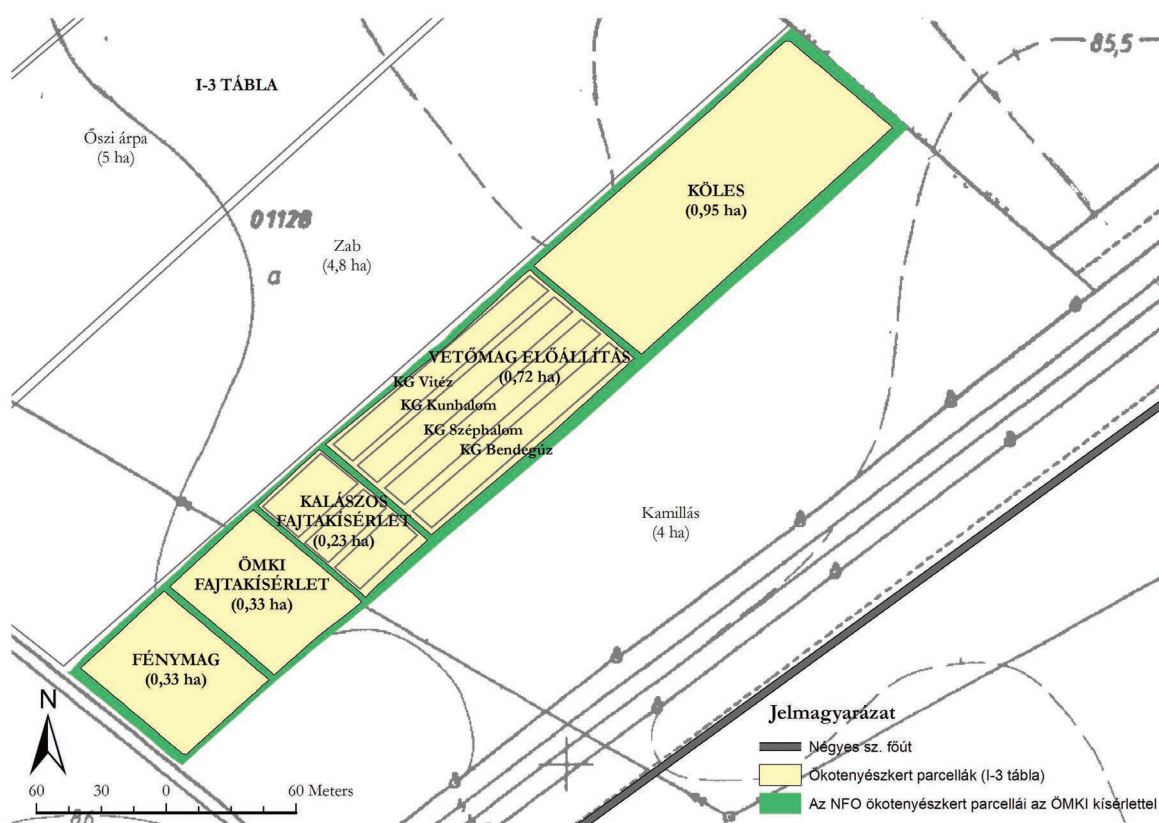
Valorigráfos értékszámot, értékcsoportot és a vízfelvételt „Labor MIM Valorigráf” készülékkel mérjük. Fentiek mellett az intézet térinformatikai adatbázisait, eszközeit (Itineris flottakövető rendszer, Thales GPS-készülék) és az Intézet területén üzemelő OMSZ-meteorológiai állomás adatgyűjtőjének adatbázisát használjuk. A búzák minőségi paramétereinek kielemezéséhez egy és többtényezős varianciaanalízist használunk.

Eredmények

Az ökotenyészkertben a nemesítés és a fajtafenntartási folyamatok követik a konvencionális nemesítés és fajtafenntartás módszertanát. A legfőbb különbség a talajművelésben és az ökológazdálkodásra jellemző szűkített, természetes anyagokra, eljárásokra alapozott növényápolásban és növényvédelemben, valamint a vetésforgó kialakításában (zöldtrágya-növénykeverékek alkalmazása!) jelentkeznek. Az öntermékenyülő kalászos gabonák nemesítésében, fajtafenntartásában a pedigreljárást alkalmazzuk; ennek elméleti háttérét Barabás (1987) rögzítette.

A tervezett nemesítési folyamat és fajtafenntartás célja a már meglévő, ökológazdálkodás körülményei között is jól teljesítő karcagi kalászos fajták ökofajtakénti elismertetése (2 év), valamint célkeresztvezésekkel elindítani az új karcagi ökofajta nemesítését. Utóbbi már egy hosszabb (10-12 éves) folyamat, ennyi idő szükséges egy új ökofajta létrehozásához és köztermesztésbe vonásához.

- » Ezek az új fajták állami elismerésének követelménye, hogy a kiválasztott fajtajelöltek tudják teljesíteni a DUS-tesztben előírt követelményeket (megkülönböztethetőség, egyöntetűség és állandóság). Ezek a követelmények a leggyorsabban a **pedigré-** (vagy ABC-) **technikával** valósíthatók meg.
- » A fajtafenntartás célja a fajtára jellemző fenotípusú növényállományhoz szükséges tiszta vetőmag előállítása. Kiemelendő, hogy a kalász vagy anyató (kiindulási anyag) és a szuperelit vetőmag (végtermék) minden esetben azonos kell, legyen.

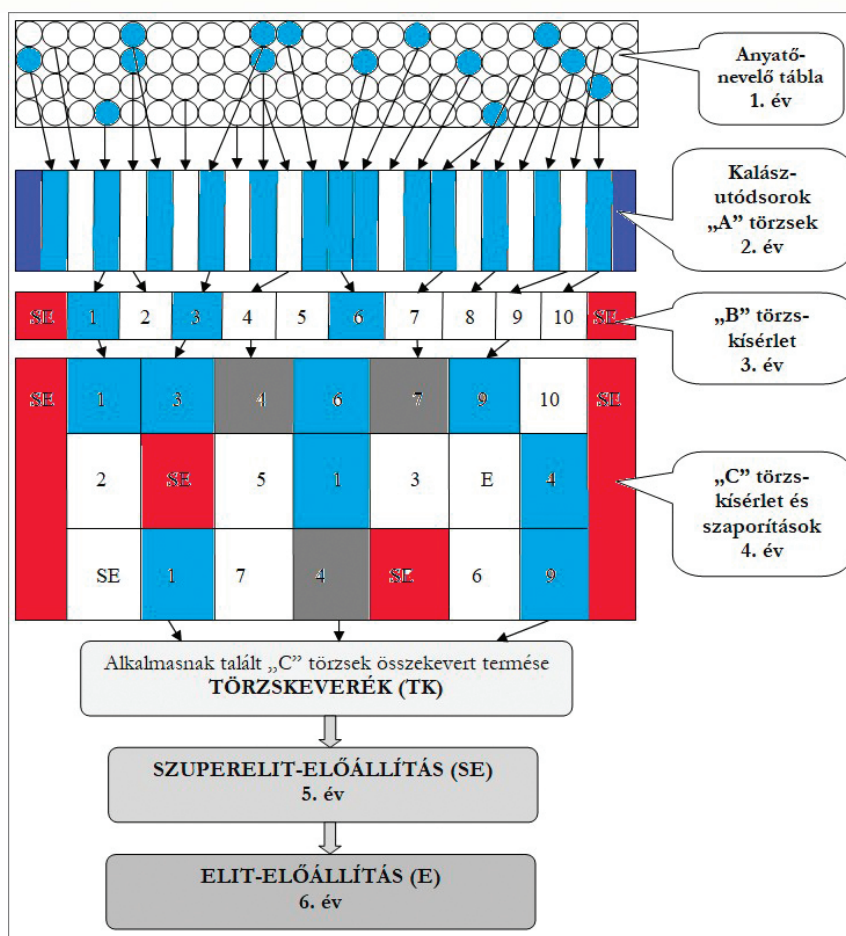


3. ábra: Az ökotenyészkert kísérleti parcellái az intézet I-3 jelű ökotábláján (Karcag, 2022)

A nemesítés nem ér véget egy új fajta előállításával és annak állami elismerésével, hisz a fajtafenntartás is ugyanolyan fontos és folyamatosan végzendő nemesítői alapfeladat. Ezt általában a fajta nemesítője, illetve még nemesítő cégek végezhetik.

- » A fajtafenntartás pedigremódszerében (4. ábra) első lépésben 100-300 anyatóvet válogatunk az alappopulációból (elit, szuperelit vagy törzskísérlet anyaga). A kalász (anyatóvek) kijelölése egy nagy figyelmet igénylő feladat; itt kell az adott fajtára jellemző egyedeket kiválasztani (többször, különböző fenofázisokban, más-más tulajdonság figyelembevételével, mint pl. levélszín, zászlóslevél állása, fülecske alakja, növénymagasság, betegségekre való fogékonyság). A kalászkok betakarítása után minden növényt/kalászt külön kell elcsépelni, ezután kiválogathatóak azok a búzaszemek, amelyek „A” törzsként elvetésre kerülnek.

- » **A kalászutódsorok („A” törzs)** ritka állományba kerülnek elvetésre és itt is vizsgálni kell a fajtabélyegeket. Ezek aratása kézzel történik (metszőolló vagy sarló). Itt már a nagyobb termésmennyiség miatt termésbecslést is tudunk végezni, minőségi vizsgálatokra is jut már anyag. A többszöri bonitálások után a legalkalmasabb törzseket kiválasztjuk, ezek már a „B” törzs-kísérletbe jutnak.
- » **A „B” törzs** 5-10 négyzetméteres parcellákból állnak, egy vagy többismétlések. A kialakított parcellaméret a rendelkezésre álló készletektől függ. Itt a kísérletek között tanácsos elvetni az állami fajtakísérletekben bejelentett letéti mintát, a DUS-teszt anyagát, ez az „1-es” teszt. A learatott parcellák szemtermését elemezve itt már a mennyiségi és minőségi paraméterek tekintetében jelentős következtetések gyűjthetők. Ha az állományok nem kiegyenlítettek, ezeken a szinteken több évig is szelektálást kell végezni, addig, míg homogén nem lesz az állomány. A kapott anyagokkal minőség-, mennyiség-, alkalmazkodóképesség- és stresszrezisztencia-elemzést végzünk. Ha jók az eredmények, következhet a „C” törzs-kísérletbe vetés.
- » **A „C” törzs-kísérletben** a „B” törzs megfelelő szintű, minőségű anyagát a bejelentett „1-es” törzzsel elvetjük. Itt az ismétlések száma már csökkenthető. Kisebb számú „C” törzs ismét besorolható a „B” törzs közé. Az itt mutatott eredményeik függvényében dönt a nemesítő, hogy továbbvihető vagy kizárja a törzset. A „C” törzseket ugyanúgy folyamatosan ellenőrizni, idegenelni kell. Minden parcella külön kerül aratásra, és a már ismertett vizsgálatok után döntünk arról, hogy mely törzsalkothatják a **törzskeveréket** (TK). Ezek szemtermését összekeverjük és elvetjük szuperelitnek (SE). A fiatal, még kiforratlan törzseket érdemes még külön vetni és vizsgálni, a nem homogén törzseket kizárni, majd a megmaradt törzseket összearatni és ezeket is szuperelitként feldolgozni. Más-más termőhelyen tovább folytatható a szaporítás, ezek már a „D” és „E” törzs lesznek. Karcagon csak a „C” törzs-kísérletig nemesítünk.
- » **A szuperelit (SE)** a nemesítők által ellenőrzött nemzedék, melyet szemléztetni kell, és utána következhet a fémzárolás. Maga a szemléztetés lehet saját vagy állami szerv (NÉBIH) által végzett. Ilyenkor minden fontos fajtabélyeg (mennyiségi és minőségi paraméterek) vizsgálata lezajlik.
- » Az **elit (E)** a szuperelit (SE) után következő (utód)nemzedék, amit már az általunk előállított SE-anyagból az üzem végez, nagyüzemi körülmények között. Nagyon fontos, hogy ennél a fázisnál is folytatni kell a szelekciót, az állomány többszöri idegenelése alapkövetelmény.



4. ábra: A nemesítés és fajtafenntartás pedigrémódszere

Összegzésképpen kijelenthető, hogy a fajtafenntartó nemesítés egy olyan folyamatos feladat, amelyben a nemesítő minden tenyészcsoportban folyamatosan szelektál, és újabb törzseket választ ki a keresztezésekből. Amennyiben a fajtafenntartás minden fázisa szabályosan zajlik, az elit-előállítással ez mintegy hat évet igénylő folyamat. Az elit-előállítás utáni I. és II. szaporítási fokozatok előállítását is számolva, mire a kiválasztott törzsektől a köztermesztésig eljutunk, nyolc év telik el.

Következtetések

A 2022-ben induló ÖNP a MATE KKI történelmében egy új fejezetet nyit a növénynemesítés terén. Az eddigi konvencionális nemesítés sikeres évtizedei után az ökonemesítés területén is új nemesítési program indul. Az elmúlt évtizedek ökológiai, ökonómiai (és politikai) változásai is szemléletmódváltást követelnek a nemesítőktől. Azok a kisebb nemesítőházak – köztük a karcagi is – amelyek szerényebb anyagi és kutatói-nemesítői kapacitással rendelkeznek, az ökonemesítés területén jelentkező új kihívásokra jó eséllyel tudnak reagálni. Komparatív előnyük az eddigi felhalmozott tapasztalat, az adott tájegységben nemesített és a köztermesztésben már

bizonyított kalászos-portfólió. Az országos hálózatba szervezett GOSZ-VSZT-NAK és ÖMKi ökológiai kísérleteiben való karcagi részvétel is jó lehetőséget ad a meglévő fajták tesztelésére változatos klíma- és talajviszonyok között. Az ökokísérleti parcellák területén az első fázisban a fenti fajtatesztekben jól szereplő négy búzafajta vetőmag-előállítás és ezek ökofajtakénti elismerése indul, ez egy két-hároméves folyamat. Ezzel párhuzamosan elkezdődik egy hosszabb (8-12 év) időtávot igénylő, az „Eredmények” fejezetben ismertetett ökonemesítési és fajtafenntartási folyamat. Reményeink szerint ennek eredményeképpen a karcagi nemesítés a konvencionális félintenzív és intenzív fajták kínálata mellett a későbbiekben biztosíthatja az ökológiai gazdálkodás feltételeihez nemesített új fajtajelölteket, majd a sikeres NÉBIH-vizsgálat és az ökológiai tanúsító szervezet vizsgálatai után – a félintenzív ökofajtákat. Távlatokban, a 2036. január elsejétől szigorodó ökorendelet/szabályok bevezetésére már rendelkezésre fog állni négy őszebúza-ökofajta igény szerinti szaporulati fokozatú vetőmagtétellekkel, és folyamatosan zajlik majd az új ökofajták nemesítése, szelekciója, a fajtajelöltek kiválasztása, házi és hivatalos tesztelése. A várhatóan országos szinten megnövekedő ökofémzároltvetőmag-forgalomból visszajutó jogdíjak fogják biztosítani a karcagi ökonemesítés új fajtáinak megjelenését és elterjedését a honi köztermesztésben.

Irodalomjegyzék

- Baillieux, P. – Scharpe, A. (1994): Organic farming – Green Europe Newsletters. Official Publications of the European Communities 2.
- Barabás, Z. (1987): A búzatermesztés kézikönyve. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó.
- Bruinsma, J. (ed.) (2003): World Agriculture Towards 2015/2030. An FAO Perspective. London, Earthscan Publications and Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Brush, S. B. – Taylor, J. E. – Bellon, M. R. (1992): Technology adoption and biological diversity in Andean potato agriculture. *Journal of Development Economics* 39: 2 pp. 365–387.
- Czékus M. (2022): Ökológiai vetőmag adatbázis a gazdák szolgálatában. *Mezőhír* 26: 7 pp. 58–59.
- Fehér J. – Mikó P. – Drexler D. (2020): Elindult az országos öko gabona fajtateszt hálózat. *Biokultúra*, 31: 6 pp. 16–17.
- Fehér J. (2021): Az ökológiai gazdálkodásban termeszthető új fajtatípusok és az ökológiai nemesítés előnyei. *Agrofórum* 32: 6 pp. 76–79.
- IFOAM (2019): The IFOAM Norms for organic production and processing. Version 2014, IFOAM-Organics International, Germany, October 2019 (Edited version of the IFOAM Norms 2014)
- Kovács G. (2004): Organikus növénynemesítés és organikus vetőmagtermesztés. In: Bedő Z. (szerk.): A vetőmag születése. Budapest, Agroiinform Kiadó, pp. 298–305.
- Kovács G. (2007): Organic breeding in Hungary. In: Proceedings of COST 860 SUSVAR Workshop on „Below ground characteristic of cereals” Velence, Hungary. 104.
- Matúz J. – Beke B. (2021): Búza. In: Izsáki Z. – Kruppa J. (szerk.) Szántóföldi növények vetőmagtermesztése 2. Vetőmagtermesztési technológia. Gabonafélék, hüvelyesek, gyökér- és gumós növények. Gödöllő, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, 290 p. pp. 15–53.

- Megyeri M. – Vida Gy. – Mikó P. (2021): Az ökológiai nemesítés és fajtahasználat helyzete és feltételei. *Biokultúra* 32: 1 pp. 9–11.
- Mikó P. – Drexler D. – Fehér J. – Megyeri M. – Apostol E. (2020): A minősített ökológiai vetőmagok jövőjéről. *Biokultúra*, 31: 2–3 pp. 18–19.
- Muraközy T. (szerk.) (1963): *Kertészeti Lexikon*. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó.
- Pepó P. (2017): Gabonanövények termesztetősége az ökológiai gazdálkodásban. *Biokultúra* 28: 6 pp. 22–25.
- Radics L. (szerk.) (2001): *Ökológiai gazdálkodás*. Budapest, Dinasztia Kiadó.
- Radics L. (szerk.) (2006): Summarised results of the CHANNEL project. Budapest, Szaktudás Kiadó Ház.
- Roszík P. (2022): *Az ökológiai gazdálkodás Alap-feltételrendszere*. 16. bővített kiadás. Budapest, Biokontroll Hungária Nonprofit Kft.
- Wood, P. M. (1997): Biodiversity as the Source of Biological Resources: A New Look at Biodiversity Values. *Environmental Values*, 6: 3 pp. 251–268.

Internetes hivatkozások

- I1: Magyarország Kormánya (2022): Nemzeti Cselekvési Terv az Ökológiai Gazdálkodás Fejlesztéséért (2022–2027). URL: <https://kormany.hu/dokumentumtar/nemzeti-cselekvési-terv-az-okologiai-gazdalkodas-fejleszteseert> URL: <https://cdn.kormany.hu/uploads/document/d/d0/d07/d079527ac2aab7648b1e2b055956a0809bb3ba93.pdf>
- I2: Márai G. (2010): Tájfajták az ökológiai gazdálkodásban. URL: <https://www.biokontroll.hu/tajfajtak-az-oekologiai-gazdalkodasban/>
- I3: Organic plant breeding. URL: <https://www.organic-plant-breeding.org/>
- I4: Európai Bizottság (2021): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on an action plan for the development of organic production. Brussels. URL: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:ebb94528-8d5b-11eb-b85c-01aa-75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF
- I5: About ECO-PB. URL: <https://www.eco-pb.org/about-eco-pb.html>
- I6: NÉBIH Öko vetőmag adatbázis URL: <https://portal.nebih.gov.hu/oko-vetomag>

Hivatkozott törvények, rendeletek, cselekvési tervek

- Regulation (EU) 2018/848 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on organic production and labelling of organic products and repealing Council Regulation (EC) No 834/2007
- Magyarország Kormánya (2022): Nemzeti Cselekvési Terv az Ökológiai Gazdálkodás Fejlesztéséért (2022–2027).

Őszi kalászos gabonanövények nemesítése a Nagykunság szélsőséges agroökológiai feltételei között

^{1,2}Asbolt Gergő – ¹Czibalmos Róbert – ¹Murányi Eszter – ¹Zsigrai György

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Karcagi Kutatóintézet

²Növénytudományi Doktori Iskola, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Összefoglalás: A MATE Karcagi Kutatóintézetben évtizedes hagyománya van a kalászos gabonanövények nemesítésének, melyek közül jelenleg az őszi búza, őszi tritikálé és őszi árpa nemesítése folyik. Napjainkban a növény-nemesítés számára az egyik fő kihívást a klímaváltozással járó egyre gyakoribb szélsőséges időjárás jelenti, melyhez az Intézet kalászosnemesítési tevékenysége során olyan kiváló alkalmazkodóképességű, a különböző stressztényezőknek ellenálló fajták létrehozásával alkalmazkodik, melyek magas minőségi mutatókkal, versenyképes terméshozammal és nagyfokú termésstabilitással rendelkeznek a helyi szélsőséges éghajlati és kedvezőtlen talajviszonyok között is. Írásunkban bemutattuk ennek a nemesítési munkának a módszertanát, ismertettük eddigi fontosabb eredményeit. Vizsgáltuk őszi kalászos-fajtáink három tenyésztési időszak alatti terméshozamát, nyersfehérje-tartalmát, illetve őszi búza- és őszi tritikálé-fajtáink esetében a nedves sikértartalmat és a Zeleny-értéket is, illetve a vizsgált paraméterek ingadozásának mértékét. Az eredményeket statisztikai vizsgálatok elvégzését követően értékeltük. Az eredmények alapján azt a következtetést vontuk le, hogy a több fajtából álló fajtaportfólió nagyobb termésbiztonságot nyújt egyetlen fajta használatával szemben, megállapításokat tettünk a vizsgált paraméterek változásával kapcsolatban, valamint javaslatokat tettünk a kapott eredmények alapján az Intézet őszi búza-, őszi tritikálé-, illetve őszi árpa-fajtáit illetően.

Kulcsszavak: őszi búza, őszi tritikálé, őszi árpa, kalászos gabona, növény-nemesítés

Bevezetés

A MATE Karcagi Kutatóintézetben (továbbiakban Intézet) évtizedes hagyománya van a kalászos gabonanövények nemesítésének. Már 1947-ben, Karcagi Állami Növény-nemesítési Telep néven történő megalakulását követően feladatai közé tartozott az aszályos, szikes és kötött talajú alföldi táj körülményeihez alkalmazkodó szántóföldi és gyepnövények nemesítése. 1955-ben Nagykunsági Mezőgazdasági Kísérleti Intézet néven tájgazdászati intézetté alakulva közvetlenül bekapcsolódott a búza- és árpanemesítési kutatásokba. Később az intézetben megszüntették a kalászos gabonák nemesítését, azonban az 1980-as években újra indult (Dobránszki et al., 2019)

A búzanemesítési kutatásokba bekapcsolódva Vezekényi Ernő és Nagy Béla irányításával állítottak elő hazai és külföldi fajtákat keresztezve az Alföld kedvezőtlen ökológiai adottságai között biztonsággal termesztethető búzafajtákat az Intézetben. Kezdetekben a búzanemesítési tevékenység célja a kedvezőtlen termőhelyi feltételek között gazdálkodó nagyüzemek fajtaválasztékának kielégítése volt. A legfontosabb szempontnak a termőképesség számított. Később az egyoldalú mennyiségi szemléletmóddal felhagyva megkezdődött a farmgazdaság igényeinek megfelelő búzafajták nemesítése, melynek során a cél közepes szármagasságú, jól bokrosodó, kiváló víz- és tápanyagreakciójú fajták létrehozása lett (Fazekas et al., 1993a, 2002a, 2010). Az intézet jelenleg 10 államilag elismert őszi búzafajtával rendelkezik, melyek Fazekas Miklós, Lazányi János, Czibalmos Ágnes, Győri Zoltán, valamint élete utolsó évtizedeiben Balla László nemesítési munkájának eredményei (Dobránszki et al., 2019).

Az Intézetben született meg az első hazai nemesítésű tritikáléfajta, a Dusi, amely 2001-ben kapott állami elismerést. Jelenleg az Intézet négy államilag elismert ősztitikálé-fajtával rendelkezik, melyek közül egy nemesítés, három pedig honosítási folyamat eredménye. A karcagi tritikálénemesítés úttörői Fazekas Miklós és Balla László voltak (Dobránszki et al., 2019).

Az Intézetben elsőként Udvaros Károly foglalkozott az őszi árpa nemesítésével, aki korábban megkezdett nemesítési programját 1963-tól Karcagon folytatta tovább. Az árpanemesítés újraindításában Nagy Béla és Lazányi János játszottak fontos szerepet (Fazekas et al., 1993b, 2002b; Lazányi és Puskás, 2010). Az általuk megkezdett nemesítési munkát Fazekas Miklós, Czibalmos Ágnes és Puskás Árpád folytatták, akiknek nevéhez kapcsolódik az Intézet jelenlegi öt állami elismeréssel rendelkező ősziárpa-fajtája (Dobránszki et al., 2019). A szélsőséges feltételek között nemesített ősziárpa-fajták hazánk teljes területén sikerrel termesztethetők. Fagyűrűsük és télállóságuk, valamint aszálytűrésük jobb, mint a külföldi fajtáké és más hazai nemesítésű fajtákkal is versenyképes, nyersfehérje-tartalmuk magas, aminosavösszetételük kedvező (Lazányi és Puskás, 2010).

Napjainkban a növény-nemesítés számára az egyik fő kihívást a klímaváltozással járó egyre gyakoribb szélsőséges időjárás jelenti, melyhez csak a nagyfokú plaszticitással, abiotikus és biotikus stressztűrő képességgel rendelkező fajták képesek alkalmazkodni (Czibalmos, 2016). Jolánkai (2008) már korábban felhívta a figyelmet arra, hogy a klímaváltozás immár nem csupán predikció, és az annak negatív hatásaira való felkészülés kapcsán előnyben részesítette a helyi viszonyokhoz alkalmazkodott fajták nagyobb termésstabilitását a kedvező évjáratokban nagyobb termés hozamokra képes külföldről honosított fajták eredményeivel szemben. Pepó (2010) a klímaváltozáshoz fűződően felhívta a figyelmet az abiotikus stressztényezők várható drasztikus változására és a melegigényesebb kórokozók, kártevők és gyomok megjelenésére és terjedésére. A nemesítés jelenkori kihívásai között megnevezi a kórokozóknak és kártevőknek ellenálló fajták előállítását mellett az aszálytűrés javítását olyan szempontként, amelyre kiemelt hangsúlyt kell fektetni. Az Intézetben jelenleg folytatott ősziárpás-nemesítés fő célkitűzése – napjaink nemesítői kihívásaihoz igazodva – olyan kiváló alkalmazkodóképességű, fagy- és aszálytűrő, betegségekkel szemben ellenálló fajták létrehozása, melyek magas minőségi mutatókkal, versenyképes termés hozammal és nagyfokú termésstabilitással rendelkeznek a helyi szélsőséges éghajlati és kedvezőtlen talajviszonyok között is. Jelen írásunkban ennek a nemesítési munkának a folyamatait-, illetve eddigi jelentősebb eredményeit ismertetjük.

Anyag és módszer

Jelenleg az Intézetben a kalászos gabonanövények közül őszi búza és őszi árpa fajta-előállító nemesítése-, valamint az Intézet állami elismeréssel rendelkező őszi búza-, őszi tritikálé- és őszi árpa-fajtáinak a fajtafenntartása folyik. A tenyészkerthez szükséges szántóföldi terület az Intézet egyes karcagi parcelláin biztosított, ahol a talaj típusa mély humusztartalmú, mélyben sós réti csernozjom, a talajképző kőzet pedig vályogos agyag textúrájú infúziós lösz. A helyi időjárásra jellemző az egyenetlen csapadéeloszlás, melynek negatív hatásai a talaj gyenge vízbefogadó, illetve vízmegtartó tulajdonságai következtében még fokozottabban érvényesülnek. A térségre leginkább jellemző növénytermelést nehezítő időjárási jelenség az aszály, de előfordul szintén az egyszerre nagyobb mennyiségben lehulló csapadék következtében a talaj cserepedése, mélyebb talajrepedések keletkezése, melyek a talaj vízháztartását befolyásolják kedvezőtlen irányba vagy belvizes foltok kialakulása.

Az Intézetben a kalászosok fajta-előállító nemesítése a klasszikus pedigreszelekció módszerén (Pepó, 2010) alapszik. Ennek első lépéseként a nemesítési célkitűzések alapján szülői vonalakat választunk, melyekből keresztezéssel hozzuk létre a kívánt kombinációkat. A keresztezni kívánt egyedek vetőmagjait Wintersteiger HEGE 76 traktorral szerelt Wintersteiger TRM 2271 kalászfutóvető-géppel vetjük el tenyészkertünkben, a keresztezni kívánt fajtákat egymás mellé ikersorokba vetve (a kalászfutóvető sorok hossza 0,66 m). A keresztezéseket reciprok módon elvégezzük ($A \times B$ és $B \times A$ kombinációkban), az anyanövénynek szánt egyedek kézi kasztrálásával, az anya- és apaegyedek celofánzacskóval történő izolálásával, majd a beporzás kézi rásegítésével. A keresztezésekből származó szemeket kézi vetéssel vetjük el. Az F1 generáció kalászainak szemterméséből kalászfutóvetőket vetünk kalászfutóvető-géppel ($5-10 \times 3$ ikersorba). F2 generációtól minden évben pedigreszelekciót végzünk kalászkiválogatással, a legjobbnak ítélt kalászok szemterméseiből a következő tenéyszidőszakban újra kalászfutóvetőket vetünk, ezt annyi generáción keresztül ismételve, ameddig az állomány hasad. Tenyészkertünk állománya nem részesül gombaölő szeres kezelésben, így gombás fertőzések megjelenése esetén már tudunk szelektálni a törzsek betegségeivel szembeni ellenálló képessége alapján. A tápanyagellátás előzetes talajvizsgálati eredmények alapján, az Intézetben elért műtrágyázási kísérleti eredmények (Zsigrai és Őri, 2006; Zsigrai, 2009) figyelembevételével történik. A már nem hasadó, egyöntetű törzsek kalászfutóvetőiből a vizuális értékelés során legjobbnak megítélteket kijelöljük, amelyeket teljes érés után, a betakarítást megelőzően kéveként begyűjtünk, és kalászainak szemterméséből a következő tenéyszidőszakban vetőmagnorma alapján 5 m^2 -es „B” parcellákat vetünk Wintersteiger HEGE 76 traktorral szerelt HEGE 80 parcellavetőgéppel. A vetőmagnorma őszi árpa esetén $4,5 \text{ millió csíra ha}^{-1}$, őszi búza és őszi tritikálé esetén $5,5 \text{ millió csíra ha}^{-1}$. A „B” parcellákat standard fajtákkal együtt vetjük el, a törzseket ismétlés nélkül, a standard fajtákat pedig 4–4 ismétlésben a törzsek közé. A tenéyszidő folyamán terepen vizsgáljuk a törzsek egyes életciklusainak hosszát, a biotikus- és abiotikus stressztényezőkkel szembeni ellenálló képességét, illetve az állomány egyöntetűségét, a standard fajtákkal összehasonlítva. Kalászosítás befejeztével a „B” parcellákat szelektáljuk a fentebb említett tulajdonságok és a kalászok vizuálisan megfigyelhető tulajdonságai alapján, a kijelölt törzseken negatív tömegszelekciót végzünk (Pepó, 2010), mellyel tovább javítjuk az állomány egyöntetűségét az oda nem illő egyedek kézi eltávolításával, leegyszerűsítve idegeneljük. A szelektált törzsek és a standard fajták parcelláit a teljes érést követően

Wintersteiger CLASSIC parcellakombájnnal betakarítjuk. Betakarítás után meghatározzuk a terméshozamokat a kombájntiszta termés 0,01 kg pontosságú digitális mérlegen mért tömege és annak nedvességtartalma alapján 14%-os nedvességtartalomra és $t\ ha^{-1}$ mértékegységre korrigálva. A nedvességtartalmat – egy menetben a nyersfehérje-tartalommal – közeli infravörös (NIR) transzmittancia elvén működő FOSS Infratec 1241 Grain Analyser készülékkel mérjük tisztított szemtermésből, melynek tisztítását légáramos szelektorról végezzük. A készülék őszi búza és őszi tritikálé esetében mér nedvessikér-tartalmat és Zeleny-értéket is, amit szintén rögzítünk. Vizsgáljuk továbbá a hektolitertömeget hektolitertömeg-mérő edénnyel és 0,1 g pontosságú digitális mérleg használatával, illetve az ezerszemtömeget szintén 0,1 g pontosságú digitális mérleg használatával. Őszi-búza-törzseink esetében lisztminőségi paramétereket is vizsgálunk, az Intézet lisztlaboratóriumában, melyhez a tisztított szemtermésből törzsenként 2–2 kg minta kerül őrlésre Labor MIM labormalommal. A nedvessikér-tartalom és a sikerterület meghatározásához Perten Glutomatic sikermosó készüléket használunk, a nedvessikér-tartalom meghatározása MSZ ISO5531:1993 szabvány alapján, a sikerterület meghatározása MSZ 3430:2008 szabvány alapján történik. A Zeleny-értéket Brabender rázó gép használatával MSZ ISO 5526:1993 szabvány alapján, a Hagberg-féle esésszámot Perten Falling Number 1700 készülékkel MSZ ISO 3093:1995 szabvány alapján, a valorigráfós értékszámot, értékcsoportot és vízfelvételt Labor MIM Valorigráf készülék használatával MSZ ISO 5530-3:1995 szabvány alapján határozzuk meg. Az értékmérő tulajdonságok esetében szintén összehasonlítjuk a törzsek teljesítményét a standard fajtákéval. A felsorolt vizsgálatokat elvégezve, az azok alapján is arra alkalmasnak ítélt törzsek szemterméséből a következő tenyésztéskor vetőmagnorma alapján 10 m^2 -es „C” parcellákat vetünk a standard fajtákkal együtt négyismétléses véletlen blokk elrendezésben.

A „C” törzs-kísérlet esetében az eljárások hasonlóak a tenyésztéskor során és a betakarítást követő vizsgálatokat tekintve is, mint a „B” törzs-kísérletben, azzal a különbséggel, hogy itt már törzsenként négy ismétlést veszünk figyelembe, így a szemmel megfigyelhető tulajdonságok és a vizsgált eredmények alapján is – azok statisztikai kiértékelésével – még pontosabban tudunk szelektálni. Az eredmények statisztikai kiértékeléséhez leíró statisztikát, egytényezős varianciaanalízist alkalmazunk, valamint kiszámítjuk a SzD5%-értéket Sváb (1973) módszere alapján Microsoft Office Excel táblázatkezelő program használatával. Azokat a törzseket, amelyek itt is alkalmasnak bizonyulnak, szaporításba vetjük el 15 m^2 -es parcellákba vetőmagnorma alapján, szintén négyismétléses véletlen blokk elrendezésben standard fajtákkal együtt, ugyanazokat az eljárásokat alkalmazva, mint a „C” törzs-kísérlet esetében, illetve itt már kalászutódásokat is vetünk (20 × 3 ikersorba). A szaporításban a vizuális értékelés során megfelelőnek ítélt, fajtabejelentésre esélyes fajtajelölteket kijelöljük, melyekről a teljes érést követően 300 kalászt szedünk a betakarítás előtt. Azokat a törzseket, amelyek a „C” törzs-kísérletben is és az azt követő évben a szaporításban is megfelelnek a vizuális értékelés során, és a betakarítást követő laborvizsgálataink eredményei alapján terméshozamban felülmúlják a standard fajták átlagát szignifikáns mértékben, vagy kiemelkedő beltartalmi mutatókkal rendelkeznek, és terméshozamuk a standard fajták átlagától nem marad el szignifikáns mértékben – amennyiben van(nak) olyan(ok) – bejelentjük fajtajelöltként a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatalhoz (NÉBIH). Fajtabejelentés esetén a bejelentett fajtajelölt begyűjtött kalászaiból 220 db-ot, illetve a szaporításának a betakarított anyagából 20 kg vetőmagmintát küldünk be a NÉBIH számára,

valamint a következő tenyésztidőszakban fajtafenntartásba is elvetjük. A standard fajták teljesítményével közel megegyező, de azok terméseredményeit szignifikánsan felül nem múló törzseket még 1-2 évig a szaporításban hagyjuk, amennyiben ezekben az években felülmúlják a standard fajták átlagát, úgy még bejelentésre kerülhetnek, amennyiben nem, kivesszük őket a kísérletből, esetlegesen visszavisszük a keresztezésekbe, hogy génállományukat újabb keresztezési partnerekével kombinálva újabb, értékesebb törzseket hozzunk létre belőlük.

Az állami elismeréssel rendelkező fajtaink fajtafenntartásának során szintén a klasszikus pedigreszelekciót (Pepó, 2010), illetve negatív tömegszelekciót (Pepó, 2010) alkalmazunk. A fajtafenntartás egy törzs állami bejelentését követő őszi vetéstől kezdődik, amikor a fajtajelölt előző tenyésztidőszakban begyűjtött kalászaiból szelektálva kalászutódsorokat vetünk (20×3 ikersor). A tenyészkerthben vizuális értékelés alapján kijelöljük a legjobbnak megítélt három ikersort és a teljes érést követően, betakarítás előtt kéveként begyűjtjük azok kalászeit. A fajtajelöltek és az államilag elismert fajtaink esetében a csírázóképeséget is vizsgáljuk évről évre, 2×100 db szemet benedvesített csíráztatópapírba behajtogatva, Rubarth Apparate GmbH CPS-P530 klímasekrényben 22°C -on nyolc napig csíráztatva. A következő tenyésztidőszakban ezekből a kalászból ismét kalászutódsorokat vetünk, valamint a kalászutódsorok után a három kalászutód anyagából külön-külön 3 db 5m^2 -es „B” parcellát vetünk egymás mögé vetőmagnorma alapján, amelyet fajtafenntartás esetén már a fajta/fajtajelölt csírázóképeségével korrigálunk. Ezeket a parcellákat a már fentebb említett módon, tenyésztidőszakban a tenyészkerthben vizuálisan, illetve betakarítás után termésüket laborban vizsgáljuk és értékeljük. A legjobbnak megítélt parcella anyagát a következő tenyésztidőszakban 10 db 10m^2 -es „C” parcellában vetjük el vetőmagnorma alapján, a fajta/fajtajelölt kalászutód sorai és „B” parcellái után, ily módon felszaporítva annak vetőmagját. A fajtafenntartás „C” parcelláit is a már fentebb említett módon vizsgáljuk a tenyésztidőszak folyamán vizuálisan, betakarítás után pedig a termés hozamokat parcellánként, a minőségi paramétereket pedig a 10 parcella szemterméséből 2-2 kg átlagmintát képezve.

Az állami elismeréssel rendelkező fenntartott fajtaink esetében minden évben újra vetjük és vizsgáljuk a fajtafenntartás kalászutódsorait, illetve „B” és „C” parcelláit a fent említett módon. A fajtafenntartás betakarított termését tartós tárolóhelyiségben tároljuk.

Igénytől függően egyes fajtainkból Szuper Elit vetőmagot állítunk elő. A Szuper Elit előállításának alapanyaga a legjobbnak ítélt fajtafenntartás „C” parcellák tisztított szemterméséből álló törzskeverék. A vetést Wintersteiger HEGE 76 tarakorra szerelt HEGE 80 parcella vetőgéppel végezzük el. A fajtafenntartáshoz hasonlóan ez esetben is a csírázóképeséggel korrigált vetőmagnorma alapján vetünk. Szuper Elit-állományunk a törzskísérletek és a fajtafenntartás állományától eltérően gombaölő szeres kezeléseket is részesül. Kalászsolást követően Szuper Elit-állományunkat több lépésben idegeneljük, illetve szemléztetjük a NÉBIH illetékes szakemberével, ameddig elfogadásra nem kerül. Teljes érést követően a parcellákat Wintersteiger 130 kombájnnal takarítjuk be. A tisztítást Saatgutbereiter Petkus Gigant K 531 magtisztító géppel végezzük. A tisztítást követően az anyagot házilag fémzárjuk.

Az Intézet őszi búza-, őszi tritikálé- és őszi árpa-fajtaink értékelését a fajtafenntartás „C” parcelláinak a 2018 és 2021 közötti, három tenyésztidőszakból származó adatai alapján végeztük el. Vizsgáltuk a termés hozamokat tenyésztidőszakonként egytényezős varianciaanalízissel- és a tenyésztidőszakokat együttvéve kéttényezős varianciaanalízissel, a nyersfehérje-tartalmat,

valamint őszibúza- és ősztriticálé-fajtáink esetében a nedvessikér-tartalmat és Zeleny-értékeket – az egyes tenyészidőszakokat véve ismétlésekként – egytényezős varianciaanalízissel Sváb (1973) módszere alapján, illetve a vizsgált paraméterek tenyészidőszakok közötti ingadozását %-ban kifejezve Windows 10 operációs rendszeren futó Microsoft Excel táblázatkezelőben.

A vizsgált tenyészidőszakok meteorológiai adatai az Intézet területén működő VAISALA gyártmányú QLC-50 típusú automata meteorológiai állomás által rögzített adatbázisból származnak. A lehullott csapadék mennyisége egyik vizsgált tenyészidőszakban sem érte el a 400 mm-t. A csapadék eloszlása mindegyik vizsgált tenyészidőszakban egyenetlen volt, a tenyészidőszakokat egymáshoz viszonyítva pedig meglehetősen eltérő. Az átlaghőmérséklet tenyészidőszakonkénti alakulása némely hónapokat tekintve szintén mutatott jelentősebb eltéréseket, de egységesen elmondható mindhárom vizsgált tenyészidőszakról, hogy a téli hónapok és a teljes tenyészidőszak átlaghőmérséklete magasabb volt az 50 éves átlagnál (1. táblázat).

1. táblázat: Az egyes tenyészidőszakok havi meteorológiai adatai (MATE Karcagi Kutatóintézet, 2018–2021)

Hónap	Tenyészidőszak			50 éves átlag
	2018–2019	2019–2020	2020–2021	
Csapadék (mm)				
X.	13,4	8,4	111,2	31,8
XI.	52,7	72,2	13,8	43,6
XII.	50,8	34,1	38,8	39,7
I.	31,2	19,8	45,9	28,4
II.	6,2	40,2	34,9	26,5
III.	8,8	34,4	5,6	24,9
IV.	47,3	9,8	23,3	37,2
V.	116,7	17,8	73,6	54,2
VI.	65,5	118,4	26,2	71,3
Összesen	392,6	355,1	373,3	357,6
Átlaghőmérséklet (°C)				
X.	13,7	12,9	12,1	10,1
XI.	7,1	9,1	5,0	4,5
XII.	0,8	3,1	3,8	0,1
I.	-1,0	-1,3	1,2	-2,5
II.	3,7	4,7	2,3	-0,6
III.	9,0	6,6	5,4	4,9
IV.	12,9	11,5	8,7	10,6
V.	14,6	14,5	14,6	16,3
VI.	23,1	20,3	22,1	19,4
Átlag	9,3	9,0	8,4	7,0

Eredmények és értékelésük

A fajta-előállító nemesítési munka végeredménye az új fajta, annak fennmaradása pedig a fajta-fenntartó nemesítői tevékenység eredménye, ezért az eredmények között mutatjuk be az Intézet jelenleg állami elismeréssel rendelkező, saját nemesítésű és fenntartású 10 őszi búza-, 4 őszi tritikálé- és 5 őszi árpa-fajtáját, állami elismerésük évével és éréscsoport szerinti besorolásukkal feltüntetve a 2. táblázatban.

2. táblázat: A MATE Karcagi Kutatóintézet őszi kalászos fajtái (2022)

Fajta	Állami elismerés éve	Éréscsoport
Őszi búza		
Kondor	1995	közép
Hunor	1998	közép
Róna	1998	közép
Alex	1999	közép
KG Magor	2002	korai
KG Kunhalom	2002	középkései
KG Széphalom	2004	korai
KG Kunglória	2005	korai
KG Bendegúz	2006	közép
KG Vitéz	2013	középkései
Őszi tritikálé		
Titán	2006	korai-közép
KG Berek	2009	korai
Lotru	2014	korai-közép
Leopard	2014	korai-közép
Őszi árpa		
Kunsági 2	1996	korai
KG Puszta	2002	korai
KG Konta	2008	korai
KG Apavár	2011	korai
KG Nagykun	2017	korai

A 3. táblázat őszi búzafajtáink hároméves terméshozam-eredményeit mutatja be. Amint az látható, fajtáink terméshozam-eredményei a három különböző tenyésztidőszak során esetenként meglehetősen eltérően változtak egymáshoz képest, melynek következményeképp a fajták együttes átlaga a három tenyésztidőszak során közel hasonlóan alakult, nem mutatkozott szignifikáns különbség közöttük. A termésingadozás mértéke fajtánként szintén eltérő volt, azonban minden esetben 25% alatti.

A 4. táblázatban ősztritikálé-fajtáink hároméves terméshozam-eredményeit szemléltetjük. Tritikálé-fajtáink egységesebben reagáltak tenyésztidőszakonként az eltérő körülményekre, mint búzafajtáink, mely a fajtánkénti terméseredmények alapján és a tenyésztidőszakok közötti szignifikáns különbségek alapján is leolvasható. A termésingadozás szintén nagyobb volt ez esetben, mint őszi búzáink esetében, ám 50%-ot meghaladó ingadozás még itt sem jelentkezett.

Az 5. táblázatban ősziárpa-fajtáink terméshozam-eredményei tekinthetőek meg, melyekről az őszi búza-fajtáinkhoz hasonlóan elmondható, hogy fajtáink változóan reagálnak a tenyésztidőszakonkénti környezeti különbségekre, azonban ez esetben mutatkozott szignifikáns különbség az egyes tenyésztidőszakok átlagai között, illetve a termésingadozás mértéke is nagyobb volt, mint őszi búza-fajtáink esetében, ám alacsonyabb, mint ősztritikálé-fajtáink esetében. A három tenyésztidőszak átlagában a fajták termésátlagai között szignifikáns különbség nem mutatkozott.

3. táblázat: Az őszi búza-fajták terméshozamainak alakulása tenyésztidőszakonként (t ha⁻¹) (MATE Karcagi Kutatóintézet, 2018–2021)

Fajta	Tenyésztidőszak			Átlag	Δ%
	2018–2019	2019–2020	2020–2021		
Kondor	11,91	13,83	11,45	12,40	19,20
KG Bendegúz	11,71	11,25	14,00	12,32	22,32
KG Magor	11,42	13,03	12,41	12,29	13,10
KG Széphalom	11,52	12,39	12,00	11,97	7,27
KG Kunglória	12,74	11,90	10,27	11,64	21,23
Hunor	11,29	10,77	12,25	11,44	12,94
Alex	11,61	11,79	10,28	11,23	13,45
KG Kunhalom	11,94	9,74	10,61	10,76	20,44
Róna	11,03	9,91	10,35	10,43	10,74
KG Vitéz	10,20	10,28	9,28	9,92	10,08
Átlag	11,54	11,49	11,29	11,44	15,08
SzD _{5%} Fajta	0,35	0,60	1,18	1,82	-
SzD _{5%} Tenyésztidőszak	-				-
SzD _{5%} Fajta*Tenyésztidőszak	3,15				-

4. táblázat: Az ősztiritikálé-fajták terméshozamainak alakulása tenyészidőszakonként (t ha⁻¹)
(MATE Karcagi Kutatóintézet, 2018–2021)

Fajta	Tenyészidőszak			Átlag	Δ%
	2018–2019	2019–2020	2020–2021		
Lotru	11,14	14,04	11,36	12,18	23,88
Leopard	8,86	13,28	11,56	11,23	39,36
KG Berek	9,76	12,07	10,32	10,72	21,58
Titán	8,24	12,85	10,39	10,49	43,94
Átlag	9,50	13,06	10,91	11,16	32,19
SzD5% Fajta	0,38	0,49	0,38	1,14	-
SzD _{5%} Tenyészidőszak		0,99			-
SzD _{5%} Fajta*Tenyészidőszak		1,97			-

5. táblázat: Az ősziárpa-fajták terméshozamainak alakulása tenyészidőszakonként (t ha⁻¹)
(MATE Karcagi Kutatóintézet, 2018–2021)

Fajta	Tenyészidőszak			Átlag	Δ%
	2018–2019	2019–2020	2020–2021		
KG Apavár	11,74	12,82	14,49	13,02	21,18
Kunsági 2	10,98	12,48	15,57	13,01	35,27
KG Pusztá	11,73	11,92	13,26	12,30	12,41
KG Nagykun	12,12	11,81	12,98	12,30	9,53
KG Konta	10,49	11,47	12,71	11,56	19,18
Átlag	11,41	12,10	13,80	12,44	19,51
SzD5% Fajta	0,66	0,74	0,85	-	-
SzD _{5%} Tenyészidőszak		0,91			-
SzD _{5%} Fajta*Tenyészidőszak		2,04			-

A 6. táblázatban ősziárpa-fajtáink nyersfehérje-tartalmának tenyészidőszakonkénti alakulása látható. A fajták között a három év átlagában szignifikáns különbség mutatkozott. A 2020–2021-es tenyészidőszak az előző két tenyészidőszaktól szignifikánsan eltért nyersfehérje-tartalom tekintetében. A nyersfehérje-tartalom ingadozása fajtánként eltérő volt, voltak ebben a tekintetben nagyon stabil eredményeket mutató fajták és jelentősebb ingadozásokat mutatóak is, melyek eredménye a 2020–2021-es tenyészidőszakban a fajták egy részéről mutatott nagyobb csökkenés függvénye volt legfőbbképp.

6. táblázat: Az őszi búza-fajták nyersfehérje-tartalmának alakulása tenyészidőszakonként (%)
(MATE Karcagi Kutatóintézet, 2018–2021)

Fajta	Tenyészidőszak			Átlag	Δ%
	2018–2019	2019–2020	2020–2021		
KG Vitéz	15,50	14,90	14,60	15,00	6,00
KG Kunhalom	14,20	15,50	11,00	13,57	33,17
Hunor	14,80	14,00	11,10	13,30	27,82
KG Széphalom	14,40	13,10	11,70	13,07	20,66
Alex	13,40	12,80	12,30	12,83	8,57
KG Bendegúz	14,30	12,50	11,30	12,70	23,62
KG Kunglória	12,80	12,10	12,70	12,53	5,59
Róna	12,00	12,20	12,20	12,13	1,65
KG Magor	12,50	12,10	10,60	11,73	16,19
Kondor	13,00	11,60	9,40	11,33	31,76
Átlag	13,69	13,08	11,69	12,82	17,50
SzD _{5%} Fajta		1,59			-
SzD _{5%} Tenyészidőszak		0,87			-

A 7. táblázatban ősztritikálé-fajtáink nyersfehérje-tartalmának tenyészidőszakonkénti alakulása tekinthető meg. A fajták között a három év átlagában szignifikáns különbség nem mutatkozott, a tenyészidőszakok között viszont igen, ebben az esetben azonban a 2018–2019-es tenyészidőszakhoz képes mutatkozott jelentős csökkenés a következő két tenyészidőszakban. A fajták a nyersfehérje-tartalom ingadozását tekintve sem tértek el egymástól nagyobb mértékben.

A 8. táblázatban ősziárpa-fajtáink nyersfehérje-tartalmának tenyészidőszakonkénti alakulását mutatjuk be. A fajták között sem a három év átlagában, sem a tenyészidőszakok között nem mutatkozott szignifikáns eltérés. Az egyes fajták a nyersfehérjetartalom-változás tekintetében nem mutattak egységes tendenciát. A legnagyobb ingadozást e tekintetben a KG Nagykun mutatta, az első két tenyészidőszakban a többi fajtaénál szembetűnően magasabb, ám a harmadik tenyészidőszakban a legalacsonyabb nyersfehérje-tartalmat mutatva.

7. táblázat: Az ősztiritikálé-fajták nyersfehérje-tartalmának alakulása tenyésztidőszakonként (%)
(MATE Karcagi Kutatóintézet, 2018–2021)

Fajta	Tenyésztidőszak			Átlag	Δ%
	2018–2019	2019–2020	2020–2021		
Lotru	13,50	11,70	12,00	12,40	14,52
Leopard	13,40	10,70	12,00	12,03	22,44
Titán	12,90	11,40	11,20	11,83	14,37
KG Berek	13,00	10,90	11,00	11,63	18,05
Átlag	13,20	11,18	11,55	11,98	17,34
SzD _{5%} Fajta	-				-
SzD _{5%} Tenyésztidőszak	0,61				-

8. táblázat: Az ősziárpa-fajták nyersfehérje-tartalmának alakulása tenyésztidőszakonként (%)
(MATE Karcagi Kutatóintézet, 2018–2021)

Fajta	Tenyésztidőszak			Átlag	Δ%
	2018–2019	2019–2020	2020–2021		
KG Nagykun	12,88	13,36	9,08	11,77	36,35
Kunsági 2	11,58	11,97	9,78	11,11	19,71
KG Apavár	11,87	10,78	10,63	11,09	11,18
KG Konta	11,56	10,46	10,12	10,71	13,44
KG Pusztá	11,25	9,23	11,15	10,54	19,16
Átlag	11,83	11,16	10,15	11,05	19,97
SzD _{5%} Fajta	-				-
SzD _{5%} Tenyésztidőszak	-				-

A 9. táblázatban őszebúza-fajtáink nedvessikér-tartalmának tenyésztidőszakonkénti alakulását szemléltetjük. A fajták között a három év átlagában szignifikáns különbség mutatkozott. A nyersfehérje-tartalom alakulásához hasonlóan a 2020–2021-es tenyésztidőszak tért el az előző két tenyésztidőszaktól szignifikánsan negatív irányban. A nedvessikér-tartalom ingadozása szintén hasonlóan alakult fajtánként, mint a nyersfehérje-tartalom ingadozása.

9. táblázat: Az ősibúza-fajták nedvessikér-tartalmának alakulása tenyészedőszakonként (%)
(MATE Karcagi Kutatóintézet, 2018–2021)

Fajta	Tenyészedőszak			Átlag	Δ%
	2018–2019	2019–2020	2020–2021		
KG Vitéz	33,00	34,00	28,00	31,67	18,95
KG Kunhalom	35,50	35,00	19,00	29,83	55,31
KG Széphalom	33,50	30,00	24,00	29,17	32,57
Hunor	35,00	30,00	14,00	26,33	79,75
KG Kunglória	27,00	25,00	26,00	26,00	7,69
Alex	25,50	22,50	22,50	23,50	12,77
KG Bendegúz	28,50	23,50	17,00	23,00	50,00
KG Magor	21,50	19,00	17,50	19,33	20,69
Róna	18,50	20,50	18,50	19,17	10,43
Kondor	22,00	16,50	14,00	17,50	45,71
Átlag	28,00	25,60	20,05	24,55	33,39
SzD _{5%} Fajta		6,64			-
SzD _{5%} Tenyészedőszak		3,64			-

Amint az a 10. táblázat eredményeiből leolvasható, ősitritikálé-fajtáink esetében is hasonlóan alakult a nedvessikér-tartalom alakulása, ingadozása, mint a nyersfehérje-tartalom esetében. A fajták között a három év átlagában mutatkozott szignifikáns különbség, illetve a második és harmadik tenyészedőszak eredményei az elsőhöz képest mutattak szignifikáns csökkenést.

10. táblázat: Az ősitritikálé-fajták nedvessikér-tartalmának alakulása tenyészedőszakonként (%)
(MATE Karcagi Kutatóintézet, 2018–2021)

Fajta	Tenyészedőszak			Átlag	Δ%
	2018–2019	2019–2020	2020–2021		
Lotru	33,90	26,00	24,50	28,13	33,41
Leopard	31,70	22,80	24,50	26,33	33,80
Titán	29,80	24,60	22,00	25,47	30,63
KG Berek	29,60	23,30	21,20	24,70	34,01
Átlag	31,25	24,18	23,05	26,16	32,96
SzD _{5%} Fajta		2,21			-
SzD _{5%} Tenyészedőszak		1,91			-

A 11. táblázatban őszi búza-fajtáink Zeleny-értékének a három tenyészidőszak alatti alakulása látható. A fajták között a három év átlagában szignifikáns különbség mutatkozott. A nyersfehérje- és a nedvessikér-tartalom alakulásához hasonlóan alakult a Zeleny-érték, szintén a 2020–2021-es tenyészidőszak fajtaátlaga mutatott szignifikáns csökkenést az előző két tenyészidőszak értékeihez képest, értékének fajtankénti változása, ingadozása is hasonló tendenciát mutatott.

11. táblázat: Az őszi búza-fajták Zeleny-értékének alakulása tenyészidőszakonként (ml)
(MATE Karcagi Kutatóintézet, 2018–2021)

Fajta	Tenyészidőszak			Átlag	$\Delta\%$
	2018–2019	2019–2020	2020–2021		
KG Vitéz	68,2	63,3	60	63,83	12,85
KG Kunhalom	62,8	70,7	42,3	58,60	48,46
Hunor	68,3	57,8	41,7	55,93	47,56
KG Széphalom	62,9	53,6	45,5	54,00	32,22
KG Bendegúz	62,5	49,1	42,3	51,30	39,38
Alex	53,9	51,6	46,5	50,67	14,61
KG Kunglória	48,4	47,5	49,8	48,57	4,74
Róna	45,4	49,3	49,3	48,00	8,13
KG Magor	45	47	39,3	43,77	17,59
Kondor	48,4	45,3	30,3	41,33	43,79
Átlag	56,58	53,52	44,70	51,60	26,93
SzD _{5%} Fajta		10,59			-
SzD _{5%} Tenyészidőszak		5,80			-

A 12. táblázatban őszi tritikálé-fajtáink Zeleny-értékének a három év alatti alakulását mutatjuk be, melyről szintén elmondható, hogy a nyersfehérje-tartalomhoz és a nedvessikér-tartalomhoz hasonlóan alakult. A fajták között a három év átlagában szignifikáns különbség nem mutatkozott, a második és harmadik tenyészidőszakban a fajták átlaga szignifikáns csökkenést mutatott az első tenyészidőszakhoz képest.

12. táblázat: Az ősztritikálé-fajták Zeleny-értékének alakulása tenyészidőszakonként (ml)
(MATE Karcagi Kutatóintézet, 2018–2021)

Fajta	Tenyészidőszak			Átlag	$\Delta\%$
	2018–2019	2019–2020	2020–2021		
Lotru	61,40	41,10	44,10	48,87	41,54
Leopard	57,70	36,30	42,40	45,47	47,07
Titán	50,60	39,40	36,80	42,27	32,65
KG Berek	52,60	37,70	35,30	41,87	41,32
Átlag	55,58	38,63	39,65	44,62	40,65
SzD _{5%} Fajta	-				-
SzD _{5%} Tenyészidőszak	4,68				-

Következtetések

Őszibúza- és ősziárpa-fajtáink esetében megállapítható, hogy több év átlagát tekintve nagyobb termésbiztonság érhető el több, különböző fajtából álló fajtaportfólió esetén, mint egy ugyanazon fajta használatával. Őszibúza- és ősztritikálé-fajtáink eredményeit illetően megállapítottuk, hogy a nyersfehérje- és nedvessikér-tartalom, illetve a Zeleny-szedimentációs értékek alakulása szorosan együtt mozgott (értelemszerűen).

A jelen írásban bemutatott vizsgálataink alapján a termésmaximumokat tekintve leginkább ajánlható ősziárpa-fajtáink a Kondor és a KG Bendegúz, a terméshozamok és a termésbiztonság együttes figyelembevételével azonban leginkább a KG Magor és a KG Széphalom ajánlható. Beltartalom, minőség szempontjából a legmagasabb és legstabilabb eredményeket egyértelműen a KG Vitéz mutatta. Terméshozam, termésbiztonság, termésminőség és minőségstabilitás együttes szempontjából a KG Széphalom és a KG Kunglória ajánlható leginkább, mint a legkiegyensúlyozottabb fajták az említett tulajdonságok között.

Őszitritikálé-fajtáink közül terméshozam, termésbiztonság, termésminőség és a minőségstabilitás együttes figyelembevételével, és külön-külön tekintve e szempontokat is, a Lotru ajánlható leginkább. A minőség szempontjából számukra kedvezőbb tenyészév során tritikálé-fajtáink olyan nyersfehérje-, nedvessikér- és Zeleny-értékeket mutattak, melyek a malomipar számára őszi búza esetében élelmiszeripari céloknak megfelelő értékeknek számítanak, ezen tritikáléfajták lisztminőségének részletesebb, több különböző évjáraton keresztül történő vizsgálata további kutatások tárgyát képezheti.

Ősziarpa-fajtáink mind egyaránt javasolhatóak terméshozam szempontjából az átlageredmények alapján, a termésbiztonságot is szem előtt tartva azonban egyetlen fajta használata esetén a KG Nagykun javasolható leginkább. Nyersfehérje-tartalmat tekintve egyetlen fajta használata esetén a maximum eredményei alapján szintén a KG Nagykun javasolható leginkább, a nyersfehérje-tartalmat és annak stabilitását is tekintve viszont mindegyik intézeti fajta egyformán ajánlható.

Irodalomjegyzék

- Czibalmos, Á. (2016): Az évjárat hatása az őszi búza egyes értékmérő tulajdonságaira a Nagykunságban. Doktori (PhD) értekezés. Debrecen. Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Doktori Iskola, 166 p.
- Dobránszki, J. – Czibalmos, Á. – Mendlerné, D. N. – Murányi, E. – Sipos, T. – Fazekas, M. – Zsembeli, J. – Vad, A. – Zsombik, L. (2019): Növénynevelés a Debreceni Egyetem agrárkutatóintézteiben és tangazdaságában. In: Karsai I. (szerk.) A magyar növénynevelés az ezredfordulón (1990–2018). Budapest, Agroinform Kiadó, pp. 187–202.
- Fazekas, M. – Lazányi, J. – Chrappán, Gy. – Győri, Z. (2010): Őszi búza (*Triticum aestivum* L.) In: Lazányi J. (szerk.) Növénynevelés és fajtafenntartás az Észak-Alföldi régióban. Debrecen, MTA Debreceni Akadémiai Bizottság, pp. 85–89.
- Fazekas, M. – Lazányi, J. – Chrappán, Gy. (2002a): Őszi búza (*Triticum aestivum* L.) In: Lazányi J. (szerk.) A Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum kutatóhelyein nevelített és fenntartott növényfajták ismertetése. Debrecen, Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, pp. 39–45.
- Fazekas, M. – Lazányi, J. – Chrappán, Gy. (2002b): Őszi árpa (*Hordeum vulgare* L.) In: Lazányi J. (szerk.) A Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum kutatóhelyein nevelített és fenntartott növényfajták ismertetése. Debrecen, Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, pp. 46–47.
- Fazekas, M. – Nagy, B. – Lazányi, J. – Chrappán, Gy. (1993a): Őszi búza In: Lazányi J. (szerk.) A Debreceni Agrártudományi Egyetem kutatóhelyein nevelített és fenntartott növényfajták ismertetése. Debrecen, Debreceni Agrártudományi Egyetem (DATE), pp. 36–40.
- Fazekas, M. – Nagy, B. – Lazányi, J. – Chrappán, Gy. (1993b): Őszi árpa In: Lazányi J. (szerk.) A Debreceni Agrártudományi Egyetem kutatóhelyein nevelített és fenntartott növényfajták ismertetése. Debrecen, Debreceni Agrártudományi Egyetem (DATE), pp. 40–46.
- Jolánkai, M. (2008): Szárazuló szántók. Haszon Agrár Magazin 2: 1 pp. 14–15.
- Lazányi, J. – Puskás, Á. (2010): Őszi árpa (*Hordeum vulgare* L.) In: Lazányi J. (szerk.) Növénynevelés és fajtafenntartás az Észak-Alföldi régióban. Debrecen, MTA Debreceni Akadémiai Bizottság, pp. 93–94.
- MSZ 3430:2008. Búza és búzaliszt. A sikerterület vizsgálata.
- MSZ ISO 3093:1995. Gabonafélék. Az esésszám meghatározása.
- MSZ ISO 5529:1993. A búza szedimentációs indexének meghatározása Zeleny-teszttel.
- MSZ ISO 5530-3:1995. Búzaliszt. A teszt fizikai jellemzői. 3. rész: A vízfelvevő képesség és a reológiai tulajdonságok meghatározása valorigráffal.
- MSZ ISO 5531:1993. A búzaliszt nedvessikér-tartalmának meghatározása.
- Pepó, P. (2010): Növénynevelés. Debrecen, Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Mezőgazdaság- Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Kertészettudományi Intézet, 152 p.
- Sváb, J. (1973): Biometria módszerek a kutatásban. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó, 517 p.
- Zsigrai, G. – Őri, N. (2006): Effect of Long-Term Artificial Fertilisation on Readily Available Element Content of A Meadow Chernozem Soil and on Chemical Composition of Winter Wheat Yield. Cereal Research Communications 34: pp. 721–724.

Zsigrai, G. (2009): Kísérleti eredmények a műtrágyázás, évjáratok, elővetemények hatására eltérő agroökológiai körzetek sajátos körülményeinél.: Karcag In: Debreceni, B-né – Németh, T. (szerk.) Az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek (OMTK) kutatási eredményei (1967–2001) Budapest, Akadémiai Kiadó, 478 p. pp.143–154.

Kétvonalas szemescirok-hibridkombinációk előállítását megelőző vizsgálatok és értékelések

¹Murányi Eszter – ^{1,2}Asbolt Gergő – ¹Zsigrai György – ¹Czimbalmos Róbert

¹Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem Karcagi Kutatóintézet

²Növénytudományi Doktori Iskola, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Összefoglalás: A Karcagi Kutatóintézetben számos alternatív növény fajtafenntartása, nemesítése és vetőmag-előállítása folyik. Az alternatív növények lehetőséget jelentenek a növénytermesztésben, a vetésforgóba jól beilleszthetők, illetve a mezőgazdasági sokféleséget növelik, közülük több másodvetésben is vethető. Napjainkban a takarmánycélú felhasználásuk mellett, ismét tért nyert a humán, étkezési célú felhasználásuk is. A pillangósnövények közül a pannon bükköny, az őszi takarmányborsó, a szegletes lednek; az aprómagvak közül a fénymag, a köles és a mohar fajtáinak fenntartása, vetőmag-előállítása történik az Intézetben. A szemescirok mellett, a szudánifű és a silócirok államilag elismert vonalainak, a vonalakkól előállított hibridjeinek vetőmag-előállítását végezzük. Az Intézet ciroktermesztés-kertjében ezen cirokfajok vonalainak izolálással történő fenntartása (beltenyésztése) és keresztezése történik. A meglévő cirokvonalak lehetőséget adnak a több éves megfigyelés után hibridkombinációk létrehozására. A cél irányított keresztezéssel F1 hibridkombinációk létrehozása. A hibridkombinációk tulajdonságainak vizsgálata a heterózishatás számszerű értékének meghatározásával. Az előállított hibridkombinációk jelenleg állami elismerés alatt álló hibridekkel történő összehasonlítása. A keresztezéshez kiválasztott vonalak legfontosabb figyelembe vett értékmérő tulajdonságok bemutatása a cél.

Kulcsszavak: szemescirok, keresztezés, hibrid, értékmérő tulajdonságok

Bevezetés

Hazánkban a cirokfélék közül elsőként a seprűcirkot termesztették. A takarmánycirok honosítását Magyarországon Surányi János indította el az 1920-as években. Az akkor Amerikából behozott fajták hosszú tenyésztései és gyenge termőképességűek voltak. A ciroknemesítés terén a legnagyobb előrelépés az volt, hogy Stephens és Holland 1952-ben felfedezte a cirok citoplazmás hímsterilitását, így lehetővé vált a hibridek nemesítése, amelyek a pozitív heterózis következtében termőképességben lényegesen felülmúlták a fajtákat. A heterózishatás kihasználásával a kiindulási anyagnál jobb tulajdonságú hibridek előállítása vált lehetővé. Az előnyös változások ellenére a cirok termőterülete nem növekedett számottevően, de a termesztés színvonala emelkedett. Az 1940–50-es években a termesztéssel Bajai Jenő és Kükedi Endre, a nemesítéssel Barabás Zoltán foglalkozott, a munkájuk eredményeként indult meg a takarmánycirok termőhelyi viszonyaink között, megfelelő formáinak tervszerű adaptálása és magyar fajták, illetve hibridek előállítása is. Barabás Zoltán vezetésével az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetében széles körű

ciroknemesítési programot indítottak, melynek eredményeként hazánkban elsőként állítottak elő két- és háromvonalas szemescirok- és szudánifűhibrideket, bizonyítva a vegetatív heterózis jelentőségét a takarmánynövények nemesítésénél. Az első hibrid szemescirokok 1962-ben kerültek köztermesztésbe. A takarmánycirok nagyüzemi termesztése az 1970-es évek közepén az Ócsai Cirok Termelési Rendszer szervezésében indult meg. A FAOSTAT adatai szerint (1. táblázat) a hazai ciroktermesztést mind a vetésterület és a termésátlag nagyságának szempontjából nagy ingadozás jellemzi, az utóbbi években ismét jelentősen nőtt a cirok vetésterülete.

1. táblázat: A cirok vetésterületének (ha), termésmennyiségének (t) és termésátlagának alakulása Magyarországon (1961–2020)

Év	Vetésterület (ezer ha)	Termésátlag (t ha ⁻¹)	Termésmennyiség (ezer t)
1961–1970	4,0	1,3	4,9
1971–1980	5,9	2,2	12,5
1981–1990	9,8	3,2	28,9
1991–2000	8,0	2,0	17,4
2001–2010	3,8	2,4	9,1
2011–2020	9,3	3,8	39,8

Forrás: FAOSTAT, 2022

A hibrid szudánifű nemesítését a DATE Kutatóintézetében Bács Barna kezdeményezte a martonvásári nemesítési anyag felhasználásával, majd 1977-ben Lazányi János folytatta, akinek munkatársaival sikerült több szudánifűhibridet előállítani (Chrappán et al. 1993). Martonvásáron elsősorban szudánifű és silócirok nemesítésével foglalkoztak. A takarmánycirokok nemesítését 1990 és 2006 közt Chrappán György irányította. Nevükhöz fűződik a Hybar MV 301 (1964), **Bovital** (1984), Avangard (1992) (ma ismert nevén **Gardavan**), Zefír (1989), Ágnes (1993), **KST 1011** (1991) szudánifű-, a **Berény** (1997) silócirok-, valamint a **Zádor** (1998) és **Albíta** (2001) szemescirokhibridek nemesítése (Dobránszki et al. 2019).

Bányai (1968) szerint a cirok a környezeti tényezőkre igen érzékeny, az egyes évjáratok agrobotanikai összehasonlítása alapján megállapította, hogy ugyanazon fajtnál jelentős eltérések mutathatók ki. Az évjáratok közötti eltéréseket időjárási, talajtani és agrotechnikai tényezők okozhatják. A cirkot a fejlődésében visszaveti, ha a kezdeti fejlődési időszakában száraz az időjárás. A bugahányáshoz a fajtára jellemző hőmennyiség szükséges. A bugahányás a buga csúcsának megjelenésétől a teljes buga megjelenéséig tart. A virágzás fenofázisa az első portokok megjelenésétől az utolsó portok megjelenéséig tart. A cirok formagazdagságát legjobban a buga tükrözi. Barabás és Bányai (1985) szerint a ciroknak végálló bugavirágzata van. A másod-, harmadrendű oldalágakon ülnek a kocsány nélküli, hímnős virágok. Mindegyik hímnős virág közvetlen közelében 1 vagy 2 kocsányos hím-, illetve fejletlen virág fejlődik. A legelső virág a legfelső bugaág csúcsán nyílik ki. A buga virágzása ezután felülről lefelé és kívülről befelé halad. Egy buga virágzása 6-15 napig is eltarthat, a buga nagyságától, a hőmérsékeltől és a fajtától függően. Reddy (2017) szerint a cirok elsődlegesen öntermékenyülő növény, az idegen-termékenyülés mértéke csak 2–10% lehet.

A termést befolyásoló tényező a buga- és az ezerszemtömeg Bányai (1968). A bugatömeg nemcsak termőhely szerint, hanem növényenként is változó tulajdonság. A buga tömegét a benne levő szemek száma, a szemek ezerszemtömege, a bugatengely és az oldalágak, azonkívül a pelyvák együttes tömege határozza meg. Az, hogy a bugában mennyi a szemek száma, függ a virágok számától és a megtermékenyülés mértékétől. A virágok száma 2000 és 4000 között változhat (Reddy, 2017).

Józsa (1976) szerint a szemescirok nemesítési céljai a tenyészidő csökkentése, a termőképesség növelése az érési csoport határain belül, az alacsony és szilárd szár, kiegyenlítettség, felálló buga, laza bugaszerkezet, hosszú és levél nélküli buga alatti szárrész, a betegségekkel szembeni ellenálló képesség növelése, valamint a beltartalmi érték javítása. Ezek a nemesítési célok napjainkban is elsődlegesek. A szemescirok-nemesítésben a heterózishatás felhasználása az elsődleges módszer, amellyel kétvonalas hibridek állíthatók elő. Lazányi (1978) szerint a heterózis elnevezést 1914-ben Shull vezette be. A heterózis a heterozigóta (hibrid) szervezet fölénye a homozigóta szülőkkel szemben. Ez a fölény a szülők egy vagy több tulajdonsága tekintetében nyilvánulhat meg.

Anyag és módszer

Az évente kialakított tenyészkeretben összesen 152 beltenyésztett szemescirok-restorervonal (fertilítást visszaállító „R” vonal) fenntartása történik a Karcagi Kutatóintézetben. Ezek a beltenyésztett restorervonalak („R”) adják a hibridkombinációk előállításának egyik alapját. A hibridkombinációk előállításához szükség van még hímsteril anyavonalakra („A”) és az anyavonal hímsterilitását fenntartó beltenyésztett apavonalakra („B”) (2. táblázat). A szemescirok-hibridkombinációk előállításához jelenleg két anyavonalat használunk fel, az egyik korai, a másik kései érési csoportba tartozik. Termesztési szempontból hazai viszonyaink között a korai hibridek beérése biztosított (szeptember közepére-végére). A kései hibridek beérése bizonytalan, kitolódhat október közepére-végére, amikor már az időjárási feltételek nem kedvezőek az érés, betakarítás szempontjából. Elsődleges cél a korai érési csoportba tartozó hibridkombinációk előállítása és vizsgálata.

A szemescirokhibridek kétvonalasak, így az „A” és az „R” vonal keresztezéséből származik az F1 hibrid. A hímsteril anyavonalak („A”) és az anyavonal hímsterilitását fenntartó beltenyésztett apavonalak („B”) keresztezésével lehetőség van új anyavonalak előállítására, amely visszakeresztezéssel hat évet vesz igénybe. A visszakeresztezés során a keresztezni kívánt vonal (fajta) eredeti genotípusa megmarad, a másik vonalból (fajta, keresztezési partner) csak az értékes tulajdonságokat vesszük át az eredeti vonalba. A keresztezés a homozigóta-állapot eléréséig tart.

2. táblázat A szemescirovonalakkal végzett keresztezések

Keresztezés		A keresztezés eredménye	
„A” (hímsteril anyavonal)	x	„B” (hímsterilitást fenntartó beltenyésztett apavonal)	= „A” (hímsteril anyavonal)
„A” (hímsteril anyavonal)	x	„R” (fertilitást visszaállító beltenyésztett vonal)	= „A” x „R” = F1 kétvonalas hibrid
„A” (hímsteril anyavonal)	x	„B” (hímsterilitást fenntartó beltenyésztett apavonal)	= Több éven át (6 év) új „A” (hímsteril anyavonal)

A tenyészkertben ezek a vonalak hámosoros parcellákban (a, b, c sor) vannak kivétel 4,5 m parcellahosszon, 45 cm sortávolság mellett. Az elővetemény a Kutatóintézet vetésforgójától függően minden tenyészévben eltérő. A vetés időpontja május eleje-közepére (május 5–15), a betakarítás időpontja szeptember közepére-végére (szeptember 15–25) tehető az időjárási körülményektől függően. A vetés után a talaj lezárása hengerrel történik. A tenyészkert gyommentessége érdekében a cirok gyökérváltása után a sorközöket kultivátorral, és ha szükséges kapával, az utakat talajmaróval gyomtalanítjuk. Vegyszeres gyomirtásra csak a végső esetben kerül sor, amely a kétszikű gyomok elleni vegyszeres védekezést foglalja magába. A kártevők közül a levéltetvek okozhatnak nagyobb problémát, a legtöbb évben az ellenük való vegyszeres védekezés indokolt volt.

A bugahányás idején a cirokbugákat egyenként izoláljuk (1. ábra), a cirokvonalak homozióta-állapotának biztosítása érdekében folyamatos beltenyésztést végzünk. A parcellák a, b, c soraiban egy-egy bugát izolálunk, ez tulajdonképpen szelekciót is jelent, mivel a legéletképesebb, legjobb egyedek kiválasztására törekszünk.



1. ábra: Cirok tenyészkert részlet Karcag, 2017

Az izolálásra nátronpapír tasakot használunk alapesetben, azonban a 2022. évben a csapadékhiány nagyon visszavetette a cirok fejlődését, ezért az idei évben celofánt használtunk izolálásra. Az izoláció a természetes körülmények között virágzó és érő cirokbugákhoz képest torzítja az eredményeket.

A keresztezésekkel előállított szemtermés-mennyiségek viszonylag kevesek, ez megnehezíti a hibridkombinációk több parcellán, ismétlésekben történő kivetését, illetve vizsgálatát. A cirokvonalak között megtalálhatók a nagyon korai (37 db vonal), a korai (88 db vonal), a közép- (18 db vonal) és a kései (9 db vonal) vonalak is. A tenyésztidőszak során feljegyeztük a kelés, a bugahányás kezdetének, a virágzás kezdetének és végének időpontját. Az adatokból az egyes éréscsoportokhoz érési intervallumok képezhetők (2. táblázat), így a vonalak besorolhatóvá váltak az egyes érési kategóriákba.

A 2016., 2017. és 2018. évben minden vonalról leíró feljegyzés készült: a növénymagasság (cm), szárszilárdság, a bokrosodás és oldalhajtásképzés, a levélszám (db), a pelyva- és a szemszín, a bugaalak és -tömöttség, a buganyakhosszúság (cm) és a szálla jelenléte az állományban felvételezésre került. Az alábbi tulajdonságok egy része genetikailag meghatározott tulajdonság, más részére jelentős hatást gyakorol az évjárat sajátossága. A tenyésztidőszak végén az izolált bugákat betakarítjuk. Meghatározzuk a bugák legfontosabb tulajdonságait a buga hosszát és szélességét (cm), a szemtermést (buga/g) és az ezerszemtömeget (g).

A 2017. és 2018. évben a vonalak bizonyos fenológiai stádiumaiban a növények fejlődésének nyomon követése érdekében fotók készültek minden egyes vonalról.

A legfontosabb értékmérő tulajdonságokat figyelembevéve értékeltük a szemescirokvonalakat (3. táblázat).

3. táblázat: A szemescirok legfontosabb értékmérő tulajdonságai

Tulajdonság	Kategória
Bugahányás kezdete – érési csoport (nap)	<59 nap – nagyon korai 59–65 nap – korai 66–73 nap – közepes 74–82 nap – kései
Növénymagasság (talajtól a buga csúcsáig, cm)	<70 cm – nagyon rövid 70–120 cm rövid 121–170 cm – közepes
A növény produktív bokrosodása (db)	0 db – hiányzik 1,1–2,0 – gyengén >4 db – nagyon sok
Szárszilárdság, állóképesség	>50% dőlt meg – nagyon erős
A buga tömötsége	nagyon laza laza közepes tömött nagyon tömött
A buganyak hossza a zászlólevél felett (cm)	0–2 cm – hiányzik vagy nagyon csekély 3–5 cm – csekély (rövid) 6–10 cm – közepes 10–14 cm – hosszú >14 cm – nagyon hosszú
Ezerszemtömeg (g)	<10 g nagyon alacsony 10–20 g alacsony 21–30 g – közepes 31–40 g – magas >40 g – nagyon magas

Az értékmérő tulajdonságok (érés csoport, növénymagasság (cm), ezerszemtömeg (g), szemszín), alapján megtörtént a vonalak különböző kategóriákba sorolása. A kategóriákból azokat a vonalakat választottuk ki, amelyek a nemesítési céloknak leginkább megfeleltek, az alábbi paramétereken kívül a szemszínt is figyelembe vettük.

Eredmények és értékelésük

Az érés csoport meghatározásához a vetés és a bugahányás kezdetének időpontja közötti időtartamot vettük figyelembe. A bugahányás kezdete az, amikor a bugák 50%-a megjelenik. A vonalakat az első buga megjelenésétől az utolsó buga megjelenéséig érésiintervallum-csoportokba soroltuk be (4. táblázat). A buga kialakulásának időpontja évenként változhat, a bugahányáshoz a vonal igényeinek megfelelő hőmennyiség szükséges.

4. táblázat: A szemescirokvonalak érés csoport-besorolása (Karcag, 2016, 2017, 2018)

Érés csoport	Bugahányás időpontjának intervalluma (nap)		
	2016	2017	2018
Nagyon korai (37 vonal)	<57	<47	<52
Korai (88 vonal)	58–64	48–54	53–60
Közepes (18 vonal)	65–71	55–61	61–67
Kései (9 vonal)	72–78	62–68	68–75
Nagyon kései	79<	69<	76<

A buganyak hossza – a betakarítás szempontjából fontos jellemző – a nagyon korai vonalaknak 23 cm, a koraiaknak 20 cm, a közepeseknek 13 cm, míg a késeiknek 10 cm volt átlagosan a 2017. évben. A növénymagasság szintén a kései érési csoport felé haladva (100–150 cm között változik) csökken, míg a levelek száma (4–12 db levél növény⁻¹) nő, a kései vonalak levelesebbek. Az eltérő érés csoport-kategória nagy hatást gyakorol a növény habitusára. Feljegyzésre került még a vonalak megdőlésre való hajlamossága, amely vonal több évben parcellaszinten >50% megdőlt, kizártuk a keresztezésre kijelölt vonalak közül. A sarjadzóképeség és az oldalhajtáshozásra való hajlamosság is fontos tulajdonság, a sarjbugák megjelenése elhúzódóvá teszi az állomány egyöntetű érését.

Az érés folyamatában szerepet játszik a buga tömörségének alakulása, a lazább, közepesen tömött bugák jóval hamarabb beérnek, mint a tömött bugák. A bugánként mért szemszám és az ezerszemtömeg között negatív összefüggés mutatható ki. Minél több egy bugában a szem, annál kisebb a szem és a szemek ezerszemtömege.

A 5. táblázat adatai mutatják, hogy a bugánként mért szemtermés viszonylag tág határok között változik, ez az izoláció torzító hatásának tudható be. A 2016. évben 0,7 és 72,2 g; a 2017. évben 1,4 és 40,1 g; a 2018. évben 1,1 és 75,7 g között változott a különböző érési csoportokban a bugánként mért szemtermés.

5. táblázat: A szemtermés (g buga-1) alakulása a különböző érési csoportokban (Karcag, 2016, 2017, 2018)

Érési csoport	Év	2016	2017	2018
Nagyon korai (37 vonal)	Átlag	11,0	13,3	18,4
	Intervallum	0,7–22,2	2,5–28,3	2,4–37,8
Korai (88 vonal)	Átlag	14,9	19,4	30,2
	Intervallum	2,2–32,3	4,8–35,1	4,4–70,3
Közepes (18 vonal)	Átlag	22,9	20,9	45,6
	Intervallum	1,0–45,8	12,9–29,7	14,2–75,7
Kései (9 vonal)	Átlag	38,9	17,4	41,9
	Intervallum	17,5–72,2	1,4–40,1	1,1–64,9

A 6. táblázat tartalmazza a mért ezerszemtömegeket, mely évjárattól függően 8 és 39 g között változott. A közepes (21–30 g) és a magas (31–40 g) ezerszemtömegű vonalakat választottuk ki keresztezési párnak.

6. táblázat: Az ezerszemtömeg (g) alakulása a különböző érési csoportokban (Karcag, 2016, 2017, 2018)

Érési csoport	Év	2016	2017	2018
Nagyon korai (37 vonal)	Átlag	23	24	26
	Intervallum	13–36	16–39	14–37
Korai (88 vonal)	Átlag	22	20	22
	Intervallum	11–39	8–33	9–39
Közepes (18 vonal)	Átlag	26	23	25
	Intervallum	17–34	13–28	14–37
Kései (9 vonal)	Átlag	28	25	23
	Intervallum	21–34	16–32	18–29

Következtetések

A tenyészkertben fenntartott cirokvonalak jelentős genetikai bázist, valamint potenciált jelentenek a nemesítési munka szempontjából. A cél a nemesítési célok szempontjából megfelelő restorervonalak kiválasztása az eddigi rendelkezésre álló adatok felhasználásával, valamint az idei, 2022. év időjárási szélsőségeinek a vonalakra gyakorolt hatásának meghatározásával, illetve figyelembevételével.

Az első legfontosabb feladat a szemescirokvonalak éréscsoportokba besorolása volt, amely alapján 37 nagyon korai, 88 korai, 18 közepes és 9 kései vonalat különítettünk el. Az eltérő éréscsoport-kategória nagy hatást gyakorol a növény habitusára. A buganyak hosszának átlagos alakulása a nagyon korai vonalaknál 23 cm, a koraiaknál 20 cm, a közepeseknél 13 cm, míg a

késeiknél 10 cm körüli volt a 2017. évben. A növénymagasság szintén a kései érési csoport felé haladva (100 és 150 cm között változik) csökken, míg a levelek száma (4–12 db levél növény⁻¹) nő, a kései vonalak levelesebbek. Az oldal- és a sarjbugák megjelenése elhúzódóvá teszik az állomány egyöntetű érését, így a szemesciroknál nem előnyös tulajdonság a sok sarj, illetve képzése.

A keresztezési párnak szánt vonalak kiválasztása során nagyon fontos volt a bugaparaméterek alakulása. Az érés folyamatában szerepet játszik a buga tömörségének alakulása, a lazább, közepesen tömött bugák jóval hamarabb beérnek, mint a tömött bugák. A szemszám és az ezerszemtömeg között negatív összefüggés mutatható ki, azaz minél több egy bugában a szem, annál kisebb a szem és a szemek ezerszemtömege. A bugánkénti szemtermés (2016. év: 0,7–72,2 g buga⁻¹; 2017. év: 1,4–40,1 g buga⁻¹; 2018. év: 2,4–75,7 g buga⁻¹) és az ezerszemtömeg (2016. év: 11–39 g; 2017. év: 8–39 g; 2018. év: 9–39 g) tág tartományon belül változott a különböző éréscsoportokban.

Irodalomjegyzék

- Bányai L. (1968): Cirok fajtagyűjteményben végzett morfológiai és fenológiai vizsgálatok eredményei. Agrobotanika. Tápiószéle, Országos Agrobotanikai Intézet, pp. 155–170.
- Barabás Z.–Bányai L. (1985): A cirok és a szudánifű. Magyarország Kultúrflórája IX. Budapest, Akadémiai Kiadó.
- Chrappán Gy. – Fazekas M. – Lazányi J. (1993): Cirok. In: A Debreceni Agrártudományi Egyetem Kutatóhelyein nemesített és fenntartott növényfajták ismertetése. Debrecen, Debreceni Agrártudományi Egyetem, pp. 52–57.
- Dobránszki J. – Czimbalmos Á. – Mendlerné Drienyovszki N. – Murányi E. – Sipos T. – Fazekas M. – Zsembeli J. – Vad A. – Zsombik L. (2019): Növény-nemesítés a Debreceni Egyetem agrárkutatóintézeteiben és tangazdaságában In: Karsai I. (szerk.) A magyar növény-nemesítés az ezredfordulón (1990–2018) Budapest, Agroinform Kiadó, pp. 187–202.
- Józsa L. (1976): A takarmánycirok termesztése és felhasználása. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó, 22 p.
- Lazányi E. (1978): A hibridek életképessége. Korunk 11. pp. 959–963.
- Reddy P. S. (2017): Sorghum, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. In: Patil J. V. Millets and sorghum. Biology and genetic improvement. Wiley Blackwell. pp. 1–33.

Karcagi nemesítésű növényfajták termesztéstechnológiájának továbbfejlesztése, az abiotikus stressz elleni védelem újszerű lehetőségeinek vizsgálata

¹Zsigrai György – ^{1,2}Asbolt Gergő – ¹Murányi Eszter – ¹Czimbalmos Róbert

¹Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem Karcagi Kutatóintézet

²Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem Növénytudományi Doktori Iskola

Összefoglalás: A klímaváltozás már bekövetkezett, illetve a jövőre vonatkozóan prognosztizált következményei jelentős kihívások elé állítják a mezőgazdasági termelőket a hazai agrárágazat szinte valamennyi szegmensében. Különösen igaz ez a szabadföldi körülmények között tenyésztő növények produktívitasán alapuló szántóföldi és kertészeti növénytermesztés, a gyepgazdálkodási, illetve erdészeti tevékenységek esetében, ahol az utóbbi évtizedekben az egyes termőhelyek agroökológiai viszonyaiban korábban soha nem tapasztalt ütemű változások következtek be. A módosult klimatikus viszonyok az alkalmazott termesztéstechnológiák továbbfejlesztését teszik szükségessé, ami főként az okszerű vetésváltásban, a helyes fajtamegválasztásban, a vetési időpontok módosításában, a nedvességtakarékos talajművelésben, a termőhely- és fajtaspecifikus tápanyag-gazdálkodásban, a szakszerű stressz megelőzésben és stresszkezelésben rejlő lehetőségek kihasználásával teremt újszerű módszereket a klímaváltozás káros hatásait megelőző, illetve mérséklő, a sikeres alkalmazkodást biztosító, fenntartható és nem utolsó sorban jövedelmező növénytermesztési gyakorlat megvalósítása számára. E szükségszerűséget felismerve, 2022-ben a MATE Karcagi Kutatóintézet Növénytermesztés és Fajtafenntartási Osztályán megkezdtek az intézményben nemesített és fenntartott növényfajták termesztéstechnológiáinak felülvizsgálatát és az egzakt kísérleti eredményeken alapuló továbbfejlesztésükre irányuló kutatómunkát a klímaváltozás következményeihez történő alkalmazkodás tudományos megalapozása céljából. Az ennek keretében 2022. évben őszi búza- és szemes cirok-állományokban végzett tőszám-, talaj- és permetező trágyázási, növénykondicionálási kísérleteket szeretnénk bemutatni. Mivel a kísérletek jelenleg még folyamatban vannak, elsősorban a vizsgálatok indokoltságának, módszertanának és a várt eredmények hasznosíthatóságának ismertetésére helyeztük a hangsúlyt. Reményeink szerint a több éves eredmények birtokában lehetőségünk nyílik az intézeti nemesítésű növényfajták termesztéstechnológiájának továbbfejlesztésére, ami hozzájárulhat a fajták termelési sikerességének a megváltozott környezeti feltételek melletti fenntartásához, illetve növeléséhez.

Kulcsszavak: klímaváltozás, szántóföldi növénytermesztési technológiák továbbfejlesztése, abiotikus stressztűrés, tőszám, tápanyagellátás, növénykondicionálás

Bevezetés, a kutatási projekt indoklása

A klímaváltozás főbb hazai, illetve térségi következményei

A klímaváltozás már bekövetkezett, illetve a jövőre vonatkozóan prognosztizált, hazai következményei jelentős kihívások elé állítja a mezőgazdasági termelőket az agrárágazat szinte valamennyi szegmensében. Különösen igaz ez a szabadföldi körülmények között tenyésztő növények produktivitásán alapuló szántóföldi és kertészeti növénytermesztés, a gyepgazdálkodási, illetve erdészeti tevékenységek esetében, ahol az utóbbi évtizedekben az egyes termőhelyek agroökológiai (elsősorban hőmérséklet-, fény- és csapadék-) viszonyaiban korábban soha nem tapasztalt ütemű, természetes okokkal már nem magyarázható változások következtek be. Az éghajlatváltozás hazai következményeivel foglalkozó szakirodalmi források nagy száma egyértelműen jelzi a téma fontosságát és kiemelkedő társadalmi-gazdasági jelentőségét. E források részletes ismertetése túlmutat e közlemény keretein, ezért csak felsoroló jelleggel teszünk említést Mika (1988), Bartoly és Matyasovszky (1998), Láng et al. (2007), Bihari et al. (2008), Konkolyiné et al. (2008) e téren kifejtett munkásságáról, a teljesség igénye nélkül. A hazánk területén bekövetkezett éghajlati változásokat vázlatosan Lakatos és Bihari (2011), illetve Lakatos et al. (2018) tanulmányaiban foglaltak alapján szeretnénk bemutatni.

Az 1901 és 2009 közötti időszak éves középhőmérsékleteinek alakulása terén Lakatos és Bihari (2011) határozott, szignifikáns növekedési trendet tapasztalt, melynek eredményeként az országos évi középhőmérséklet a XX. század első évtizedének végére 0,99 °C-kal növekedett. Megállapították azt is, hogy az 1980 és 2009 között a hőmérséklet-emelkedés felgyorsult, annak mértéke meghaladta az 1,50 °C-ot. Lakatos és munkatársai (2018) pedig az 1901 és 2016 közötti időszakban hazánk területén bekövetkezett éghajlatváltozásról készített tanulmányukban a levegő éves középhőmérsékletének növekedését 1,62 °C-ban állapították meg. A bekövetkezett változások Magyarország egyes tájait eltérő mértékben érintették, azaz alakulásukban határozott térbeli mintázat figyelhető meg, a középhőmérséklet növekedése az ország észak-keleti térségeiben volt a legjelentősebb (1,70–1,80 °C). A térbeli eltérések mellett az egyes évszakok középhőmérsékletének változásában is tapasztaltak a szakemberek különbségeket (1. táblázat).

1. táblázat: Az országos évszakos középhőmérséklet (°C) növekedése eltérő időszakokban

Évszak	1901–2016	1981–2016
Tavaszi	1,28	1,50
Nyár	1,20	1,97
Ősz	0,83	1,26
Tél	0,97*	1,90*
Éves összesen	1,10	1,62

(Forrás: OMSZ – Lakatos et al., 2018) *= statisztikailag nem igazolható változás

A legmarkánsabb hőmérséklet-növekedés a nyári időszakban következett be, amelyhez viszonyítva a tavaszi és az őszi hónapokban mért melegedés kisebb mértékű volt. A téli hónapokban tapasztalt változások pedig statisztikai szempontból bizonytalannak mutatkoztak. Mindkét tanulmány szerzői megállapították, hogy a hőmérsékleti szélsőségek mértékének, illetve gyakoriságának változásai is szoros összefüggésben állnak az éghajlatváltozással. A meleg hőmérsékletekkel kapcsolatos rekordok száma növekvő, a hideg hőmérsékletekkel kapcsolatosoké pedig csökkenő tendenciát mutat. Ennek megfelelően hazánkban a fagyos napok (napi minimum-hőmérséklet $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$) száma az 1901 és 2016 közötti időszakban 16-tal mérséklődött, a hőségnapok (napi maximum-hőmérséklet $\geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$) száma 11-gyel, a hóhullámos napoké (napi középhőmérséklet $\geq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$) pedig 6,3-del növekedett az OMSZ mérései szerint (Lakatos et al., 2018).

Az OMSZ mérési adatai (2. táblázat) alapján Lakatos et al. (2018) megállapította, hogy az 1901 és 2016 közötti időszakban az éves csapadékmennyiség hazai országos átlaga ugyan tendenciaszerűen csökkent (-4,6%), a változás mértéke terén kifejezett időbeli, illetve térbeli változékonyság tapasztalható. Az átlagos csapadékmennyiség csökkenése tavasszal (-17,2%), illetve ősszel (-12,3%) a legnagyobb mértékű. A nyári és a téli hónapok ugyanakkor némiképp csapadékosabbakká váltak, mint a múlt század elején, de ez a változás nem igazolható egyértelműen. A szárazodás elsősorban Dél-nyugat- és Kelet-Magyarországon, illetve a Viharsarok térségében következett be.

2. táblázat: Az országos évszakos csapadékösszegek (mm) változása az 1901 és 2016 közötti időszakban

Évszak	Változás (%)
Tavaszi	-17,2
Nyári	6,6*
Őszi	-12,3*
Téli	8,3*
Éves összesen	-4,6*

(Forrás: OMSZ – Lakatos et al, 2018) * = statisztikailag nem igazolható változás

A szerzők megállapították továbbá, hogy amíg az 1901 és 2016 közötti időszakban átlagosan 20-szal csökkent a csapadékos napok száma, addig a 20 mm-t meghaladó csapadékos napok gyakorisága 1,3-mal, a nyári időszak átlagos napi csapadékintenzitása pedig 1,6 mm/nap értékkel növekedett. Mindez azt jelzi, hogy a csapadék a korábbiakhoz viszonyítva csökkenő számú, de jelentősen növekvő intenzitású események (záporok, zivatarok) formájában érkezik az adott területre, amely változási trend érvényesülésére a jövőben is számítanunk kell. Lakatos és Bihari (2011) is megállapította, hogy hazánkban a csapadék a hőmérséklethez képest térben és időben változékonnyabb éghajlati jellemző, amelynek mennyisége az alsó légkör melegedésének hatására a mediterrán térségekhez hasonlóan egyre inkább csökken. Az egyes termőterületek vízmérlege romlik a hőmérséklet emelkedésével járó párolgásnövekedés, valamint a csökkenő számú, de növekvő intenzitású záporok formájában a felszínre érkező csapadékok kedvezőtlenebb talajba szivárgása és hasznosulása következtében.

A klímaváltozás főbb szántóföldi növénytermesztési hatásai, termesztéstechnológiai kihívásai

A mezőgazdaság az éghajlatváltozás hatásainak leginkább kitett gazdasági ágak egyike (Niles et al., 2015). A változó klimatikus viszonyok közvetlen hatásának tekinthető világviszonylatban és hosszabb távon a termőterületek nagyobb földrajzi szélességek, illetve tengerszint feletti magasságok irányába történő tolódása (Harnos, 2005; Olesen et al., 2007), és a csapadék éves, valamint évszaki eloszlásának megváltozása, és végül, de nem utolsósorban az időjárási szélsőségek (talaj és légköri aszály, esőzések, jégverés, széltörés, extrém hőmérséklet és napsugárzás stb.) gyakoriságának növekedése (Li et al., 2010). A közvetett hatások között az újabb kórokozók és kártevők megjelenése, a tengerszint emelkedése, valamint a vízkészletek beszűkülése említhető a teljesség igénye nélkül.

Az éghajlatváltozás káros mezőgazdasági hatásokkal is rendelkező hazai következményeinek számbavétele, az azok elleni védekezés lehetőségeinek feltárása, illetve a védekezési stratégiák kidolgozása céljából kezdeményezte 2003-ban a Magyar Tudományos Akadémia és a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium a Változás – Hatás – Válaszadás (VAHAVA) elnevezésű kutatási projekt megvalósítását, amelynek eredményeit Láng et al. (2007) foglalta írásba zárójelentés formájában. A dokumentum összegzést tartalmaz a klímaváltozás magyar sajátosságairól, alkalmazkodási javaslatokat fogalmaz meg a társadalmi-gazdasági élet számos ágazatára (pl. energetika, egészségügy, mezőgazdaság, erdőgazdálkodás, vízgazdálkodás, közlekedésügy) vonatkozóan. A növénytermesztés terén a talajművelést, az öntözéses gazdálkodást és a termesztéstechnológia egyéb elemeinek továbbfejlesztését helyezték az alkalmazkodási stratégia fókuszába. A megvalósított termesztéstechnológiával szemben lényeges elvárás a termőhelyi adottságokhoz és a termesztett növények ökológiai igényeihez való alkalmazkodás. Nagy jelentőséggel bír a szárazsághoz, illetve egyéb időjárási szélsőségekhez alkalmazkodó fajták nemesítése és köztermesztésben történő elterjesztése, a növénytermesztés szerkezetének módosítása, valamint az okszerű vetésváltásból származó előnyök hatékonyabb kihasználása is.

Hazai viszonylatban a klímaváltozás és a szántóföldi növénytermesztés közti kapcsolat terén Harnos (2005) a csapadék- és a hőmérsékleti viszonyok alakulását, valamint a földhasználat módjának jelentőségét emelte ki. Amíg kedvező, a termesztett növényfaj igényeinek megfelelő mennyiségű és eloszlású csapadék esetén optimális növekedésre, kimagasló mennyiségű és minőségű hozamokra számíthatunk, addig mind az elégtelen, mind pedig a túlzott vízellátás kisebb-nagyobb hozamcsökkenéssel és termésminőség-romlással jár. A szerző véleménye szerint 2 °C hőmérséklet-növekedés hazánkban a mediterrán térségre jellemző klimatikus (csapadék-, hőmérséklet-) viszonyok kialakulását és a növénytermesztési technológiák jelentős módosítását eredményezné. A szárazabb viszonyokhoz történő alkalmazkodás ilyen vonatkozásban alapvető jelentőségű a jövő szántóföldi növénytermesztési gyakorlatában is.

A növekvő hőmérséklet következtében a vegetációs időszak hossza növekszik, módosul a növények fenológiája, amit a termesztett kultúra korábbi vetése, gyorsabb növekedése és fejlődése, azaz az egyes fenofázisok lerövidülése és a korábbi érés, illetve betakarítás is fémjelez (Erdélyi, 2008; Lobell és Field, 2007). A talajok biológiai aktivitása, anyagforgalma élénkül (többlet trágyaigény), egyes kórokozók, kártevők felszaporodására lehet számítani (feszesebb növényvédelem).

A hozamok klímaváltozás hatására a jövőben bekövetkező módosulására vonatkozó előrejelzések növényfajonként és termőközrözetként változóak, de a megegyező földrajzi térségekre

vonatkozó modellszámítások eredményei sem minden esetben egyértelműek. Jól példázza ezt, hogy míg a hazai szántóföldi növénytermesztés terén kiemelkedő jelentőségű gabonafélék esetében Fodor et al. (2014) 30%-os hozamcsökkenést és a termésátlagok nagyobb ingadozását prognosztizálták hazánkban a következő évtizedekre a hőmérséklet növekedése és a csapadék mennyiségének csökkenése következtében, addig Dobor et al. (2016) modellszámításai évtizedenként 0,07 t/ha termésnövekedés bekövetkeztét valószínűsítik a dél-keleti országrészek kivételével.

A fentiek alapján jól érzékelhető, hogy a megváltozott klimatikus viszonyok az alkalmazott termesztéstechnológiák továbbfejlesztését teszik szükségessé, ami főként az okszerű vetésváltásban, a helyes fajtamegválasztásban, a vetési időpontok módosításában (Erdélyi, 2008), a nedvességtakarékos talajművelésben, a termőhely- és fajtaspecifikus tápanyag-gazdálkodásban, a szakszerű stressz megelőzésben és stresszkezelésben rejlő lehetőségek kihasználásával teremt újszerű módszereket a klímaváltozás káros hatásait megelőző, illetve mérséklő (Alexandrov, 1997; Mika, 2011), a sikeres alkalmazkodást biztosító, fenntartható és nem utolsó sorban jövedelmező növénytermesztési gyakorlat megvalósítása számára. Harnos (2007) ugyanakkor megállapította, hogy amennyiben a genetikai, illetve agrotechnikai előrehaladás nem képes a romló klimatikus körülmények kedvezőtlen hatásának kompenzációjára, akkor csökkenő hozamokkal kell számolnunk.

Az okszerű tápanyagellátás és a növénykondicionálás szerepe a növények stressztűrő képességének fokozásában

Optimális környezeti viszonyok mellett a gazdasági növények élettani folyamatai zavartalanul lejátszódhatnak, a növekedésük, fejlődésük és termésképzésük kedvező. Amennyiben valamely környezeti tényező intenzitása az optimális tartományon kívül esik, a növények élettani funkciói a kialakuló stresszállapot következtében kisebb-nagyobb mértékű zavart szenvedhetnek, a teljesítményük rendszerint elmarad a potenciálisan elérhető értékektől (Szigeti, 2013). A stresszállapotot kiváltó környezeti tényezők (stresszorok) az alábbiak szerint csoportosíthatók:

1) Természetes

» Abiotikus:

- tápelemek hiánya,
- tápelemek káros többlete,
- magas vízdoldható sótartalom a gyökérzónában (sóstressz),
- felvehető vízkészlet korlátozott mennyisége (talajaszályság/szárazság/vízstressz),
- szélsőségesen alacsony hőmérséklet (fagykár),
- szélsőségesen magas hőmérséklet (hőstressz),
- hirtelen fagyhatás a tenyészidőszak során (késő tavaszi, illetve kora őszi fagykár)

» Biotikus:

- fitopatogén vírusok, baktériumok, gombák,
- állati kártevők (pl. fonálférgesek, csigák, rovarok, atkák, gerinces kártevők),
- gyomok.

2) Mesterséges (az emberi tevékenységhez kapcsolódnak)

- légszennyezés,
- talajsavanyúság,
- nehézfém-szennyezés,
- extrém intenzitású UV-sugárzás (napégés),
- természetidegen vegyületek jelenléte,
- extrém időjárás (jégverés, viharkár stb.).

Wang et al. (2003) vizsgálatai szerint az abiotikus stresszorok a kukorica esetében több mint 60%-os, a búzában pedig akár a 80%-ot meghaladó termés kiesést is okozhatnak. Valamely stresszor hatására kialakuló stresszhelyzetre adott általános növényi válaszreakció első fázisa az úgynevezett vészreakció, ami a stresszhatás alatt álló növények élettani folyamatainak zavarai, illetve vitalitásának csökkenésében nyilvánul meg (Lichtenthaler, 1996). Kellő mértékű rezisztencia megléte esetén a növények képesek alkalmazkodni az új körülményekhez (akklimatizáció), és megindul a válaszreakciók második, úgynevezett ellenállási fázisa, amely során az élettani folyamatok újra a normális kerékvágásnak megfelelően zajlanak (Körner, 2013). Amennyiben a stresszhatás mértéke, illetve időtartama a növények alkalmazkodóképessége által szabott határokat túllépi, megkezdődik a válaszreakciók harmadik, a növények visszafordíthatatlan károsodását, illetve pusztulását eredményező **kimerülési szakasza** (Lichtenthaler, 1996).

A környezeti hatásokat szenzorok (sejthártyák, membránfehérjék stb.) segítségével érzékelik a növények. A célszervekbe, illetve szövetekbe továbbított jel hatására változások következnek be a sejtek biokémiai folyamataiban, amelyek eredményeként olyan vegyületek képződése indul el, amelyek képessé teszik a stresszhatás alatt álló növényeket a környezeti terhelés típusának és mértékének leginkább megfelelő, a lehető legmagasabb anyagcsere-intenzitást, végső esetben pedig a túlélést biztosító válaszreakciók kialakítására (Szigeti, 2013).

A növények környezeti hatásokkal szembeni tűrőképessége rendkívül bonyolult folyamatsor eredményeként valósul meg. Amennyiben e folyamatok zavartalan lejátszódásának feltételei nem teljes mértékben adottak, a növények genetikailag determinált stressztűrő képessége csak korlátozottan juthat érvényre. Amellett, hogy az egyes tápelemek terén fennálló elégtelen vagy túlzott ellátottság, valamint a nem megfelelő tápelemarányok jelentősebb akadályai lehetnek más stresszorok kedvezőtlen hatására adott növényi válaszreakciók kialakulásának, önmagukban is stresszállapotot idézhetnek elő (Loch és Nosticzius, 2004). E kapcsolatrendszerből eredeztethető a növények harmonikus tápanyag-ellátottságának az abiotikus stresszállapotok megelőzésében, valamint a kialakult stressz káros hatásainak mérséklésében betöltött kiemelkedő szerepe. A növények kedvező makroelem (N, P, K) -ellátottságának jelentősége gyakorlatilag valamennyi abiotikus stressz elleni védelemben alapvető. A Ca az alacsony és a magas hőmérséklet által kiváltott, az ozmotikus és oxidatív, valamint a mechanikus hatásokra fellépő stresszállapotok jelátviteli folyamataiban, a Fe, a Mn, a Zn és a Cu pedig a hőstresszel szembeni tolerancia kialakításában bír nagy jelentőséggel (Madhava Rao. et al., 2006). Nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a tartós tápanyagstressz rendszerint hozamcsökkenést és minőségromlást eredményez, ezért a fő- és melléktermékekkel kivont és a területről rendszeresen elszállított tápanyagmennyiségek lehetőség szerint minél nagyobb arányú pótlására célszerű a

termesztéstechnológia tervezése, illetve megvalósítása során törekedni a talaj termékenységének megőrzése érdekében még a nem kifejezetten tápanyagigényes kultúrák esetében is.

Mint azt korábban láttuk, a gazdasági növényeink produktivitása akkor optimális, ha az anyagcsere-folyamataik zavartalanok, egyensúlyi állapotban vannak. A külső környezeti hatások ugyanakkor képesek „kibillenteni” a növényeket ebből az egyensúlyi állapotból, amelynek „visszanyerése” csak jelentős energiabefektetés árán valósulhat meg. E folyamat sikeressége nagymértékben függ az egyes növényfajták genetikailag meghatározott stressztűrő képességétől, valamint az adott növényállomány egészségi állapotától. A legyengült, tartalékait elhasznált, kimerült növényegyedek kiszolgáltatottabbak a különböző betegségekkel, állati kártevők támadásaival, illetve az időjárás viszontagságaival szemben. Törekednünk kell tehát a megfelelő kondíció kialakítására, amely eléréséhez az okszerű tápanyag-gazdálkodási gyakorlat megvalósítása mellett újszerű, kiegészítő jellegű lehetőségeket biztosítanak a hazánkban az utóbbi évtizedben kereskedelmi forgalomban kapható, úgynevezett biostimulátor-készítmények is (Monteiro et al, 2022). A biostimulátorok körébe természetes eredetű hatóanyagot, illetve ezek együttesét vagy különféle mikroorganizmusokat tartalmazó olyan készítmények tartoznak, amelyek a tápanyagok felvételének és hasznosulásának, a növények kondíciójának és a környezeti stresszhatásokkal szembeni ellenálló képességének, valamint a termés minőségének növelését, végső soron pedig a termesztett növényfaj, illetve fajta genetikai potenciáljának érvényesülését káros mellékhatások nélkül eredményezik. A lehetséges hatóanyagok nagy száma nem teszi lehetővé azok részletesebb ismertetését, ezért pusztán felsorolás jelleggel teszünk említést a különböző növényi hormonokról és prekursoraikról, enzimekről, fehérjékről és fehérjehidrolizátumokról (peptidek, aminosavak). Mindemellett rendszerint a biostimulátorokhoz sorolják a különböző fenolos vegyületeket, szalicilsavat, humin- és fulvosav-származékokat tartalmazó készítményeket is (Bulgari et al., 2019). A rendszerint számos hatóanyagot tartalmazó kereskedelmi termékeket különböző növényi (pl. pillangósvirágú növények, zöldség- és gyümölcsfélék feldolgozásának melléktermékei stb.) és állati (pl. vágóhídi és halfeldolgozási melléktermékek, kazein, kollagén stb.) biomasszák enzimatis és kémiai hidrolízisével, anaerob lebontásával, tengeri algák feldolgozásával, illetve különböző mikroorganizmusok felhasználásával állítják elő.

A témával kapcsolatos szakirodalmi közlemények, illetve a gyártók által szolgáltatott szakmai termékismertetőik alapján a biostimulátorok alábbi hatásmódjai különböztethetők meg:

- » Az „*irányító*” típusú hatóanyagokat (pl. növényi hormonok) tartalmazó készítmények a növények anyagcsere-folyamatainak határozott irányt szabnak. Ennek révén sikerrel alkalmazhatók a tenyészidőszak során fellépő fagy, illetve jégverésből származó károsodásokból történő regeneráció támogatására.
- » Az „*aktiváló*” típusú hatóanyagok (pl. humin- és fulvosavak, szintetikus vegyületek, hasznos nyomelemek) eredendően nem találhatók meg a növényi szövetekben, azonban oda jutva a növények anyagcsere-folyamataiban kedvező irányú változásokat idéznek elő. Az aktiváló jellegű hatásmód jut egyebek mellett érvényre az úgynevezett indukált szerzett rezisztencia, illetve a szilícium alkalmazásának hatására kifejezettebb oxidatív stressztolerancia kialakulásában is.

- » A „szabályozó” típusú készítmények (pl. humin- és fulvosavak, aminosavak) a növények anyagcsere-folyamatainak intenzitását befolyásolják (serkentés, gátlás). E termékek a növényi erőforrásokat és tartalékokat csak minimális mértékben veszik igénybe. Hatásuk nem minden esetben látványos, a felhasználásukban rejlő kockázatok mértéke ugyanakkor elenyésző.
- » A „támogató” típusú hatóanyagokat (pl. aminosavak, szervezetazonos növényi kivonatok, mikrobiológiai készítmények) tartalmazó termékek felhasználása esetén a készen kapott nyersanyagokat a növények a számukra legkedvezőbb módon tudják hasznosítani. Ennek révén a környezeti stresszhatásokra adott válaszreakciók felgyorsulnak, és kedvező esetben a stresszállapot időtartama lerövidül.

Mint az a fentiek alapján látható, a biostimulátor-termékek változatos összetétele lehetőséget biztosít a fellépő biotikus és abiotikus stresszhatásokkal szembeni növényi tolerancia fokozására, illetve a bekövetkezett károsodásokból történő regeneráció elősegítésére leginkább megfelelő készítmények kiválasztására. Ennek sikere azonban nagymértékben függ az adott termőhely agroökológiai viszonyainak, illetve a növényállomány állapotának részletes ismeretétől és nem utolsósorban a szakmai tapasztalatoktól.

A fentiekben törekedtünk a klímaváltozás főbb hazai, a szántóföldi növénytermesztés gyakorlatát és végső soron sikerességét is befolyásoló következményeinek, az azokhoz való termesztéstechnológiai szintű alkalmazkodás szükségességének, illetve lehetőségeinek bemutatására. E szükségyszerűséget felismerve, 2022-ben a MATE Karcagi Kutatóintézet Növény-nemesítés és Fajtafenntartási Osztályán megkezdtuk az intézményben nemesített és fenntartott növényfajták termesztéstechnológiáinak felülvizsgálatát és az egzakt kísérleti eredményeken alapuló továbbfejlesztésükre irányuló kutatómunkát a klímaváltozás következményeihez történő alkalmazkodás tudományos megalapozása céljából. Ennek keretében az egyes ősziárpa-, tritikálé-, szemes- és silócirok-, pannonbükköny-, szegleteslednek-, őszi borsó-, köles- és muharfajtákra, valamint a Közép-Tisza-vidéken nagy jelentőséggel bíró napraforgóra, illetve kukoricára vonatkozóan olyan vetésidő- és tőszámkísérleteket, a konvencionális és az ökológiai gazdálkodás kritériumainak is megfelelő tápanyag-gazdálkodási és trágyázási vizsgálatokat (talaj- és permetező trágyázás, növénykondicionálás, növényi stresszkezelés, újabb fejlesztésű trágyaszerek stb.) tervezünk végezni, amelyek eredményei alapján átdolgozott termesztéstechnológiai javaslatok hozzájárulhatnak e fajták termesztési sikerességének a megváltozott környezeti feltételek melletti fenntartásához, illetve növeléséhez.

Jelen munkánkban a kutatási-fejlesztési projekt 2022. évi, kiindulási kísérleteinek módszertanát és a várt eredményeit szeretnénk bemutatni.

Anyag és módszer

Őszibúza-kísérletek

A MATE Karcagi Kutatóintézet jelenleg 10 államilag elismert őszi bús-fajtával rendelkezik, amelyek jelentős szerepet töltenek be a környező térség búzatermesztési gyakorlatában. 2022-ben két kísérletben vizsgáltuk különböző biostimulátor-, illetve lombtrágya-készítményeknek az őszi búza hozamára, termésminőségére és csírázási erélyére gyakorolt hatását.

Különböző biostimulátor- és lombtrágyakészítmények őszi búza-hozamra és termésminőségére gyakorolt hatásának vizsgálata

A MATE Karcagi Kutatóintézet központi telephelyének B/2 jelzésű tábláján, mélyben szonyecses réti csernozjom talajon állítottunk be egy hétkezeléses, négyismétléses, véletlen blokk elrendezésű, szabadföldi kispárcellás kísérletet a vizsgálatba vont lombtrágyák, illetve biostimulátorok őszi búza-hozamra és -termésminőségre gyakorolt hatásának vizsgálatára céljából. A kísérletek elhelyezkedését az 1. ábra, a talaj főbb tulajdonságait pedig a 3. táblázat szemlélteti.



1. kép: Az őszi búza- és cirokkísérletek elhelyezkedése (Forrás: Google Maps)

3. táblázat: Az őszi búza- és a cirokkísérletek feltalajának főbb kémiai tulajdonságai

Paraméter	Mértékegység	Őszi búza-kísérletek	Cirokkísérletek
pH(KCl)	-	5,0	4,9
K _A		44	46
Összes vízdoldható só	m/m %	<0,02	<0,02
CaCO ₃		0,21	0,17
Humusz		3,6	3,5
Nitrát+nitrit	mg/kg	4,5	7,5
AL-P ₂ O ₅		184	170
AL-K ₂ O		407	424

A talajvizsgálati adatok a feltalaj figyelemre méltó telítetlenségéről, jó N- és K-ellátottságáról és közepes P-szolgáltató képességéről tanúskodnak.

A kísérlet jelzőnövénye 2021. 10. 18-án, vetőmagborsó betakarítását követően több menetben, forgatás nélküli művelési eljárásokkal előkészített talajba 5,5 millió/ha csíraszámmal elvetett KG Kunglória őszi búza-fajta volt. A tenyészidőszakban alkalmazott növényvédelmi beavatkozások vegyszeres gyomirtást (Nuance Super 0,06 kg/ha), illetve két alkalommal elvégzett rovarölőszeres (Karate Zeon 5 CS 0,15 l/ha) védekezést foglaltak magukba. A betakarítás 2022. 07. 06-án Wintersteiger Classic típusú parcellakombájnnal történt.

A kísérlet kezeléseit az alábbiak szerint választottuk meg:

1. kontroll,
2. Terra-Sorb SulfoGrain 1,5 l/ha,
3. Terra-Sorb SulfoGrain 2,5 l/ha,
4. Terra-Sorb-Foliar 3,0 l/ha,
5. Organit Kén Super 10 l/ha,
6. Fertileader Gold 3 l/ha,
7. Biomit 10 l/ha.

A különböző lombtrágya-, illetve biostimulátor-készítményeket 2022. 05. 20-án háti permező segítségével juttattuk ki.

A nettó parcellaméret $3,8 \times 5,8 = 22,04 \text{ m}^2$ volt, a beállított kísérlet vázrajzát az 1. ábrán mutatjuk be.

3	1	7	5	2	6	3	5	4	7	3	6	7	1
6	4	2	7	4	1	5	2	3	6	1	5	2	4
I. ismétlés				II. ismétlés			III. ismétlés			IV. ismétlés			

1. ábra: Az őszi búza lombtrágyázási kísérletének vázrajza

A betakarítást követően meghatároztuk a kombájntiszta termés tömegét, nedvességtartalmát, illetve tisztasági %-át. Ezek, illetve a nettó parcellaméret ismeretében kiszámítottuk az egységni területre (1 ha) vetített, 14 % nedvességre korrigált szemtermés mennyiségét. A tisztított szemtermésből az alábbi vizsgálatokat tervezzük a közeljövőben végrehajtani a MATE KKI Növénynevelési és Fajtafenntartási Osztályának lisztminőség vizsgálati laboratóriumában:

- » ezerszemtömeg (g),
- » HL-tömeg (kg),
- » fehérjetartalom (%),
- » nedvessikér-tartalom (%),
- » Zeleny-féle szedimentációs index (ml),
- » esésszám (s).

A kísérleti adatok birtokában választ keresünk arra, hogy a vizsgált lombtrágyák, illetve biostimulátor-készítmények hogyan befolyásolják az őszi búza hozamát és a termés minőségét szélsőségesen aszályos körülmények között, különös hangsúlyt fektetve a búza fehérje és nedvessikér-tartalmára.

Az Equilibrium biostimulátor őszi búza-hozamra, -termésminőségére, illetve az őszi búza csírázási erélyére gyakorolt hatásának, valamint a virágzást követő időszakban fellépő abiotikus stresszállapot mérséklésére való alkalmasságának vizsgálata

A Bioiberica által gyártott Equilibrium a lombozatra juttatható természetes, az ökológiai gazdálkodásban is alkalmazható, de hazánkban még nem elérhető biostimulátor, amely serkenti a megtermékenyülés során és az azt követően lejátszódó élettani folyamatokat, hozzájárul a növények hormonális szabályozásának javításához a termés fejlődési és növekedési szakaszában, ezáltal optimalizálja a sejtosztódási folyamatokat és a tartalékok mobilizálását a fejlődő szervek irányába. Kedvező arányban tartalmaz L- α aminosavakat, poliszacharidokat és tengerialga-kivonatból származó poliszacharidokat (alginsav, mannit), betainokat.

Beltartalmi paraméterei:

- » pH 7,5
- » összes N 3,5%,
- » szerves N 3,5%,
- » vízzoldható K 2,5%,
- » L- α aminosavak (glutaminsav, szerin, hisztidin, glicin, arginin, alanin, threonin, tirozin, valin, metionin, fenilalanin, leucin, lizin, prolin, cisztein, triptofán) 15 %.

Alkalmazása szántóföldi növénykultúrákban fellépő abiotikus stressz esetén, valamint az adott gazdasági növény termesztése szempontjából kritikus időszakokban (pl. szárbaindulás, zászlós levél kifejlődése, termésképződés) javasolt. A szemtelítődés során csökkenti a töppedés mértékét. A terméskötődést követően elősegíti a raktározó szövetek fejlődését, a fehérjeképződést, aminek eredményeként javul a képződő termések, magvak minősége, csírázási erélye. Ez utóbbi különös jelentőséget kap a Karcagi Kutatóintézet fontos bevételi forrását képező vetőmag-előállítás során.

Az Equilibrium hatáselemzését célzó, véletlen blokk elrendezésű kísérletet a már korábban bemutatott KG Kunglória állományban valósítottuk meg három kezeléssel négy ismétlésben, a nettó 5,55 m $\times$ 4,8 m = 26,64 m² méretű parcellákon.

Az alkalmazott kezelések az alábbiak voltak:

1. kontroll,
2. Equilibrium 1 l/ha,
3. Equilibrium 2 l/ha.

A vizsgált biostimulátor-készítményt 2022. 05. 23-án háti permetező segítségével juttattuk ki a parcellák növényállományára. A kísérlet elrendezését a 2. ábrán szemléltetjük.

IV. ismétlés			III. ismétlés		
1	2	3	1	3	2
2	3	1	2	1	3
I. ismétlés			II. ismétlés		

2. ábra: Az Equilibrium biostimulátor hatásvizsgálatát célzó őszi búza-kísérlet vázrajza

Az alkalmazott termesztéstechnológia, a termés betakarítása során gyűjtött növényminták feldolgozásának módja, illetve a tervezett vizsgálatok köre megegyezik a különböző biostimulátor- és lombtrágyakészítmények őszi búza-hozamra és -termésminőségére gyakorolt hatásának vizsgálatát célzó kísérlet ismertetése során bemutatottakkal. A kivételt azt képezi, hogy az Equilibrium biostimulátor csírázási százalékra, abnormális csírák arányára, illetve csírázási erélyre gyakorolt hatásának feltárása céljából nagyszámú csíráztatási próba megvalósítását tervezzük a későbbiekben.

A kísérleti adatok birtokában választ keresünk egyrészt arra, hogy az Equilibrium biostimulátor hogyan befolyásolja az őszi búza hozamát, termésminőségét, illetve a szemtermések csírázási erélyét. Másrészt pedig kísérleti információkat szeretnénk kapni e készítménynek a búza virágzásakor, illetve közvetlenül azt követően bekövetkező abiotikus stresszállapot- (szárazságstressz-) mértékének csökkentésére való alkalmasságára vonatkozóan is.

Szemescirok-kísérletek

A MATE Karcagi Kutatóintézet jelenleg két államilag elismert szemescirokhibriddel (Zádor, Albita) rendelkezik, amelyek sikerrel termeszthetők hazánk szárazabb, a kukoricatermesztésre kevésbé alkalmas termőhelyein is. 2022-ben három kísérletet állítottunk be Zádor szemescirokhibrid-állományban a tőszámnak, egy baromfitrágya-komposzt pellet eltérő dózisainak és különböző biostimulátor-, illetve lombtrágyakészítményeknek a szemescirokhozamára, termésminőségére és a szemterméscsírázási erélyére gyakorolt hatásának vizsgálata céljából. A kísérleteket mélyben szolonyeces réti csernozjom talajon, a MATE Karcagi Kutatóintézet központi telephelyének B/2 jelzésű tábláján kialakított tavaszi tenyészkerthben állítottuk be, amelyek elhelyezkedését az 1. ábra mutatja, a talaj főbb tulajdonságait pedig az 1. táblázatban mutatjuk be. A talajvizsgálati adatok a feltalaj telítetlenségét, jó N- és K-ellátottságát és közepes P-szolgáltató képességét jelzik.

A BIO-FER FOSZFO PLUSZ fermentált baromfitrágya-komposzt pellet szemescirokhozamra és -termésminőségre gyakorolt hatásának vizsgálata

A trágyázószerek piacának sajnálatos beszűkülése, illetve a beszerzési árak utóbbi időszakban tapasztalható nagymértékű emelkedése a pillanatnyilag még elérhető, korábban alternatívnak tartott, hazai trágyakészítmények, illetve tápanyagforrások felé irányította a gazdálkodók figyelmét. Ezek körébe tartoznak az intenzív tartásból származó nyers baromfitrágák ellenőrzött fermentációjával előállított komposztok pelletált változatai, amelyek különböző, a termesztett növényfaj igényeihez, valamint a termőhelyi körülményekhez (pl. a talaj tápanyag-szolgáltató képessége) történő alkalmazkodásra is bizonyos mértékű lehetőséget biztosító összetételben kerülnek forgalomba. Ilyen termék a BIO-FER FOSZFO PLUSZ fermentált baromfitrágya-komposzt pellet is, amely főbb hatóanyag-tartalmi paraméterei az alábbiak szerint alakulnak:

» összes szervesanyag	59%,
» N	5%,
» P ₂ O ₅	12%,
» K ₂ O	2,5%,
» Ca	3,5%,
» Mg	0,5%,
» S	2%,
» B, Fe, Mn, Mo, Zn, Cu	

Összetételénél fogva kiválóan alkalmazható a P-igényes kultúrák harmonikus tápanyag-ellátásának biztosítására és egyéb növényfajok mérsékeltebb P-ellátottságú talajokon történő termesztése során is. Mivel más kultúrák esetében pozitív tapasztalatokkal rendelkezünk e trágyaféleség alkalmazásának előnyeiről, de a tápanyagigényes cirok esetében ez még nem mondható el, e kérdéskör kísérletes vizsgálatát határoztuk el, amely vizsgálat célja a szemescirok tápanyag-ellátására vonatkozó termesztéstechnológiai javaslat kibővítése a klímaváltozás által képviselt kihívásoknak való megfelelés szem előtt tartásával.

2022. 05. 02-án vetőmagborsó betakarítását követően meghántott és több menetben tárcsás tarlóápolásban, majd középmély őszi szántásban részesített területen egy véletlen blokk elrendezésű, szabadföldi kispárcellás kísérletet állítottunk be a BIO-FER FOSZFO PLUSZ fermentált baromfitrágya-komposzt pellet szemescirokhozamra és -termésminőségre gyakorolt hatásának vizsgálata céljából három kezeléssel, négy ismétlésben. A bruttó parcellaméret 4,8 m × 4,5 m = 21,6 m² volt. Az alkalmazott trágyázási kezeléseket az alábbiak szerint választottuk meg:

1. kontroll,
2. BIO-FER FOSZFO PLUSZ 1,0 t/ha,
3. BIO-FER FOSZFO PLUSZ 1,5 t/ha.

A komposzt pelletet kézzel juttattuk ki a parcellákra, és a kombinátoros magágykészítés révén dolgoztuk be a talaj felső rétegébe. A kísérlet jelzőnövénye 2022. 05. 05-én 80 cm sortávolságra és 5 cm tőtávolságra vetett Zádor szemescirokhibrid volt. A tenyészidőszakban alkalmazott növényápolási beavatkozások két alkalommal (2022. 06. 16. és 06. 27.) végzett kultivátoros sor-közművelést, illetve szintén két alkalommal (2022. 06. 08. és 07. 07.) elvégzett rovarölőszeres (KARATE) védekezést foglaltak magukban. A kísérlet elrendezését a 3. ábrán szemléltetjük.

IV. ismétlés	1	3	2
III. ismétlés	3	2	1
II. ismétlés	1	2	3
I. ismétlés	2	1	3

3. ábra: A BIO-FER FOSZFO PLUSZ hatásvizsgálatát célzó szemeszcirok-kísérlet vázrajza

A kísérleti munka jelenleg folyamatban van, a tervezett vizsgálataink köre az alábbiakra terjed ki:

- » terméshozam (t/ha),
- » ezerszemtömeg (g),
- » HL-tömeg (kg),
- » fehérjetartalom (%),
- » klorofillfluoreszcencia-vizsgálatok az abiotikus stresszállapot mértékének feltárása céljából

A kísérleti adatok birtokában választ keresünk egyrészt arra, hogy a BIO-FER FOSZFO PLUSZ mint a műtrágyakínálat besűkülése, illetve a beszerzési árak nagymértékű emelkedése következtében felértékelődött alternatív tápanyagforrás hogyan befolyásolja a szemeszcirok hozamát és termésminőségét, valamint a vízhiány következtében fellépő abiotikus stressz mértékét.

Tőszámkísérletek végzése a klímaváltozás következtében módosult termőhelyi viszonyok mellett végzett szemeszcirok-termesztés sikerességének növelése és a termésbiztonság fenntartása céljából

A szárazodás következtében a növénytermesztési térben egyre korlátozottabban rendelkezésre álló vízkészletek hatékony felhasználása a termesztéstechnológia egyéb elemei mellett a termesztés során alkalmazott tőszám módosítását is szükségessé teheti. A szemeszcirok esetében aktuálisan alkalmazott állománysűrűség-csökkentés hozamokra, abiotikus stresszállapot kialakulására, illetve a termesztés biztonságára gyakorolt hatásának felmérése fontos információkat szolgáltat a technológiafejlesztési tevékenység sikeréhez. Ezért 2022. 05. 05-én egy egyszerű, kétkezeléses, négyismétléses tőszámkísérletet állítottunk be a korábban bemutatott kísérleti téren, Zádor szemeszcirokhibrid jelzőnövénnyel. Az alkalmazott sortávolság egységesen 80 cm, a tőtávolság pedig 5 cm, illetve 8 cm volt, amelynek révén a tesztelt állománysűrűség 0,25 millió csíra/ha-nak, illetve 0,16 millió csíra/ha-nak adódott. A bruttó parcellaméret 4,8 m × 4,5 m = 21,6 m² volt. A kísérlet vázrajzát a 4. ábrán mutatjuk be.

I. ismétlés	II. ismétlés	III. ismétlés	IV. ismétlés
2	1	2	1
1	2	1	2

4. ábra: Az eltérő tőszám hatásvizsgálatát célzó szemescirok-kísérlet vázrajza

A kísérleti munka jelenleg folyamatban van, a tervezett vizsgálataink köre megegyezik BIO-FER FOSZFO PLUSZ készítmény hatásvizsgálatra irányuló kísérlet ismertetése során bemutatottal.

A kísérleti adatok birtokában választ szeretnénk kapni arra, hogy a tőszám mérséklése hogyan befolyásolja a szemescirok hozamát és termésminőségét, valamint a vízhiány következtében a növényekben kialakuló abiotikus stressz mértékét.

Különböző biostimulátor- és lombtrágyakészítmények szemescirokhozamra, -termésminőségre és a szemescirok abiotikus stressztűrő képességére gyakorolt hatásának vizsgálata

A már ismertetett kísérleti téren Zádor szemescirokhibrid 2022. 05. 05-én 80 cm sortávra és 5 cm tőtávra történő vetésével alakítottunk ki egy ötkezeléses, négyismétléses, véletlen blokk elrendezésű, szabadföldi kisparcellás kísérletet a vizsgálatba vont lombtrágyák, illetve biostimulátorok szemescirokhozamra, -termésminőségre és a szemescirok csírázási erélyére gyakorolt hatásának vizsgálata céljából. A kísérlet elrendezését az 5. ábrán mutatjuk be. A bruttó parcellaméret $3,2 \text{ m} \times 4,5 \text{ m} = 14,4 \text{ m}^2$ volt, kontroll gyanánt a BIO-FER FOSZFO PLUSZ készítmény hatásvizsgálatára irányuló kísérlet kontrollparcellái szolgálnak. Az alkalmazott kezeléseket az alábbiak szerint választottuk meg:

- | | |
|--------------------------|-----------|
| 1. Terra-Sorb SulfoGrain | 1,5 l/ha, |
| 2. Terra-Sorb SulfoGrain | 2,5 l/ha, |
| 3. Terra-Sorb-Foliar | 3,0 l/ha, |
| 4. Organit Kén Super | 10 l/ha, |
| 5. Equilibrium | 2 l/ha, |

IV. ismétlés	3	1	4	5	2
III. ismétlés	5	4	1	2	3
II. ismétlés	2	3	4	1	5
I. ismétlés	1	2	5	3	4

5. ábra: A szemescirok lombtrágyázási kísérletének vázrajza

Az egyes készítményeket a cirok virágzásának kezdetét követő egy hét elteltével, 2022. 07. 01-én juttattuk ki háti permetezőgép segítségével a korábban már ismertetett módon ápolt növényállománnyal rendelkező parcellákra.

A kísérleti munka jelenleg folyamatban van, a tervezett vizsgálataink köre a többi cirok kísérletével egyezően az alábbiakra terjed ki, azonban a vizsgált paraméterek közül kiemelt hangsúly szeretnénk helyezni a stresszélettani vizsgálatokra, illetve a szemtermés csírázási sajátosságainak felmérésére:

- » klorofillfluoreszcencia-vizsgálatok az abiotikus stresszállapot mértékének feltárása céljából,
- » csírázási százalék (%),
- » abnormális csírák aránya (%),
- » csírázási erély,
- » terméshozam (t/ha),
- » ezerszemtömeg (g),
- » HL-tömeg (kg),
- » fehérjetartalom (%),

A kísérleti eredmények reményeink szerint fontos információkat szolgáltatnak arra vonatkozóan, hogy a tesztelt biostimulátorok alkalmazásával van-e lehetőségünk a cirok egyébként jelentős abiotikus stressztűrő képességének fokozására, a hozamainak, termésbiztonságának, valamint a takarmányozási értékének növelésére, és végül, de nem utolsó sorban a szaporítóanyag kedvezőbb csírázási tulajdonságainak elérésére.

A bemutatott kísérletek az elindított kutatási projekt csíráit képviselik. A jövőben a talajon, illetve a lombozaton keresztül megvalósított növénytáplálási megoldások változatos kombinációjának ismételt hatáselemzését kívánjuk végezni, és kiterjeszteni a MATE Karcagi Kutatóintézetben nemesítésbe vont növényfajra is. Reményeink szerint a több éves eredmények birtokában lehetőségünk nyílik a meglévő növényfajtáink termesztéstechnológiájának továbbfejlesztésére, ami hozzájárulhat e fajták termesztési sikerességének a megváltozott környezeti feltételek melletti fenntartásához, illetve növeléséhez.

Irodalomjegyzék

- Alexandrov, V. A. (1997): Vulnerability of Agronomic Systems in Bulgaria. *Climatic Change* 36: 1–2 pp. 135–149. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1005309911597>
- Bartoly J. – Bozó L. – Haszpra L. (szerk.) (2011): Klímaváltozás – 2011. Klímascenáriók a Kárpát-medence térségére. Budapest, MTA – ELTE.
- Bartholy J. – Matyasovszky I. (1998): A Kárpát-medence hőmérsékleti és csapadék viszonyainak alakulása a globális éghajlatváltozások tükrében. In Dunkel Z. (szerk.) *Az éghajlatváltozás és következményei*. Budapest, OMSz, pp. 117–125.
- Bihari Z. – Lakatos M. – Szalai S. – Szentimrey T. (2008): Magyarország néhány éghajlati jellemzője a 2005–2007 időszakban. Budapest, OMSZ, 15 p.
- Bulgari, R. – Franzoni, G. – Ferrante, A. (2019): Biostimulants application in horticultural crops under abiotic stress conditions. *Agronomy* 9: 6 p. 306. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy9060306>
- Dobor, L. – Barcza, Z. – Hlásny, T. – Árendás, T. – Spitkó, T. – Fodor, N. (2016): Crop planting date matters: Estimation methods and effect on future yields. *Agricultural and Forest Meteorology* 223: pp. 103–115. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2016.03.023>
- Erdélyi É. (2008): Az őszi búza termesztetőségi feltételei az éghajlatváltozás függvényében. Doktori (PhD) értekezés. Budapest, Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar.
- Fodor, N. – Pásztor, L. – Németh, T. (2014): Coupling the 4M crop model with national geo-databases for assessing the effects of climate change on agro-ecological characteristics of Hungary. *International Journal of Digital Earth* 7: 5 pp. 391–410. DOI: 10.1080/17538947.2012.689998
- Harnos Zs. (2005): A klímaváltozás és lehetséges hatásai a világ mezőgazdaságára. *Magyar Tudomány* 166: 7 pp. 826–832.
- Harnos Zs. (2007): Klímaváltozással összefüggő hazai kutatások: VAHAVA folytatása. „KLÍMA-21” Füzetek 49: pp. 3–16.
- Konkolyné Bihari Z. – Lakatos M. – Szalai S. (2008): Magyarország éghajlatáról, Változás, változékonyság térben és időben. Budapest, OMSZ, 23 p.
- Körner C. (2013): The stress concept in biology. In: *Plant responses to stress*. Zürich-Basel Plant Science Center. pp. 10–23. DOI: <https://doi.org/10.3929/ethz-a-009779047>
- Lakatos M. – Bihari Z. (2011): A közelmúlt megfigyelt hőmérsékleti és csapadék tendenciái. In: Bartoly et al. (szerk) *Klímaváltozás – 2011. Klímascenáriók a Kárpát-medence térségére*. Budapest, MTA – ELTE, pp. 145–169.
- Lakatos M. – Bihari Z. – Hoffmann L. – Izsák B. – Kircsi A. – Szentimrey T. (2018): https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt_valtozasok/Magyarorszag.
- Láng I. – Csete, L. – Jolánkai M. (2007): A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok: a VAHAVA jelentés. Budapest, Szaktudás Kiadó Ház, 220 p.
- Li, C. – Ting, Z. – Rasaily, R. G. (2010): Farmer’s Adaptation to Climate Risk in the Context of China. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 1: pp. 116–125.
- Lichtenthaler H.K. (1996): Vegetation stress: an introduction to the stress concept in plants. *Journal of Plant Physiology* 148: pp. 4–14. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0176-1617\(96\)80287-2](https://doi.org/10.1016/s0176-1617(96)80287-2)

- Lobell, D. B. - Field, C. B. (2007): Global scale climate–crop yield relationships and the impacts of recent warming. *Environmental Research Letters* 2: 1 Paper 014002. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/2/1/014002>
- Loch J. – Nosticzius Á. (2004): *Agrokémia és növényvédelmi kémia*. Budapest, Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó Kft.
- Madhava Rao, K. V. – Raghavendra, A. S. – Ranarhan Reddy, K. (2006): *Physiology and molecular biology of stress tolerance in plants*. Springer Dordrecht, DOI: <https://doi.org/10.1007/1-4020-4225-6>
- Mika J. (1988): A globális felmelegedés regionális sajátosságai a Kárpát-medencében. *Időjárás* 92: pp. 178–189.
- Mika J. (2011): *Éghajlatváltozás, hatások, válaszadás*. Eger, Eszterházy Károly Főiskola Hallgatói Információs Központ, 119 p.
- Monteiro, E. – Concalves, B. – Cortez, I. – Castro, I. (2022): The Role of Biostimulants as Alleviators of Biotic and Abiotic Stresses in Grapevine: A Review. *Planst* 11: 3 p. 396. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11030396>
- Olesen, J. E. – Carter, T. R. – Diaz-Ambrona, C. H. – Fronzek, S. – Heidmann, T. – Hickler, T. – Holt, T. – Minguéz, M. I. – Morales, P. – Paulitkof, J. P. – Quemada, M. – Ruiz-Ramos, M. – Rubæk, G. H. – Sau, F. – Smith, B. – Sykes, M. T. (2007): Uncertainties in projected impacts of climate change on European agriculture and terrestrial ecosystems based on scenarios from regional climate models. *Clim. Change* 81: pp. 123–143.
- Szalai S. – Bihari Z. – Lakatos M. – Szentimrey T. (2005): *Magyarország éghajlatának néhány jellemzője 1901-től napjainkig*. Budapest, OMSZ.
- Szigeti Z. (2013): A növényi stressz alapjelenségei. In: Fodor F. (szerk.) *A növényi anyagcsere élettana*. Budapest, Eötvös Lóránt Tudományegyetem, pp. 295–318.

Augusztusi hőségnapok meteorológiai értékeinek összehasonlítása delelőligetben és nyílt juhlegelőn

¹Csizi István – ^{1,2}Varga Krisztina – ^{1,3}Fúró Gabriella

¹MATE Karcagi Kutatóintézet

²Kerpely Kálmán Doktori Iskola, Debreceni Egyetem

³Állattenyésztési Tanszék Doktori Iskolája, Minnesotai Egyetem

Összefoglalás: Nyárfa-delelőliget és nyílt pusztai legelő digitálisan rögzített klimatikus adatait hasonlítottuk össze 2019–2021. év legkritikusabb hőségnapjai tekintetében. Célunk annak pontosítása, hogy a legelőkertben szabadon mozgó nyáj kérődzési-delelési szükségleteinek mennyiben felelnek meg a delelőliget, illetve a nyílt pusztagyep klimatikus viszonyai. Vizsgálataink alapján megállapítottuk, hogy a delelőliget kulcspozíciót tölt be a vizsgált helyszínen a nyáj napi legelőn tartózkodási ritmusában.

Kulcsszavak: delelőerdő, nyílt puszta, hőségnap

Bevezetés

A gyepek és fa kombinációja, vagyis a *silvopastoral*-rendszerek történelmi jelentőséggel bíró, archaikus művelési formák a nemzetközi agrárszférában, melyekre mint az agrárerdészeti rendszer részeire a kutatók figyelme is ráirányult (Ellis et al., 2005; Bergmeier et al., 2010; Kesman et al. 2011; Nair és Garrity 2012). Briggs és Collins (2008) közlik, hogy ahol a fák és cserjék részaránya 10% alatt van a gyepeken, azt a területet nevezhetjük gyepeknek, ahol viszont 10 és 40% között mozog a gyepterületen, azt a UNESCO szerint úgynevezett fás gyepeknek kell tekinteni. A fás területeken zajló legeltetés, majd annak felhagyása, illetve egyes térségekben mai napig tartó gyakorlása rányomta bélyegét egész Európa növényzetére (Vera, 2000; Rois-Díaz et al., 2006; Mosquera-Losada et al., 2006). Olaszországban például bevezetésre került a Nemzeti Agrár Fejlesztési Terv keretében a Traditional Forest Knowledge az erdei legeltetéssel kapcsolatban (Agnoletti, 2006). Szűkebb pátriánkat tekintve megállapíthatjuk, hogy elsősorban az alföldi síkságaink túlnyomó része az évszázados emberi beavatkozás hatására szántóföldi növényekből és gyepterületekből álló „kultúrsivataggá” vált, ahol a faállományok elenyésző nagyságúak (Gyárfás, 1921; Dorner, 1928). A helyzet napjainkra mit sem változott (Saláta, 2017). Pedig, miként Varga és Bölöni (2009) megfogalmazták: „a fás környezet a hagyományos állattartás egyik legfontosabb meghatározó tényezője”. Az utóbbi évek erősödő klímaváltozásainak hatására a legeltetett állatállományok árnyas enyhét adó fák hiányában fokozottan ki vannak téve a szélsőséges időjárásnak. A juhok eredendő szél iránti érzékenyséjük és a meleg gyapjúkontösük miatti alacsony hőstressztűrő képességük okán megkülönböztetett figyelmet igényelnek, különösen a napközbeni kérődzési (deleltetési) időszakban. Célkitűzésünk, hogy

összehasonlítsuk a nyílt legelőn, illetve a delelőligetben digitálisan rögzített meteorológiai adatokat a legextrémebb hőségnapokon.

Őseink a Kárpát-medence síkságain még jelentős kiterjedésű erdőségekkel, ligetes pusztákkal szembesülhettek, mivel az erdős sztyepp öv nyugati csúcsán ez a zárószukcesszió. A földművelésre történő lassú áttéréssel az erdő tartalékföldszerepe felértékelődött, és a későbbi középkorra országunk alföldi, mezőgazdaságilag hasznosítható része gabonával, illetve fűvel benőtt monokultúrákká vált (Éber, 1990). Kritikus fahiány alakult ki a rablógazdálkodás miatt. A fokozott erdei legeltetés miatt az erdők megóvása érdekében I. Miksa király már 1565-ben erdőrendtartásban rögzítette a kecskék erdei legeltetésének tilalmát s a magfák meghagyásának kötelezettségét (Bartha, 2003). A sors iróniája, hogy az első írásos emlékek egyike visszafásítási próbálkozásról szól, az igény a sivatagból jött hódító oszmán törökök részéről jelentkezett. Oglár bég 1665-ben adócsökkentést ígért a keresztyén jobbágyoknak faültetésért cserébe: „.... hitünk, ki életében ötven fát elültet, azt Allah megáldja” (Binder, 1983). Pusztába kiáltott szó lett az ajánlata, miként Mária Terézia császárnőnk 1769. évi erdőrendelete, melyben jó gazda előrelátásával előírja, hogy minden jobbágyporta évente 20 fát köteles ültetni. Utódja, I. József 1780-ban a Helytartótanács útján úgynevezett fűzfa „botoló üzemek” létesítését rendeli el a nagymértékű alföldi fahiány enyhítésére. Az intézkedés megtört a „kalapos király” miatti ellen-szenven, s ekkorra az alföldi paraszt tüzelőanyaga a nád és a szárított alomtrágya lett a fátlan rónaságon. A kialakult helyzeten nem segített az 1791. évi XLVII. törvénycikk, az első magyar erdőtörvény sem.

A XIX. század közepén az Alföld tengersík, kopár pusztáinak fásítását a nagycenki reformer is zászlójára tűzte: „...A fák ültetése tehát részint legelőink javítására, részint mezeink oltalmazására a nagy szelektől, ha valahol valójában nálunk áll napirenden...” (Széchenyi, 1840). A fásításra irányította a figyelmet az Alföld történetében eddig feljegyzett legnagyobb aszály, 1863-ban. A februártól decemberig tartó csapadékmentes időszak gócpontja a Nagyunság volt. Az itteni óriási állatállományból csak az maradt életben, melyeket ideglenesen el tudtak hajtani a Mátra alji, bérbe vett nádasokba (Györffy, 1922). 1864-ben a Helytartótanács Közlöttevényi Felügyelőségek felállítását rendelte el. Ekkor szembesültek azzal a mai napig tartó problémával, hogy akkorra már csak a leggyengébb adottságú, főként szikes talajok maradtak meg fásításra, azok is főként gyepterületeken. Pedig Földes (1895) is hangsúlyozza, hogy a fás terület mint természetes enyhely az év minden szakában védi az állatainkat az időjárás viszontagságaitól. Wessely (1864) és Tagányi (1896) különösen értékesnek tekinti az úgynevezett makkos erdőket, illetve a legelők makkot, illetve gyümölcsöt termő „hagyásfáit”. Az alföldi gazdálkodó (tisztelet a kivételnek) mégsem tűrt (tűrt) fát szántóművelésre alkalmas földön. Mivel főként szikes talajú termőhelyek álltak rendelkezésre fatelepítésre, Hóman (1880) tanulmányában a sziken történő fásításhoz szikes talajú faiskolában nevelt csemetéket javasolt bakhátas ültetési módszerrel, a termőréteg növelése céljából. Bedő (1896) és Berendy (1902) a legeltetett gyepek úgynevezett laposabb, vízjárta részein ligetes delelőerdők telepítését javasolják az állatállomány védelmében. Velük ellentétben Márton (1897) a feltétlen erdőtalajokon álló erdők gyérítésével látta elérhetőnek a legelőerdő-üzem kivitelezését, ahol a fák már nem képezik az erdőgazdálkodás tárgyát. Károly (1905) meghatározta a fa és gyepek kombinációinak három típusát, a fásított legelőt, a legelőerdőt s a ligetes legelőt. Bíró (1910) továbbfejlesztette a ligetes legelőként definiált formát, mely esetében a legelőn belül mozaikos formában lennének erdős

foltok, az erdőkre jellemző teljes záródással, míg a terület többi részét csak gyepnövényzettel rendelkező legelőként lehetne hasznosítani. Gyárfás (1921) a dunántúli szárazgazdálkodású legelőkön a hagyásfák és ligetek jelentőségét ecseteli a gyephozam és az állatok közérzete szempontjából. Béky (1926) szorgalmazza az alföldi legelők fásítását, maximum 1 kataszteri holdig, úgynevezett fajult (tömör) formázatban, hűsölő erdő célzattal. Gruber (1962) és Haraszi (1977) hangsúlyozzák a delelőerdő szerepét a hőségnapokon.

Stott és Williams (1962), valamint Roman-Ponce et al. (1977), szarvasmarhával folytatott kísérleteikben vizsgálták a delelőerdők szerepét a nyári forróságban, arra az eredményre jutottak, hogy a szellős árnyék a hőségnapokon kedvező hatással bír a tejtermelésre, és rendkívül előnyös a hízómarhák súlygyarapodására. Davison és munkatársai (1988) tejelő tehenekkel végzett queenslandi kísérletük során arra az eredményre jutottak, hogy azoknak a teheneknek, melyek a legeltetési időszak alatt árnyékhoz jutottak, alacsonyabb testhőmérséklet mellett javult a tejhozamuk, és csökkent a szomatikus sejtszám a tejükben. Holmes és Sykes (1984) szarvasmarhák és juhok testtömeg-gyarapodását hasonlították össze, s megállapították, hogy a juhok esetében a delelőerdő védőhatása nagyobb mértékben érvényesült. Juhok esetében paradox módon még hideg időjárás esetén is kedvezően hathatnak a legelőre telepített facsoportok. Doney et al. (1973), Lynch és Donnelly (1980), Alexander et al. (1967), valamint Jávorski et al. (1999) kutatásaik során arra az eredményre jutottak, hogy a ligetekbe húzódó szabad tartású juhoknál csökkent a meghűlésből eredő vetélések száma, illetve bérányozási időszakban a bérányelhullás.

Lejtős termőhelyeken a ligeterdők csökkenthetik az eróziót, megőrizve a sekély televényt a gyepnövényzetnek (Hawwley és Dymond, 1988). Saláta (2017) Északi-középhegységünkben végzett tipológiai felméréséből is kitűnik, hogy még számos, úgynevezett hegylábi gyepterületen, fás legelő formájában ott vannak a fák, s védik a talajt, a növényzetet, a legelő állatot. Haraszthy et al. (1997), Vandonberghe et al. (2007), valamint Varga et al. (2014) szerint a fáslegelő-habitus rendelkezik a legnagyobb diverzitásértékekkel. A felhagyás és a viszszaerdősülés csökkenti a növényzet diverzitását. Öllerer (2012) hat éven át vizsgálta Breit 133 hektáros fás legelőjét, és 470 növénytaxont azonosított. A fenti megállapításokat támasztják alá Bölöni et al. (2011) által szerkesztett MÉTA-térképek is. Plieninger et al. (2015) a fás legelőket Magas Természeti Értékű területek archetípusának tartják. A LUCAS adatbázis felhasználásával Magyarországon 2166 négyzetkilométerre becsülik a fás legelők összterületét, melyekből 171 helyszínt tartanak nyilván (www.arcanum.com). Az agro-erdő fogalma állami támogatás révén, napjaink egyik meghatározó K+F-témaköre (Nyári, 2006; Nair és Garrity, 2012). Fás legelő konkrét vizsgálatával hazánkban, Belső-Somogyban Selyem (1994), míg Észak-Bakonyban Horváth és Pintér (2003), valamint Kenéz et al. (2006) foglalkozott. Takács és Frank (2008) pedig a mezővédő erdősávok legeltetés szempontjából való használatát vizsgálta.

Precedens értékű, több évtizedes múlttal rendelkező fásítási kísérletek közül kettőt szeretnénk kiemelni, melyeket ezen tanulmány szerzőiként igen jól ismerünk. Hazánk egyik legrepresentatívabb szikfásítási kísérletei Püspökladányban (Farkassziget) találhatók. Führer (1995) a szikfásításnál perspektivikus fás szárú növényekkel elért tapasztalataikat adja közre. Figyelemreméltó két fehér akác fafajból álló delelőerdő telepítése (Hortobágy 5 A, B). A Karcagi Kutatóintézetben 1990-ben, bakhátas technológiával, közepes réti szolonyec talajon telepített, legelő szakaszhatároló véderdőkkel kapcsolatos, gyakorlatnak átadható tapasztalatairól Csízi (1998, 2001), valamint Monori-Csízi (2002) számoltak be.

A mindenkori kormányzat mindegyik erdőtörvényben (1879., 1961. és 2009. évi erdőtörvények) kifejezte a legelőkre telepített facsoportok létjogosultságát (Saláta, 2009; Saláta et al., 2013). Saláta (2017) megfogalmazása szerint: „A fás legelők a Kárpát-medence hagyományos legeltetési állattartásának tanúi.”. Andrásfalvy (2007) is kifejti, hogy kutatásai alapján még a 19. században is a legtöbb Kárpát-medencei községnek nem volt fátlan a közösségi legelője.

A számos pozitív példa ellenére Alföldünk füves pusztái napjainkban is, és most nem a Nemzeti Parkokra gondolunk, ahol a fátlan tájkép is része a folklórnak, szinte teljesen fátlan, semmi enyhet, szélvédelmet nem adó kopárok. Napjainkban a klímaváltozás generálta szélsőséges meteorológiai viszonyok igen megnehezítik többek között a legelőre alapozott juhtartást is. Konkrét időjárási adatok non stop rögzítése révén bizonyította a delelőliget jelentőségét napjainkban Csízi és Díz (2015), illetve Díz és Csízi (2016), összehasonlítva a hodályban deleltetés és a delelőerdőben történő deleltetés közötti különbségeket. 2019-ben, új gondolatokkal bővítve, ezen kísérletsorozat folytatására vállalkozott a kutatócsoportunk.

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat a MATE Karcagi Kutatóintézet 01712/1 helyrajzi számú gyepterületén, 550 db juhval hasznosított legelőkert rendszerében végeztük 2019 és 2021 között, ahol a nyáj saját etológiai szabályai között mozoghatott, csak éjszakára zártuk be őket vagyónvédelmi kényszerből. A kísérlet egyik helyszíne egy 1990-ben, a gyepterület mélyebb fekvésű, egyhektáros részén 2×2 m kötésben telepített, Blanche du Poitou szürkenyár-delelőerdő. A másik helyszín egy juhok által kedvelt, úgynevezett partos, cickafarkos-füves pusztasszociáció. Mindkét helyszín reprezentatív központjában kihelyezésre került 1-1 Conrad WH2080 típusú rádiójel-vezérlésű időjárásjelző készülék, melyek folyamatosan, esetleges emberi hiba nélkül rögzítették a hőmérsékleti és a légsebességi adatokat. A nagyszámú vizsgálati adathalmazból kiválasztottuk a legmelegebb hőségnapokat augusztus hónapban, melyek meghatározóak voltak a juhok a delelőerdőben tartózkodásának. A leíró statisztika értékelését a Microsoft Office Excel program segítségével elemeztük. Egytényezős varianciaanalízist használtunk a kontrollterület és a delelőerdő összehasonlítására, melyet szintén a Microsoft Office Excel program segítségével elemeztünk.

Eredmények és értékelésük

A delelőerdőben, valamint a kontrollterületen mért hőmérsékleti és szélesebbégi adatok, valamint statisztikai értékelésük az 1–2. táblázatban találhatóak.

1. táblázat: A vizsgált területeken mért hőmérsékleti értékek (°C) augusztus hőségnapjain 2019 és 2021 között (Karcag)

Dátum	Kontroll	Delelőerdő
2019. 08. 12	37,1	34,2
2019. 08. 13	36,3	33,5
2019. 08. 20	35,4	34,6
2019. 08. 21	35,3	31,7
2020. 08. 29	35	28,6
2020. 08. 30	36,3	32,4
2021. 08. 01	36,4	31,6
2021. 08. 08	35	29,1
2021. 08. 14	35,1	31
2021. 08. 15	36,1	34,1
2021. 08. 16	35,8	28,1
Várható érték	35,8	31,71818
Standard hiba	0,209328	0,700496
Medián	35,8	31,7
Módusz	36,3	-
Szórás	0,694262	2,323281
Minta varianciája	0,482	5,397636
Csúcsosság	-0,80009	-1,25592
Ferdeség	0,414183	-0,36352
Tartomány	2,1	6,5
Minimum	35	28,1
Maximum	37,1	34,6
Összeg	393,8	348,9
Darabszám	11	11

A legmagasabb hőmérsékleti adatot 2019. 08. 12-én mértük a vizsgálati időszak alatt (37,1°C), 2020. 08. 29-én pedig a legalacsonyabbat (35°C) a kontrollterületen. A delelőerdőben az átlagos hőmérsékleti érték 31,72 °C, a kontrollterületen 35,8°C. Az 1. táblázatunkból megállapíthatjuk, hogy a kontrollterületen átlagosan 12,93%-kal magasabb a hőmérséklet.

Varianciaanalízissel igazoltuk, hogy a kontrollterületen igazoltan magasabb volt a hőmérséklet, melynek eredménye szoros összefüggést mutatott (p-érték: 1,83E-05). Eredményeink alátámasztják Haraszti (1977), valamint Díaz és Csízi (2016) kutatási megállapításait a delelőerdők hőségnapokon betöltött szerepéről.

A legmagasabb szélsébségadatot 2019. 08. 13-án mértük a vizsgálati időszak alatt (6,6 m/s), 2020. 08. 20-án pedig a legalacsonyabbat (1,8 m/s) a kontrollterületen. A delelőerdőben az átlagos szélsébségérték 1,32 m/s, a kontrollterületen 3,6 m/s. A 2. táblázatunkból megállapíthatjuk, hogy a kontrollterületen átlagosan 172,73%-kal magasabb a légsebesség. Varianciaanalízissel igazoltuk, hogy a kontrollterületen magasabb volt a szélsébség, melynek eredménye szoros összefüggést mutatott (p-érték: 0,003). A delelőerdők szél elleni védőszerpét megerősítő adatainkkal hasonló eredményeket mutatnak Holmes és Sykes (1984), valamint Davison et al. (1988) kísérletei.

2. táblázat: A vizsgált területeken mért szélsébségértékek (m/s) augusztus hőségnapjain 2019 és 2021 között (Karcag)

Dátum	Kontroll	Delelőerdő
2019. 08. 12	4,9	3,7
2019. 08. 13	6,6	2
2019. 08. 20	1,8	0
2019. 08. 21	2,1	1,7
2020. 08. 29	3,9	3,7
2020. 08. 30	5,7	3,4
2021. 08. 01	3,4	0
2021. 08. 08	3	0
2021. 08. 14	2	0
2021. 08. 15	2,9	0
2021. 08. 16	3,3	0
Várható érték	3,6	1,318182
Standard hiba	0,469235	0,492825
Medián	3,3	0
Módusz	-	0
Szórás	1,556278	1,634514
Minta varianciája	2,422	2,671636
Csúcsosság	-0,23486	-1,55951
Ferdeség	0,797282	0,634693
Tartomány	4,8	3,7
Minimum	1,8	0
Maximum	6,6	3,7
Összeg	39,6	14,5
Darabszám	11	11

Következtetések

A klímaváltozás negatív hatásai a legelőre alapozott kérődző állattartás területén is gyökeres változásokat idézhetnek elő. Hazánk domb- és hegyvidéki területein tovább kedvezőbbek maradhatnak a fitomasszatermelődés feltételei a gyepeken például húsmarhatartás tekintetében, mint a nap melegétől „izzó” alföldi szikes pusztáinkon, ahol elsősorban a juhtartás marad gyepphasznosító ágazatnak.

Az alföldi pusztákon tartott nyájak napközbeni legeltetési időszakai gyakorta rövidülnek az egyre gyakoribb hőségnapok miatt. A kora délutáni kérődzési helyszín pedig se a gyepon, se a hodályban messze nem optimális. A számos szerző által javasolt delelőerdővel kapcsolatban konkrét adatbázis létrehozásába kezdtünk, melyet az évjáratok különbözősége miatt feltétlen folytatni szándékozunk.

Irodalomjegyzék

- Agnoletti, M. (2006): Traditional knowledge and the European Common Agricultural Policy. Firenze, IUFRO, pp. 17–25.
- Alexander, N. (1967): Notes on farm shelter and shade. *Farm Forestry* 9: pp. 3–11.
- Andrásfalvy B. (2007): A Duna mente népének ártéri gazdálkodása. Budakeszi, Ekvilibrium. xx378 p.
- Bartha D. (2003): Történelmi legelőhasználatok Magyarországon. *Magyar Tudomány* 12: pp. 90–102.
- Bedő A. (1896): Erdészet. In Magyarország földművelése. Budapest, Hornyánszky Viktor Könyvnyomdája. Különlenyomat pp. 763–764. <https://mek.oszk.hu/21300/21323/21323.pdf>
- Béky I. (1926): Az alföldi gazdasági visszafásításokról. *Erdészeti Lapok*. OEE-kiadvány, pp. 18–19.
- Bergmeier, E. – Petermann, J. – Schöder, E. (2010): Geobotanical survey of wood-pasture habitats in Europe: diversity, threats and conservation. *Biodiversity and Conservation* xx19: pp. 2995–3014.
- Berendy B. (1902): A legeltetés kérdése, 28.
- Bíró J. (2010): A legelőerdők berendezéseiről és gyepesítéséről különös tekintettel a Székelyföldre. *Erdészeti Lapok* 49: 7 pp. 38–69.
- Binder P. (1983): Utazások a török birodalomban. Bukarest, Kriterion Könyvkiadó, 283 p.
- Bölöni J. – Szmorad F. – Varga Z. – Kun A. – Molnár Zs. – Bartha D. – Tímár G. – Varga A. (2011): Fáslegelők, fáskaszálók, legelőerdők, gesztenyeligetek. In Magyarország élőhelyei. Vegetációtípusok leírása és határozója. ÁNÉR, pp. 359–362.
- Briggs, J. M. – Collins, S. L. (2008): Steppes and Prairies. *Encyclopedia of Ecology*.
- Csízi I. (1998): Shelter belts for paddock fencing. *EGF* 17th. Debrecen, pp. 227–230.
- Csízi I. (2001): Természetes szakaszhatárolás lehetőségei tiszántúli extenzív juhlegelőkön. In Nagy G – Pető K – Vinczeff I (szerk.) Gyepgazdálkodásunk helyzete és kilátásai: Többirányú gyephasználat szaktanácsadási alapjai III., Debreceni Gyepgazdálkodási Napok 17. Debrecen, Magyarország 2000. 04. 14. Debrecen, Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, pp. 176–179.

- Csízi I. – Díaz, F. D. (2015): Delelőerdők a juhtartás szolgálatában. In V. Gödöllői Állattenyésztési Tudományos Napok. Gödöllő, Magyarország 2015. 10. 21. – 2015. 10. 22. pp. 19–23.
- Davison, T. M. – Silver, B. A. – Lisle, A. T. – Orr, W. N. (1988): The influence of shade on milk production of Holstein-Friesian cows in a tropical upland environment. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 28: 149–154.
- Díaz, F. D. – Csízi I. (2016): Különböző delelőhelyek klimatikus paramétereinek összehasonlítása egy karcagi legelőn. In Tóth Cs. (szerk.) Őshonos- és tájfajták – Ökotermékek – Egészséges táplálkozás – Vidékfejlesztés: A XXI. század mezőgazdasági stratégiái. Nyíregyháza, Magyarország 2016. 10. 05. – 2016. 10. 07. Nyíregyháza: Nyíregyházi Egyetem Műszaki és Agrártudományi Intézet, p. 42.
- Dorner B. (1928): Rétek és legelők művelése és termésfokozása. Budapest, Athenaeum Irodalmi és Nyomdai Rt. 360 p.
- Doney, J. M. – Gunn, R. G. – Griffiths, J. G. (1973): The effect of premature stress on the onset of oestrus and on ovulation rate in Scottish Blackface ewes. *Journal of Reproduction and Fertility* 35: pp. 381–384.
- Ellis, E. A. – Nair, P. K. R. – Jeswani, S. P. (2005): Development of a web-based application for Agroforestry planning and tree selection. *Computers and Electronics in Agriculture* 49: pp. 129–141.
- Éber E. (1990): A magyar állattenyésztés fejlődése. Budapest, Agroinform Kiadóház. [Éber E. 1961. évi művének reprintje. pp. 25–41.]
- Földes J. (1895): A legelő-erdők. Országos Erdészeti Egyesület kiadványa. Budapest. 198.
- Führer E. (1995): Erdészeti Kutatások. Budapest, Erdészeti Tudományos Intézet, 184 p. (Erdészeti tudományos Intézet Közleményei. 85.)
- Gruber F. (1962): A legelők fásítása. A korszerű legelő és rétgazdálkodás gyakorlata. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó. pp. 62–65.
- Gyárfás J. (1921): Fásítás. In Nyíri (szerk.) Sikeres gazdálkodás szárazságban. Budapest, Mezőgazdálkodási Kiadó. pp. 217–223.
- Györfi I. (1922): Nagykunsági Krónika.
- Haraszthy L. – Márkus F. – Benk L. (1997): A fás legelők természetvédelme. Budapest, WWF, 23 p. (WWF-füzetek 12.)
- Haraszti E. (1977): Az állatok környezetigénye a legelőkön. Az állat és a legelő. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó, 57–63.
- Hawley, J. G. – Dymond, J. R. (1988): How much do trees reduce landsliding? *Journal of Soil Water Conservation* 43: pp. 495–498.
- Holmes, C. W. – Sykes, A. R. (1984): Shelter and climatic effects on livestock. *Water and Soil Miscellaneous Publication* 59.
- Horváth J. – Pintér B. (2003): A pénzesgyőri fás legelő természeti értékei. Vác, Pangea Egyesület, 28. p.
- Hóman, B. (1880): A szikes talaj műveléséről és fatenyésztéséről. pp. 925–928.
- Jávor A. – Molnár Gy. – Kukovics S. (1999): Juhtartás összehangolása a legelővel. In:

- Nagy G. – Vinczeffly I. (szerk.) Agroökológia – gyepek – vidékfejlesztés: többirányú gyephasználat szaktanácsadási alapjai II.: Debreceni Gyepgazdálkodási Napok 15. Debrecen, Magyarország 1999. 10. 08. – 1999. 10. 08. Debrecen, Debreceni Agrártudományi Egyetem (DATE), pp. 169–172.
- Károly R. (1905): Rét- és legelőművelés gyakorló és tanuló gazdák részére. Budapest, Franklin Társulat, p. 165–176.
- Keesman, K. J. – Graves, A. – Werf, W. – Burgess, P. J. – Palma, J. – Dupraz, C. – Keulen, H. (2011): A system identification approach for developing and parameterising an agroforestry model under constrained availability of data. *Environmental Modelling Software* 26: pp. 1540–1553.
- Kenéz Á. (2006): A Pénzesgyőri-Hárskúti hagyásfás legelő tájtörténeti, botanikai és környezetgazdálkodási viszonyainak feltárása. [TDK-dolgozat] Gödöllő, Szent István Egyetem. 127 p.
- Lynch, J. J. – Donnelly, J. B. (1980): Changes in pasture and animal production resulting from the use of windbreaks. *Australian Journal of Agricultural Research* 31: pp. 967–969.
- Márton S. (1897): A legelő-erdők berendezésénél figyelembe veendő tényezőkről. *Erdészeti Lapok* 36: 8 pp. 619–647.
- Monori I. – Csízi I. (202): Extenzív juhlegelők szélvédő fásítási lehetőségei. *Magyar Mezőgazdaság. Magyar Juhászat* 9: 8.
- Mosquera-Losada M. R. – Riguero-Rodriguez A. – McAdam J. (2006): *Silvopastoralism and Sustainable Land Management*. Lugo, Spain, CABI. 429 p.
- Nair, P. K. R. – Garrity, D. (2012): *Agroforestry research and development. The Future of Global Land Use*. Springer Science + Business Media. Dordrecht. pp. 515–531.
- Nyári L. (2006): Az agroerdő-gazdálkodás termelési rendszerei. *Agrár-erdészeti Jegyzetek* 3: 4.
- Öllerer, K. (2012): The flora of the Breite Wood-pasture, Sighisoara. *Brukenenthal. Acta Musei* 7: 3 pp. 589–604.
- Plieninger, T. – Hartel, T. – Martín-López, B. – Beaufoy, G. – Bergmeier, E. – Kirby, K. – Montero, M. J. – Moreno, G. – Oteros-Rosas, E. – Uytvanck, J. V. (2015): Wood pastures of Europe: Geographic coverage, social ecological values, conservation management, and policy implications. *Biological Conservation* 190: pp. 70–79.
- Rois-Díaz, M. – Mosquera-Losada, M. R. – Rigueiro-Rodríguez, A. (2006): Biodiversity Indicators on Silvopastoralism across Europe. *EFI* 21: 66.
- Roman-Ponce, H. – Thatcher, W. W. – Buffington, D. E. – Wilcox, C. J. – van Horn, H. H. (1977): Physiological and production responses of dairy cattle to a shade structure in a subtropical environment. *Journal of Dairy Science* 60: pp. 424–430.
- Saláta D. (2009): Legelőerdők egykor és ma. *Erdészettörténeti Közlemények* 79. pp. 1–80.
- Saláta D. – Varga A. – Penksza K. – Malatinszky Á. – Szalai T. (2013): Agrárerdészeti rendszerek és alkalmazási lehetőségeik a hazai ökológiai gazdálkodásban. *AWETH* 9: 3 pp. 315–320.
- Saláta D. (2017): Az Északi-középhegység fás legelőinek tipológiája és természetvédelmi vonatkozásai. PhD-értekezés. Gödöllő, SZIE Környezettudományi Doktori Iskola.
- Selyem J. (1994): Adatok Belső-Somogy legelőerdeinek beerdősüléséhez. Sopron.

- Stott, G. H. – Williams, R. J. (1962): Causes of low breeding efficiency in dairy cattle associated with seasonal high temperatures. *Journal of Dairy Science* 12: pp. 1369–1375.
- Széchenyi I. (1840): *Selyemről*. Pest. pp. 14–24.
- Tagányi K. (1896): *Magyar Erdészeti Oklevéltár II*. Budapest, Országos Erdészeti Egyesület.
- Takács V. – Frank N. (2008): The Traditions, Resources and Potential of Forest Grazing and Multipurpose Shelterbelts in Hungary. *Springer*, pp. 415–435.
- Varga A. – Bölöni J. (2009): Erdei legeltetés, fás legelő, legelőerdők tájtörténete. *Természetvédelmi Közlemények* 15: pp. 68–79.
- Varga A. – Bölöni J. – Saláta D. – Bíró M. – Horváth F. – Samu Z. T. – Bodor Á. – Molnár Zs. (2014): Magyarországi fás legelő és legelőerdők jelenlegi természetvédelmi helyzete és problémái. *Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében*. Sopron, Nyugat-magyarországi Egyetemi Kiadó, 225 p.
- Vanderberghe, C. – Freléchoux, F. – Moravie, M. A. – Gadallah, F. – Buttler, A. (2007): Short term effects of cattle browsing on tree sapling growth in mountain wooded pastures. *Plant Ecology* 188: pp. 253–264.
- Vera, W. M. (2000): *Grazing Ecology and Forest History*. CABI. 506 p.
- Wessely J. (1864): Az mint mentő a takarmány szűkében. *Erdészeti Lapok* 7: pp. 209–221.
- xxwww.arcanum.com/hu

Különböző genotípusú anyajuhállományok zsírosgyapjú-hozamának összehasonlítása

^{1,2}Fúró Gabriella – ^{1,3}Varga Krisztina – ¹Csízi István

¹MATE Karcagi Kutatóintézet

²Állattenyésztési Tanszék Doktori Iskolája, Minnesotai Egyetem

³Kerpely Kálmán Doktori Iskola, Debreceni Egyetem

Összefoglalás: Napjainkban a gyapjú nehézséget jelent a juhágazat számára állatjóléti szempontok, nyereségesség és az egyre kevesebb birkanyíró számát tekintve. Vizsgálatunkban három juhgenotípus (berrichon du cher, blanc du massif central és magyar merinó) anyáiról frissen lenyírt zsíros gyapjú (a juh hátán és a vállakon található kezeletlen gyapjú) súlyának összehasonlítását végeztük el. Az eredmények alapján mindhárom genotípus zsírosgyapjú-tömege különbözött ($P < 0,05$). Átlagosan a legkevesebb zsíros gyapjút a blanc du massif central anyáknál találtunk, melyet a berrichon du cher és a magyar merinó követett. A kevesebb gyapjúval rendelkező juhgenotípusok ígéretesnek tűnnek, mivel csökkentik a juhok számára a gyapjúval járó fiziológiai terheléseket, mind a gyapjú termelésével, mind a megfelelő testhőmérséklet fenntartásával, valamint kedvezőbb állatjólétet és nagyobb jövedelmezőséget jelenthet.

Kulcsszavak: zsírosgyapjú-hozam, berrichon du cher, blanc du massif central, magyar merinó

Bevezetés

A juh zsíros gyapjúja évszázadokon keresztül igen keresett árucikk volt világszerte. Ennek az igénynek a kielégítésére olyan juhajták tenyésztése indult meg, melyek értékes gyapjúértékmérő tulajdonságokkal rendelkeztek: például magas zsírosgyapjú-hozam (például romney-, corriedale-, merinófajták), finom szálvastagságú gyapjú. Ennek következtében Magyarországon még mindig sok magyar merinó van, mely kettős hasznosítású fajta, vagyis a gyapjútermelése és a gyapjúszálfínomsága kiváló, de közepes testű és közepes húsformájú. A zsíros gyapjú eladásából származó árbevétel fedezte az anyák egész éves takarmányköltségét a juhászatokban a nyolcvanas években Magyarországon (Csernáné Nagy, 2018), mivel a magyar textilipar alapvető nyersanyagaként 70%-os állami támogatást kapott (Vass, 2017). A magyar textil-, és a gyapjú-feldolgozóipar megszűnt a rendszerváltást követően, így mint feldolgozatlan nyersanyag számára új piacot kell keresnünk, mely Kínában és Indiában található. A finomszálas gyapjú iránt van kereslet a világon, az ausztrál merinó gyapjú kiváló minőségű, keresett a kínai piacon (Vass, 2017, Kukovics és Jávör, 2017). Az elmúlt években azonban magát a nyírás költségeit sem fedezte a zsíros gyapjú értékesítéséből származó termelési érték Magyarországon, és hasonló problémáról számolnak be Európa-szerte a juhtartók (Halmos és Toldi, 2022). 2022 januárjában Magyarországon a gyapjú felvásárlási ára kilogrammonként 20 és 110 Ft

között mozgott (MÁL, 2022). Egy merinó anya átlagosan 4-6 kg gyapjúhozammal rendelkezik (MJKSZ, 2022a), és átlagosan 600 Ft/db áron nyírták (Szűcs, 2022). Mivel a gyapjúból származó árbevétel közel sem fedezi annak költségeit, sok gazda közvetlenül a szemételepre szállítja az eladhatatlan gyapjút veszélyes hulladékként, vagy környezetszennyező módon elégeti, mely szintén jelzi a helyzet komolyságát és fenntarthatatlanságát.

További problémát jelent, hogy egyre nehezebb birkanyírókat találni, a szakemberek életkora egyre nő, kevés a fiatalok utánpótlása. A birkanyírók gyakran utaznak többszáz kilométert egy-egy nyájhoz, mely hozzáadódik a költségekhez, illetve a minél kevesebb birkanyíró csapat járványvédelmiileg is veszélyt jelenthet, ha a megfelelő fertőtlenítés elmarad.

Az utóbbi évtizedekben a gyapjú eladhatatlanná vált, az árbevételt a bárányok értékesítése jelenti, ezért a magas gyapjúhozamú fajták helyett egyhasznú húsfajták kerültek előtérbe. Magyarországon a húsfajták gyapjútermeléséről keveset tudunk, mivel a gyapjúra irányuló kötelező adatszolgáltatás csak a magyar merinó fajtára vonatkozik: (1) a törzskönyvbe kerülés feltétele, hogy a fűrtmagasság minimum 6 cm legyen éves korban a nőivarú, és minimum 8 cm a hímivarú állatoknál, valamint a szálfinomság maximum 28 mikron; (2) kötelező az adatszolgáltatás az éves lenyírt zsírosgyapjú-tömegről (MJKSZ, 2022a). Réspiacként, például gyapjufonal előállításához van igény a finom szálvastagságú merinó zsíros gyapjúra (maximum 24 mikron), mely egy szűk termelői réteg számára értékesítési lehetőség marad, viszont a hústípusú fajtákkal keresztezett állatoknál ez az érték magasabb (24-28 mikron), így nem keresett termék.

A gyapjú állatjóléti és fiziológiai szempontból is felvethet többféle aggályt. A vastagabb gyapjúban nagyobb eséllyel telepedhetnek meg élősködők, melyek közvetlen fájdalmat és kellemetlenséget okozhatnak a birkáknak (Horback, 2019). A globális felmelegedés következtében egyre gyakrabban lehet extrém magas hőmérsékletre számítani nyáron, mely nagyobb hőstresszt okozhat a vastagabb gyapjúval rendelkező birkáknak. A gyapjúnövesztés és az esetleges hőstressz esetén a testhőmérséklet fenntartása fiziológiailag megterheli a birkák szervezetét, hasznos erőforrásokat vonva el a hús-, és tejtermeléstől, valamint a szaporaságtól, és többlet takarmányozási költséget is jelent (Piccione et al, 2002, Csizmár et al, 2014). Ezért a minél kevesebb gyapjútermelés vált ideálissá, melyhez a környezeti feltételeket (téli hőmérséklet, éghajlat), a tartástechnológiát és az állat igényeit figyelembe kell venni, hogy az állatjóléti és a termelési mutatók ne sérüljenek. Ez az igény utat nyitott több meleg égővi szőrös juh fajta (e.g., szomáli, kameruni, barbadoszi) elterjedésének, és keresztezésekben való felhasználásának húshasznú gyapjas juhokkal, melyek így vedlőgyapjas fajtákká váltak. Például a dél-afrikai dorper – mely a dorset horn és a szomáli (perzsa) genotípusok keresztezéséből jött létre az 1930-as években – ötvözve a hústípusú juh fajták, és a jó ellenálló képességű szőrös afrikai fajták előnyeit, vedlőgyapjas lett (Csizmár et al, 2014). Magyar kutatók a 2010-es évek környékén importáltak és kereszteztek szőrös juh fajtákat, és tanulmányozták a végtermék jerkebárányok teljesítményét hazai körülmények között, melyek dorper × barbadoszi apáktól, és dorper × barbadoszi vagy szomáli × barbadoszi vagy barbadoszi × dorper vagy csókai cigája × barbadoszi anyáktól származtak. A kutatók célja a gyapjűmmennyiség csökkentése volt a birkák vedlővé alakításával, illetve jó szaporasági mutatók fenntartásával, és kedvező húsformák kialakítása (Kovács et al, 2008, Kakuk, 2012, Csizmár et al, 2014).

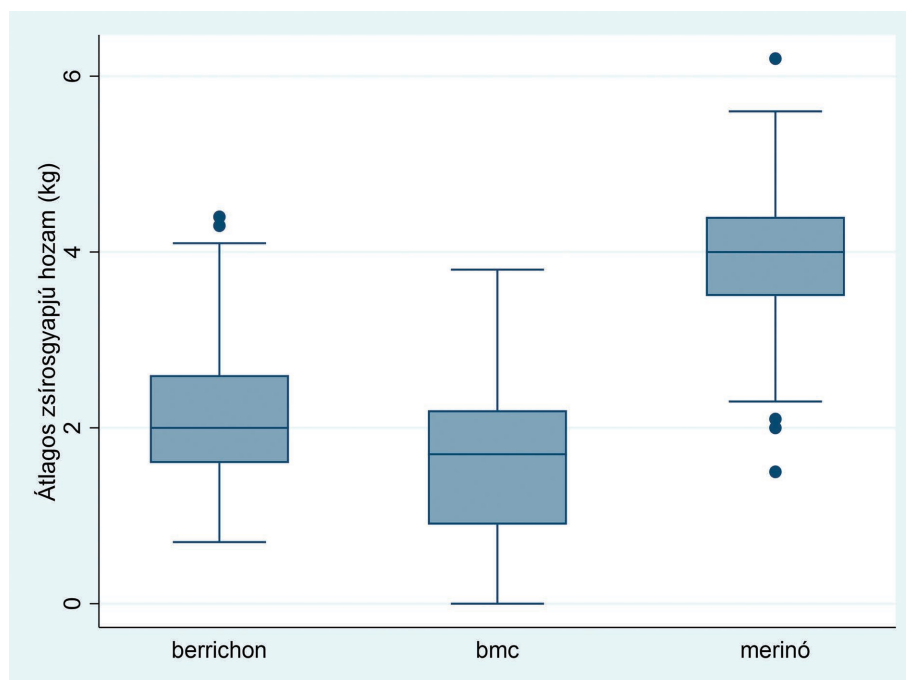
A jelen kutatás célja, hogy (1) három juhgenotípus anyáinak gyapjúhozamát összehasonlítsuk, és (2) előzetesen megvizsgáljuk két hústípusú birka zsírosgyapjú-termelését, mivel erről nem állnak rendelkezésre információk Magyarországon.

Anyag és módszer

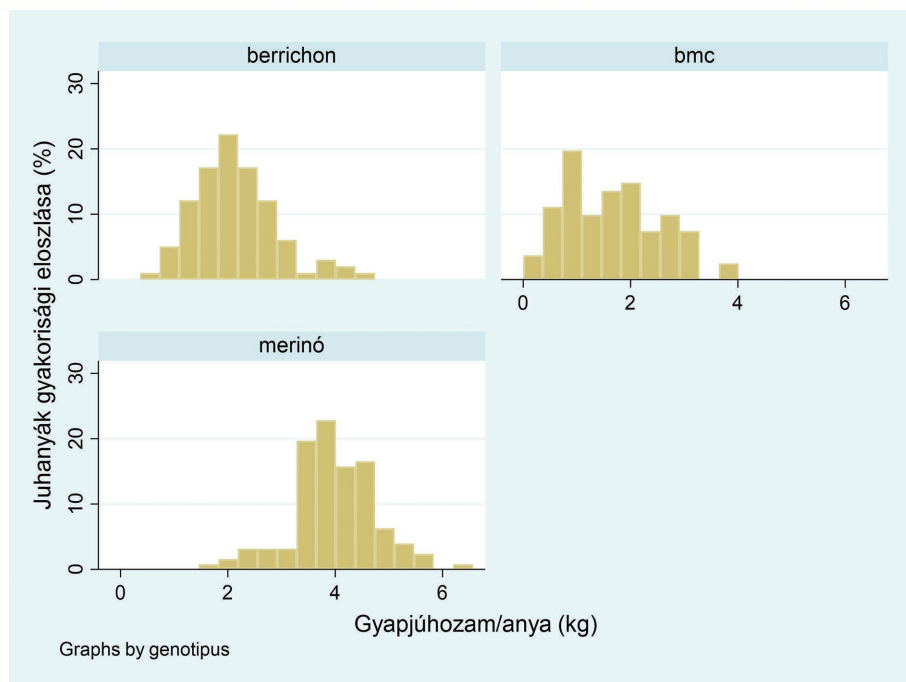
A MATE Karcagi Kutatóintézetében 2022. május 5-én volt az éves birkanyírás, ahol berrichon ($n = 99$), blanc du massif central (bmc, $n = 81$), és magyar merinó ($n = 127$) anyajuhokról a frissen, géppel lenyírt zsíros gyapjú tömegét tizedesjegy-pontosságú mérleggel mértük meg. A haslábgypajút nem használtuk fel az adatgyűjtésnél, mivel az értéktelenebb, értékesítésük is nehezebb. Az anyák egyedi azonosítóval rendelkeznek, átlagéletkoruk 3,5, 2,7, és 4,8 év volt a berrichon-, bmc- és merinócsoportokban. Mivel a zsírosgyapjú-változó nem mutatott normál eloszlást a Shapiro–Wilk-teszt alapján, valamint legalább három, egymástól független csoportot hasonlítottunk össze, ezért Kruskal–Wallis nem paraméteres tesztet végeztünk. Ezt követően Dunn-utótesztet végeztünk a genotípusok páronkénti tesztelésével, hogy megállapíthassuk, mely párok különböznek egymástól (Stata szoftver 16 verzió). Az adatokat Stata szoftverrel (16 verzió) illusztráltuk. A gyapjúhozam átlaga mellett feltüntettük a standard hibát.

Eredmények és értékelésük

A Kruskal–Wallis-teszt igazolta a szignifikáns különbséget az anyák átlagos gyapjúhozamában a genotípusok között (khí négyzet = 188,965, sz.f. = 2, $P = 0,0001$). A levágott zsíros gyapjú tömege átlagban $1,66 \pm 0,10$ kg volt a bmc, $2,14 \pm 0,08$ kg a berrichon, és $3,97 \pm 0,07$ kg a magyarmerinó-anyáknál (1. ábra). A Dunn-teszt alapján mindhárom csoport átlaga páronként vizsgálva különbözött egymástól, vagyis a bmc- és a berrichonanyák gyapjúhozama ($P = 0,008$), a bmc- és a merinóanyák gyapjúhozama ($P < 0,0000$), és a berrichon- és merinóanyák gyapjúhozama ($P < 0,0000$) szignifikánsan eltér.



1. ábra: Az átlag zsírosgyapjú-hozam (kg) genotípusonként



2. ábra Juhanyák gyakorisági eloszlása (%) egyedi zsírosgyapjú-hozamra vetítve (kg/anya)

A berrichonanyák közel 70%-a 1,5 és 3 kg zsíros gyapjút adott, és átlagban 2 kg gyapjút nyírtak le (2. ábra), a minta kiegyenlítetten oszlott el az átlag körül. A bmc-anyák közel harmada adott kevesebb, mint 1 kg zsíros gyapjút, és 2/3 adott kevesebb, mint 3 kg zsíros gyapjút fejenként. A merinók többsége, közel 80%-a viszonylag egyöntetűen, 3,5 és 5 kg közötti zsíros-gyapjú-hozamot mutatott.

Következtetések

A magyar juhtenyésztésben jelenleg többféle trend jelentkezik: (1) a fő bevétel a bárány értékesítésből származik, mely a húsfajták tartásának kedvez; (2) átlagban a magyar zsíros gyapjú eladhatatlan és veszteséges, noha világszerte van igény a finomszálas zsírosgyapjúra; (3) a magyar birkák nagy része gyapjas, melyeket évente egyszer nyírni kell.

Vizsgálatunk egyik jelentősége, hogy adatot biztosítunk a magyarországi viszonyok között tartott francia húsfajták zsírosgyapjú-hozamáról. A gyapjúhozamot vizsgálva a három genotípus körében az eredményeink azt mutatták, hogy a bmc-fajta rendelkezett a legkisebb átlagos zsírosgyapjú-tömeggel, mely több szempont szerint is ígéretes: a bmc esetén a gyapjú kevesebb volt, és jellemzően a háton található, az állatok hasa kopasz (MJKSZ, 2022b), hasonlóan a berrichon (MJKSZ, 2022c) juhokhoz. Ezzel ellentétben a merinónak a feje, az első végtagok lábtőig, a hátsó végtagok csánkig, és a hasa is gyapjas (MJKSZ, 2022a). A merinó nyírása ezért nagyobb szakértelmet kíván, és a nyírás ideje ennek megfelelően hosszabb. A rövidebb nyírási idő az állat számára is kedvezőbb állatjóléti szempontokból, hiszen kevesebb időt tölt el lefoga-va a nyírás során számára stresszes körülmények között. Továbbá, míg a merinónál szükséges

„leültetni”, és forgatni a birkákat, hogy minden testrésze le legyen nyírva a gyapjú, a bmc-nél vagy a berrichonfajtáknál elképzelhető, hogy az állatot lerekesztve ugyan, de állva, ültetés és forgatás nélkül nyírassuk a hátán lévő gyapjút. A kevesebb, és birkanyírás szempontjából előnyösebben a testen elhelyezkedő gyapjú felveti a lehetőségét annak, hogy birkanyírók hiányában és a költségsökkentés érdekében a juhászok saját maguk nyírják a birkákat.

Saját, intézeti megfigyeléseink szerint (Balog, 2022), ha a bmc-genotípusú birkák megáznak legeltetés során, akkor könnyebben megszáradnak, míg a merinó birkák hajlamosak megfázni és emiatt megbetegedni, mivel a gyapjuk nehezebben szárad. Ez a megfigyelés felveti a kisebb munkaerőszükséglet lehetőségét, mivel legelőkert vagy szakaszos legeltetés alkalmazása során nem szükséges a juhással állandóan őriztetni a nyáját, aki „fél szemmel az eget lesi”, hogy egy esetleges zápor esetén a merinónyáját visszahajtsa a hodályba, elkerülve a megfázás lehetőségét (Balog, 2022).

Előnyös lehet a magyar juhtenyésztés számára, ha a merinó genotípusú anyákat bmc-kosokkal üzetik, mivel az értékesíthető bárány jobb hústermelési mutatókkal rendelkezik, így magasabb áron értékesíthető, gazdaságosabb a termelésük.

Jövőbeli kutatás számára mindenképpen ajánlott a bmc-fajta további tanulmányozása, vagyis szelektálni olyan birkákat, amelyek kiváló hústermelési mutatókkal, és egyre kevesebb gyapjúval rendelkeznek, illetve a magyar merinó x bmc-utódok tanulmányozása gyapjú-, hústermelés-, és szaporaság szempontjából. Kutatásunkból kiderült, hogy 35%-a bmc-anyáknak növesztett maximum 1 kg tömegű zsíros gyapjút, mely arány 6% volt a berrichon-, és 0% a merinóanyáknál, így mindenképpen indokolt ezen bmc-genotípusú, hasonlóan kevés gyapjúval rendelkező kosokkal párosztatni, és az utódok teljesítményét vizsgálni.

A magyar merinó magas szálfinomságú (24 mikron alatti) zsíros gyapja keresett, prémium árucikk bárhol a világban, de a feldolgozás és az értékesítés kérdéseit meg kell oldani. A finomgyapjas egyedek szelekciója segítheti az egységes, finomgyapjú-árualap létrejöttét, viszont a birkanyíráshoz szükséges élőmunkát egyre nehezebb biztosítani. Talán a birkanyíró robotok elterjedése (Trevelyan, 1989) orvosolhatja ezt a problémát, de vajon mikor és milyen áron?

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki a MATE KKI juhászatában dolgozó munkatársaknak, akik nap mint nap gondoskodnak a juhokról, és Balog Lajos Zoltán juhtenyésztési asszisztensnek a konstruktív gondolataiért.

Irodalomjegyzék

- Balog L. Z. (2022): Szóbeli közlés, MATE KKI Juhtenyésztési asszisztens
- Csernáné Nagy Zs. (2018): Modernizáció lehetősége a juhágazatban. [Tananyag] Szegedi Tudományegyetem Állattudományi és Vadgazdálkodási Intézet, <https://eta.bibl.u-szeged.hu/id/eprint/643>
- Csizmár N. – Budai Cs. – Gavojdian D. – Egerszegi I. – Kovács A. – Jávora A. – Oláh J. (2014): A dorper juhajták. Állattenyésztés és Takarmányozás 63: 3 pp. 240–252.
- Halmos Á. – Toldi Gy. (2022): Mindenhol csak gyűlik a gyapjú. Magyar Mezőgazdaság 2022. 03. 12. <https://magyarmezogazdasag.hu/2022/03/12/mindenhol-csak-gyulik-gyapju>
- Horback, K. (2019): Applied cognition research to improve sheep welfare. Animal Sentience 25: 18 DOI: <https://doi.org/10.51291/2377-7478.1453>
- Kakuk Zs. (2012): Dorper és keresztezett bárányok teljesítményvizsgálata. [Diplomadolgozat] Debrecen, Debreceni Egyetem.
- Kovács A. – Kukovics S. – Han J. – Oláh J. – Jávora A. (2008): The advent of breeding hairsheep. Poster. European Meeting of the European Association for Animal Production. Vilnius.
- Kukovics S. – Jávora B. (2017): A gyapjúról Magyarországon és Ausztráliában. Magyar Juhászati Keszketenyésztés: A Magyar Mezőgazdaság Melléklete 26: 12 pp. 2–5.
- MÁL (2022): Juh-ár-info. Gyapjú felvásárlási ár 2022. január. Magyar Állattenyésztők Lapja 27: 2022. január p. 44.
- MJKSZ (2022a): Magyar merinó juh. Tenyésztési cél, fajtajellemzők, küllemi leírás, törzskönyvbe kerül feltételei. Magyar Juh- és Keszketenyésztők Szövetsége, <https://mjksz.hu/tenyesztes/fajtak/magyar-merino-juh>
- MJKSZ (2022b): Blanc du massif central (BMC) juh. Tenyésztési cél, fajtajellemzők, küllemi leírás, törzskönyvbe kerül feltételei. Magyar Juh- és Keszketenyésztők Szövetsége, <https://mjksz.hu/tenyesztes/fajtak/blanc-du-massif-central-bmc-juh>
- MJKSZ (2022c): Berrichon du cher juh. Tenyésztési cél, fajtajellemzők, küllemi leírás, törzskönyvbe kerül feltételei. Magyar Juh- és Keszketenyésztők Szövetsége. <https://mjksz.hu/tenyesztes/fajtak/berrichon-du-cher-juh>
- Piccione, G. – Caola, G. – Refinetti, R. (2002): Effect of shearing on the core body temperature of three breeds of Mediterranean sheep. Small Ruminant Research, 46: 2–3 pp. 211–215.
- Szűcs P. (2022): Szóbeli közlés, birkanyíró
- Trevelyan, J. P. (1989): Sensing and control for sheep shearing robots – IEEE, Transactions on Robotics and Automation 5: 6.
- Vass J. (2017): Mi újság a hazai gyapjúpiacon? Magyar Juhászati és Keszketenyésztés 2017/2.

Különböző fejlődési stádiumú zsombékok morfometriai paramétereinek pontosítása

^{1,2}Varga Krisztina – ¹Csízi István – ^{1,3}Fúró Gabriella

¹MATE Karcagi Kutatóintézet

²Kerpely Kálmán Doktori Iskola, Debreceni Egyetem

³Állattenyésztési Tanszék Doktori Iskolája, Minnesotai Egyetem

Összefoglalás: A szolonyec talajú szikes gyepeken a mikroreliefviszonyok s a rossz vízáteresztő képességű agyag különleges gyepfelszín-formációk kialakulásának kedvez. Az év jelentős részén vízállásos területeken a tájra jellemző zsombékosodás indulhat meg, mely alapvetően különbözik a lápi területeken kialakultaktól. Mivel a szolonyec talajon képződött zsombékokról minimális a számszerű adat, célkitűzésünk a hiánypótló adatszolgáltatás a zsombékok számbeli és térbeli felvételezése kapcsán. Vizsgálataink helyszíne a MATE Karcagi Kutatóintézetének 1987 óta nem hasznosított, vízállásos gyepterületei voltak, ahol két eltérő fejlettségű zsombékmezőn. 2 × 2 m-es quadrátokban, 10 ismétlésben vizsgáltuk a zsombékszámot, valamint zsombékmagasságot és övméretet.

Kulcsszavak: magasság, övméret, extenzív gyepp, zsombék

Bevezetés

A környezetvédelmi célú támogatások egyértelműen a természetes élővilág javára billentik a mérleg nyelvét az extenzíven hasznosított hazai gyepeinken. Mind a flóra, mind a fauna számára nyitott a lehetőség az adott gyepek biotóp potenciális kihasználására. A tiszántúli szikes gyepekre jellemzőek a kifejezett mikroreliefviszonyok, melyeket lényegesen befolyásol az időszakos felszíni vízborítás (vízárja), különösen a lapályosabb részeken (Molnár–Csízi, 2015). A szolonyec szikesek sekély termőrétege, a talaj magas agyagtartalma és rossz vízáteresztő képessége különleges gyepfelszín-formációk kialakulásának kedvez. A mélyebb fekvésű, gyakran az év jelentős részében vízállásos területeken a tájra jellemző úgynevezett zsombékosodás indulhat meg. A zsombékmező megítélése a mai napig kettős mércével történik. A gazdálkodók részéről általában negatív a hozzáállás, mivel a terület kaszálása szinte lehetetlen. A környezetvédők szerint ugyanakkor a zsombékosok kiváló élő-, illetve búvóhelyül szolgálhatnak számos állatfajnak, így növelve a terület biodiverzitását. Két oldal kibékíthetetlen ellentéttel, melynek feloldására mi sem vállalkozhatunk, de adatfelvételezés kapcsán úgy véljük, számszerűsíthetjük a problémát. Kutatási célkitűzésünk tehát hiánypótló adatszolgáltatás a szolonyec talajon kialakult zsombékosok számbeli és morfometriai paramétereinek felvételezése kapcsán.

A gyepművelési ág 754,5 ezer ha-t képvisel hazánk területéből (KSH, 2021). Ebből a MÉTA adatbázis felmérése alapján körülbelül 190 ezer ha a szikes területek nagysága. A sokszínű talajtani és domborzati adottság mellett az extenzív hasznosítási mód dominál, legtöbb esetben a Natura 2000 és az AKG keretei közé szorítva a gazdálkodás mozgásterét (Nagy, 2000; Csízi–Monori, 2012). Mindez parallel az EU agrárpolitikai stratégiájához, mely egyre jobban támogatja az alacsony inputtal zajló gazdálkodást, környezetvédelmi megfontolásból (Louault, 2005). A hosszú idő óta előírt alacsony ráfordításszint egyre természetközelibb arcúvá (s egyre alacsonyabb hozamú) gyepársulásokat eredményez. Így a vakszik halofita növényzetétől a mocsárrétek buja szittyósáig igen széles a florisztikai skála (Tuba et al., 2007). Csakúgy, mint a külterjes gyepeink mikroreliefviszonyai a szikfokok úgynevezett „*marikkal rakott földjétől*” a juhászpádkáig.

Szűkítve a témakört, a továbbiakban a Tiszántúl speciális mikrorelief-florisztikai formációival foglalkozunk, a zsombékosodással. Tesszük azon okból, hogy napjainkban újra számolni kell velük gyepeink mélyebb fekvésű részein, mint az anyatermészet édesgyerekeivel, akik felütitik a fejüket, amint az emberi beavatkozás háttérbe szorul. A XIX. században, a nagy mocsár-lecsapolások előtt számos szakirodalom íródott e témakörben. A tájegységek zsombékosodásával részletesen foglalkozott Kerner (1858) és Pokorny (1862), akik szerint „*a zsombék alföldi rónaságunk saját képződménye*”, valamint Borbás (1881, 1885), aki a zsombékot úgy definiálta, hogy „*lapályos réteken hellyel-közzel feldomborodó hant*”. Alföldi vadvízjárta síkságunk terítve volt velük, ahogy a kortárs Arany János írta a Toldi című remekművében: „*Nádtörzs lőn az ágya, zsombék a párnája*”. Ezek a zsombékok alapvetően különböznek ugyanis a tözeges területeken kialakultaktól, a talaj extrém magas agyagtartalma, a többnyire monodomináns *Alopecuretum pratensis* (ecsetpázsitos sziki rét) -asszociáció, s nem utolsósorban az úgynevezett zsombékgiliszták fáradhatatlan építő tevékenysége miatt (Fáy, 1936; Hortobágyi–Simon, 2007; Molnár–Csízi, 2015). Hazánkban először, az MTA megbízásából Örley (1881) írt tanulmányt a hazai földigiliszta-fauna felmérése kapcsán, melyben a mocsár vagy zsombékgiliszta (*Allolobophora dubiosa*) is helyt kap. Szűts (1909, 1913) már 19 gilisztafaj és varietas leírását és elterjedési adatait közli, köztük a zsombékgiliszta hazai areáját is. Napjainkban Csuzdi (2007) is közöl adatokat az *Allolobophora* nemzetségről. Molnár (2012) hortobágyi adatgyűjtése során, megerősítve a HNP világörökség-kezelési tervét (HNP, 2013), formakincsnek tekintti a zsombékmezőket. Máté et al. (2014) szerint a zsombékos foltokkal rendelkező rétek növelik a finomléptékű talajtani és vízrajzi sokféleséget. A zsombékosok tehát a természetvédők által értékesnek, a gazdálkodók által pedig pusztítandóknak tekintendőek – állapította meg Pánti (2017) a tiszántúli, szolonyec talajon kialakult zsombékok vizsgálata során. Kétségtelen, hogy géptörés nélkül nem lehet sem kaszálni, sem „szárazítani” a zsombékosok területét (Keveiné és Kun, 1998), sőt a jószág se legeli szívesen, mert az ecsetpázsit szára, a „pipaszurkáló” igen „szúrja a szemét” a pásztorok szerint. Az már más kérdés, hogy szintén az ő mondásuk, miszerint pusztító aszály esetén a „fertőket is koppanásig kell rágatni”. Baskay (1962) szerint ennek viszont előfeltétele (amíg nem volt égetési tilalom), hogy február táján, szeles időben „gyors” tűzzel lelángolták a zsombékosok, nádasok területét, utána az újonnan fejlődő fitomassza már hasznosítható volt az állatok számára. Nagy és Vinczeff (1993) szerint eredeti formájában a bivaly és szürkemarha legeltetésével lehetséges a zsombékmező hasznosítása. Napjainkban a zsombékosok többsége védett (lényegében az összes Natura 2000 és AKG-szabályozás alá eső

gyep), sőt terjedhetnek is az állandóan vízborított részekről az átmeneti sávok irányába (Pánti, 2017). Bölöni et al. (2008) szerint a zsombékosok védelme érdekében meg kell akadályozni a potenciális veszélyforrást, a vízelvezetést, hogy a „vízpuffer”-szerep fennmaradjon. Fekete et al. (1997), majd munkájukat korrigálva Bölöni et al. (2011) az Á–NÉR-ben az F2 kategóriába, szikes rétek közé sorolták a zsombékosokat. Pánti (2017) vizsgálatai alapján fontosnak tartja a zsombékokkal kapcsolatos adatbázis-bővítést, több helyszínen történő felvételezés révén.

Anyag és módszer

A vizsgálati terület Karcag külterületén, a „Papere” elnevezésű határrészen található, helyrajzi szám: 01712/1. Évi átlagos csapadék 550 mm, középhőmérséklet 9,9 Celsius fok, tengerszint feletti magasság az 1. felvételezési helyszínen 84 m, a 2. felvételezési helyszínen 85 m. Talajtípus: kérges réti szolonyec, mozaikos jelleggel. A terület florisztikai besorolása: Pannóniai flóratartomány, ezen belül az Alföld flóraidékének Tisza-vidéki flórajárásába tartozik. Az 1. számú felvételezési helyszínünk ecsetpázsitos szikes rét gyeptársulás (*Agrostio stoloniferae* – *Alopecuretum pratensis*), a 2. felvételezési helyszínünk viszont cickafarkos-füves szikes puszta gyeptársulás, melynek az időszakosan vízállásos részein a réti ecsetpázsit (*Alopecurus pratensis*) alkot monodomináns asszociációt (Soó, 1964 corr. Borhidi, 2003).

A kísérlet adatfelvételezését 2022. június 20-án végeztük a fent említett paraméterekkel rendelkező, a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem Karcagi Kutatóintézetének kezelésében lévő, fent említett Hrsz-ú gyepterületen. A vizsgálatok tárgyát képező két zsombékmező, a terület legmélyebben fekvő vízállásos részei, 1987 óta nem voltak hasznosítva. 1987 előtt a területen gabonatermesztés folyt, a lapályok is művelve voltak.

A vizsgálatok menete a következő volt: mindkét zsombékmezőn (felvételezési helyen) kijelöltünk véletlenszerűen, tíz ismétlésben 2×2 m-es négyzetet (4m^2) a területet jól reprezentáló helyen. Ezután rögzítettük a quadrátokon belül a zsombékok számát, illetve minden quadrátban random 1-1 zsombéknak a magasságát és az övméretét cm-ben. Mindezek mellett kiszámoltuk minden egyes quadrátnak a hektáronkénti zsombékok számát (10000 m^2). Az adatokat Excel adatkezelő-leíró statisztikával értékeltük, valamint egytényezős varianciaanalízist használtunk 95%-os szignifikanciaszint mellett.

Eredmények és értékelésük

A tíz felvételezési quadrátban talált zsombékok számbeli és térbeli adatait az 1. táblázatban szemléltetjük, míg a 2. táblázatban a hozzá tartozó leíró statisztikát találhatjuk meg. Az első felvételi helyszínen a zsombékok darabszáma a quadrátokban 13 és 17 között, míg a második felvételezési helyen 9 és 14 között változott. A zsombékok darabszáma az első felvételezési helyszínen átlagosan 32,14%-kal volt magasabb, mely statisztikai értékelése során szignifikáns különbség volt kimutatható (p-érték: $2,59 \cdot 10^{-5}$). Minden egyes kvadrátnak megadtuk az arra vonatkozó hektáronkénti zsombékok számát, mely során azt tapasztaltuk, hogy 10000 m^2 -en átlagosan 37000 zsombék található az első felvételezési helyszínen. A második felvételezési helyszínen átlagosan 28 000 zsombék felvételezhető hektáronként.

1. táblázat: A két vizsgálati területen felmért zsombékok eredményei (Karcag, 2022)

1. felvételezési hely				2. felvételezési hely			
Övméret (cm)	Magasság (cm)	Darabszám quadrátonként (4m ²)	Darabszám hektáronként	Övméret (cm)	Magasság (cm)	Darabszám quadrátonként (4m ²)	Darabszám hektáronként
136	17	13	32500	144	24	12	30000
150	24	15	37500	104	19	10	25000
139	26	14	35000	138	22	12	30000
141	27	16	40000	140	14	10	25000
153	31	15	37500	125	17	14	35000
148	31	13	32500	96	15	11	27500
137	30	16	40000	91	15	9	22500
144	28	15	37500	145	22	13	32500
118	29	17	42500	105	23	11	27500
137	35	14	35000	113	21	10	25000

Az első felvételezési helyszínen zsombékok övmérete 118 cm és 153 cm között, a második felvételezési helyszínen 91 és 145 cm között alakult. A zsombékok magassága az első felvételezési helyszínen 17 és 35 cm között, míg a második felvételezési helyen 14 és 24 cm között változott. A zsombékok övméretének, valamint magasságának vizsgálatakor azt tapasztaltuk, hogy az első felvételezési helyen nagyobbak voltak a zsombékok méretei is. A zsombékok övmérete 16,82%-kal, a magasságuk 44,79%-kal volt átlagosan nagyobb az első felvételezési helyszínen, melynek eredményei szignifikánsak (övméret p-értéke: 0,01, és magasság p-értéke: 0,0003). Eredményeink egyik lehetséges magyarázata a két felvételezett zsombékmező közötti körülbelül egyméteres szintkülönbség lehet, melyet a területek eltérő gyepasszociációja is jelez. A magasabb fekvésű, 2. felvételezési helyszín, a cickafarkos-füves puszta társuláson belüli zsombékmező, bár a növényállomány szerkezetében, az 1. felvételezési helyszínnel egyezően, domináns faj a réti ecsetpázsit, valószínűsíthetően kevesebb s rövidebb ideig tartó felszíni vízborításban részesült az elmúlt évtizedek során, mint az 1. felvételezési helyszín mélyebb lapálya, ahol a zsombékgiliszta-fauna nagyobb felszínformáló hatást fejthetett ki. Pánti (2017) méréseinkhez hasonló eredményeket közölt szolonyec talajon kialakult zsombékok vizsgálata során.

2. táblázat: A felvételezett zsombékok leírás statisztikai értékelése (Karcag, 2022)

	1. felvételezési hely				2. felvételezési hely			
	Övméret (cm)	Magasság (cm)	Darabszám quadrátonként (4m ²)	Darabszám hektáronként	Övméret (cm)	Magasság (cm)	Darabszám quadrátonként (4m ²)	Darabszám hektáronként
Várható érték	140,3	27,8	14,8	37000	120,1	19,2	11,2	28000
Standard hiba	3,11	1,54	0,42	1040,83	6,58	1,17	0,49	1224,75
Medián	140	28,5	15	37500	119	20	11	27500
Módusz	137	31	15	37500	22	10	25000	
Szórás	9,82	4,87	1,32	3291,40	20,81	3,71	1,55	3872,98
Minta varianciája	96,46	23,733	1,733	108	432,99	13,733	2,4	15000000
Csúcsosság	2,38	2,15	-0,75	-0,75	-1,84	-1,74	-0,46	-0,46
Ferdeség	-1,14	-1,04	0,09	0,09	-0,0	-0,23	0,48	0,48
Tartomány	35	18	4	10000	54	10	5	12500
Minimum	118	17	13	32500	91	14	9	22500
Maximum	153	35	17	42500	145	24	14	35000
Összeg	1403	278	148	370000	1201	192	112	280000
Darabszám	10	10	10	10	10	10	10	10

Következtetések

Az EU agrárpolitikája környezetvédelmi megfontolásból, egyre inkább az extenzifikáció felé tereli a gyepművelési ágat. A gyepgazdálkodás terén a természetközeli vagy akár az ökogazdálkodás prognosztizálhatóan felül fog kerekedni a hozamorientált szemléleten. A külterjes gyepen gazdálkodóknak tehát meg kell tanulni együtt élni a zsombékosodással. Bár a zsombékos rétek kaszálásra ugyan nem alkalmasak, de fontos nyári legelők lehetnek, különösen a klímaváltozás miatt gyakoribb aszályos évjáratokban.

Eredményeink alapján látható, hogy a zsombékok figyelemreméltóan magas száma a parlaggyepek egységnyi területén figyelmeztetheti a gazdálkodókat, hogy az egyik legfontosabb feladat a zsombékosok területnövekedésének megakadályozása következetes körülkaszálással. Különösen az ecsetpázsitos szikes rétek esetében kell figyelni a következetes kaszálásos hasznosításra.

Javasolható ugyanakkor a zsombékmezők okozta hasznosítható fitomasszakiesés kompenzálására külön támogatási forrást beépíteni a jövő környezetvédelmi célprogramjaiba.

Irodalomjegyzék

- Baskay-Tóth B. (1962): Legelő- és rétművelés. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó, 354 p.
- Borhidi A. (2003): Magyarország növénytársulásai. Budapest, Akadémiai Kiadó, 569 p.
- Bölöni J. – Horváth F. – Illyés E. – Kun A. – Molnár Zs. – Szabó R. – Viszló I. (2008): Természetvédelmi célú gyephasznosítás. Duna–Ipoly Nemzeti Park, 48 p.
- Bölöni J. – Molnár Zs. – Kun A. (2011): Magyarország élőhelyei, vegetáció típusok leírása és határozója. Vácrátót, MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, 441 p.
- Borbás V. (1881): Az alföldi zsombék. Földm. érdekeink 47 pp. 300–301.
- orbás V. (1885): Az alföldi zsombék. Természettudományi Közöny 17: 191 p. 273.
- Csizi I. – Monori I. (2012): A juheltartó képesség alakulása az AKG keretei között. Állattenyésztés és Takarmányozás 61: 3 pp. 285–293.
- Csuzdi Cs. (2007): Magyarország földigilisza faunájának áttekintése. Állattani Közlemények 92: 1 pp. 3–38.
- Fáy A. (1936): A magyar szikesek növényzete. Budapest, Királyi Magyar Egyetemi Nyomda, pp. 444–446.
- Fekete G. – Molnár Zs. – Horváth F. (1997): A magyarországi élőhelyek leírása, határozója és a Nemzeti–Élőhely–Osztályozási–Rendszer. Nemzeti Biodiverzitás Monitoring Rendszer II. 374 p.
- Hortobágyi T. – Simon T. (1991): Növényföldrajz, társulástan és ökológia. Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó, 546 p.
- Kerner A. (1858): Ueber die Zsombekmoore Ungarns, Zool.–Botan. Gesellschaft. pp. 315–316.
- Keveiné B. I. (1998): Növényföldrajz. Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó, 148 p.
- Kun A. (1998): Száraz gyepek Magyarországon. Vác, Göncöl Alapítvány, 31 p.
- KSH (2021): Központi Statisztikai Évkönyv
- Loualt, F. – Pillar, V. D. – Aufrère, J. – Gamier, E. – Sousanna, J. F. (2005): Plant traits functional types in response to reduces disturbance in a semi-natural grassland. Journal of Vegetation Science 16: pp. 151–160.
- Máté A. – Molnár Zs. – Bartha S. – Bodnár M. (2014): A gyepes élőhelyek természetvédelmi szempontú kezelése. Natura 2000 fajok és élőhelyek Magyarországon. Csákvár, Pro Vértes Közalapítvány, pp. 750–755.
- Molnár Zs. (2012): A Hortobágy pásztorszemmel. A Puszták növényvilága. Hortobágy Természetvédelmi Közalapítvány, 160 p.
- Molnár Zs. – Csizi I. (2015): Természetkímélő gazdálkodás szikeseinken. Vácrátót, MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, 92. p.
- Nagy G. (2000): Gyepterületeink hasznosítási kérdései a húsmarhatartásban. Állattenyésztés és Takarmányozás 49: pp. 444.
- Örley L. (1881): A magyarországi Oligochaeták faunája I. Terricolae. Budapest, MTA
- Pánti S. (2017): Szolonyec talajon kialakult zsombékok tulajdonságainak vizsgálata. [BsC-szakdolgozat] Debrecen, DE MÉK, 34 p.
- Pokorny A. (1862): Magyarország tőzegképletei. Az MTA Math. és Term. Tud. Közl 2: p. 79.
- Soó R. (1964): A magyar flóra és vegetáció rendszertani–növényföldrajzi kézikönyve. Budapest, Akadémiai Kiadó, 589 p.

- Szüts A. (1909): Származástan és tudományterjesztés. Állatvilág 2: 2 pp. 17–19.
- Szüts A. (1913): Acrhaeo- és Neolumbricidák. Állattani Közlemények 12. pp. 1–13.
- Tuba Z. – Szerdahelyi T. – Englomer A. – Nagy J. (2007): Botanika III. Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó, 760 p.
- Nagy G. – Vinczeffly I. (1993): A gyepek hasznosítása. In: Vinczeffly I. (szerk) Legelő- és gyepek gazdálkodás. Budapest, Mezőgazda Kiadó. pp. 223–229.

A gazdálkodók által leadott talajminták vizsgálati eredményeinek értékelése a nitrát-kormányrendelet tükrében

¹Czellér-Pintér Krisztina – ¹Tüdősné Budai Júlia

¹MATE Karcagi Kutatóintézet

Összefoglalás: A Nitrát Irányelv és annak hazai szabályozásai előírják a gazdálkodók számára az öt-évente történő kötelező talajvizsgálatot. A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Karcagi Kutatóintézet Központi Laboratóriumában leadott talajminták eredményeiből készült egy adatbázis, melyben a (nitrit + nitrát)-nitrogén és a foszfor-pentaoxid értékeinek időbeli változását vizsgáltuk. Az eredményekből megállapítottuk, hogy ezen paraméterek értéke rövid időn belül is jelentősen változhat, ezért monitorozásuk környezetvédelmi szempontból fontos.

Kulcsszavak: Nitrát Irányelv, (nitrit + nitrát)-nitrogén, foszfor-pentaoxid

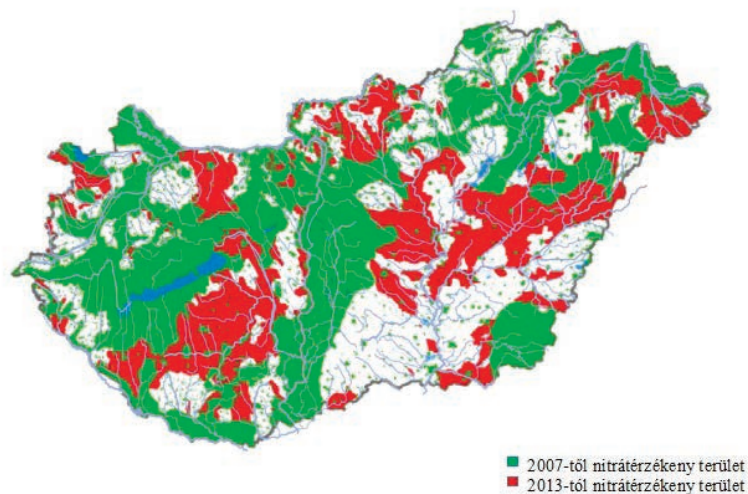
Bevezetés

Az Európai Unó által 1991-ben elfogadott 91/676/EGK irányelv a vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméről (továbbiakban: Nitrát Irányelv) célja a talaj, illetve a felszín alatti és felszíni vizek védelme a mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéstől és az ennek következtében fokozódó eutrofizációtól. Mindezt a megfelelő mezőgazdasági gyakorlat elterjesztésével akarják megvalósítani, mivel a környezetbe jutó nitrogén és foszfor fő forrása a mezőgazdaság.

Hazánkban a Nitrát Irányelv általi előírások teljesítésére a következő nemzeti jogszabályok születtek:

- » 27/2006. (II.7.) Kormányrendelet a vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméről,
- » 59/2008. (IV.29.) FVM rendelet a vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméhez szükséges cselekvési program részletes szabályairól, valamint az adatszolgáltatás és nyilvántartás rendjéről.

Magyarországon nem az egész ország területe lett nitrátérzékeny területté nyilvánítva. A konkrét területeket a 43/2007. (VI.1.) FVM rendelet a nitrátérzékeny területek a MePAR szerinti blokkok szintjén történő közzétételéről szóló jogszabály 1. számú melléklete tartalmazza (1. ábra).



1. ábra: Magyarországon nitrátérzékenyé nyilvánított területek (Forrás: Nitrát gazdálkodói kézikönyv)

Anyag és módszer

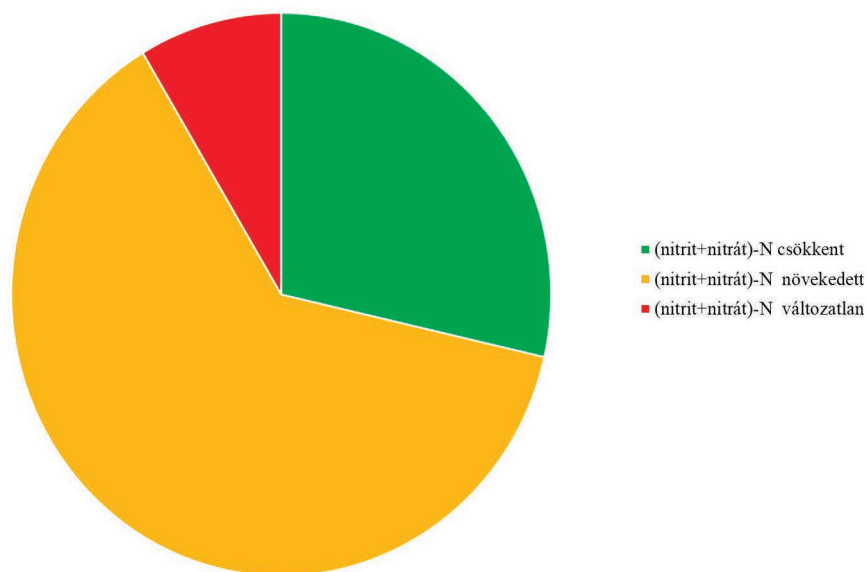
A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Karcagi Kutatóintézet Központi Laboratóriuma 2005-től kezdődően gyűjti a gazdálkodóktól a vizsgálatra behozott talajminták esetében a pontos beazonosításhoz szükséges blokkazonosítókat, helyrajzi számokat. Ebből a közel húsz éve felhalmozott adatmennyiségből azon gazdálkodóknak az adataiból hoztunk létre egy adatbázist, akik legalább két cikluson keresztül, beazonosíthatóan azonos területről hoztak be talajmintát vizsgálatra.

Az adatbázis elkészítése során 306 darab megrendelő adatait dolgoztuk fel, ebből 116 darab volt, aki megfelelt a fent említett kritériumoknak. Az adatbázisban szereplő 116 gazdálkodó által összesen 579 darab fizikai blokkot reprezentáló talajminta a laboratórium által meghatározott (nitrit + nitrát)-nitrogén- és foszfor-pentaoxid-tartalmát tudtuk figyelembe venni az adatok értékelése során. Az adatok feldolgozásához és ábrázolásához a Microsoft Excel 2019 programot használtuk.

Eredmények és értékelésük

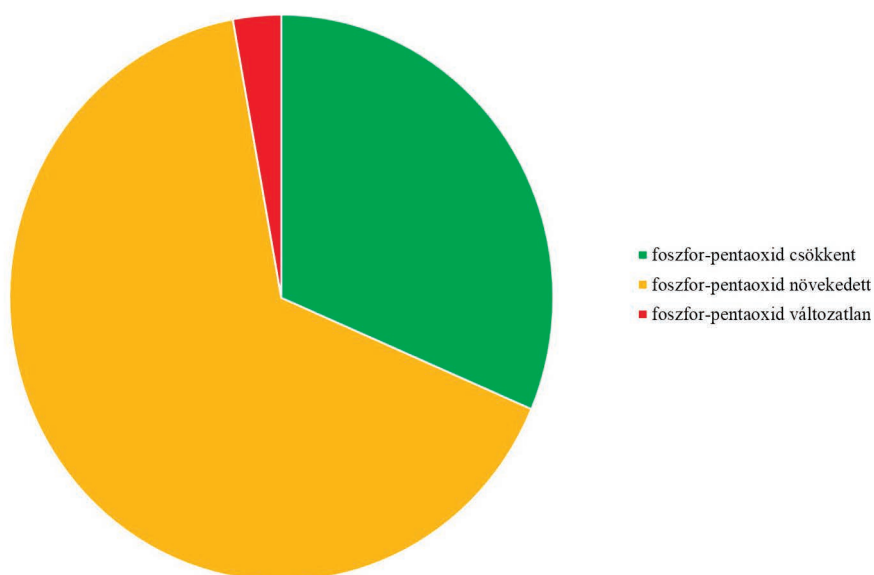
A vizsgált 579 darab fizikai blokkból 35 darab olyan blokk volt, ahonnan kettőnél több alkalommal hoztak mintát, így nagyobb időintervallumban tudtuk vizsgálni a terület nitrát- és foszfortartalmának időbeli változását.

Ezen eredményeket figyelembe véve azt tapasztaltuk, hogy az esetek 62,86%-ban a talajminták nitráttartalma növekedést, 28,57%-ban csökkenést mutatott, 8,57%-ban pedig nem tapasztaltunk változást (2. ábra).



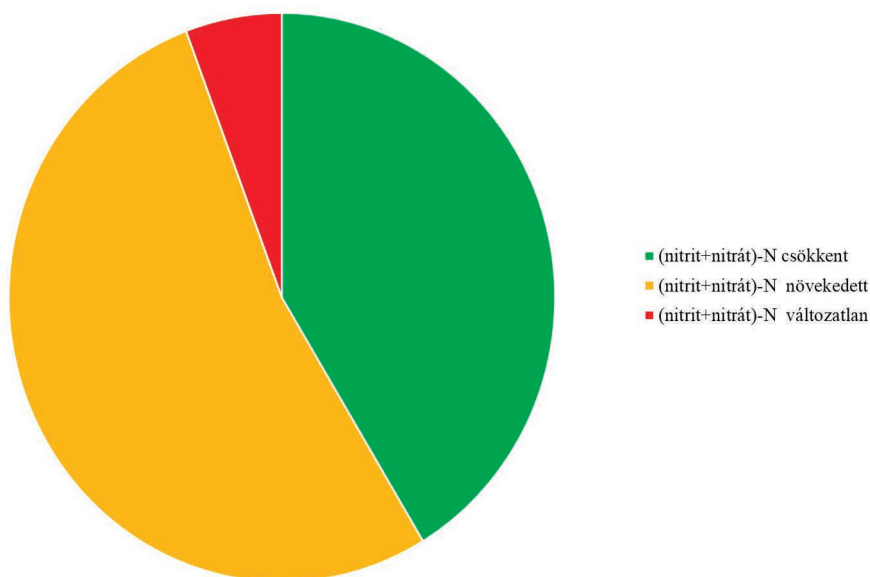
2. ábra: Három vagy több egymást követő 5 éves ciklusban vizsgált talajminták $(\text{NO}_3 + \text{NO}_2)$ -N-tartalmának változása

A foszfor esetében 48,9%-ban tapasztaltuk az érték növekedését, 38,6%-ban a csökkenését, 12,5%-ban pedig nem volt változás (3. ábra).



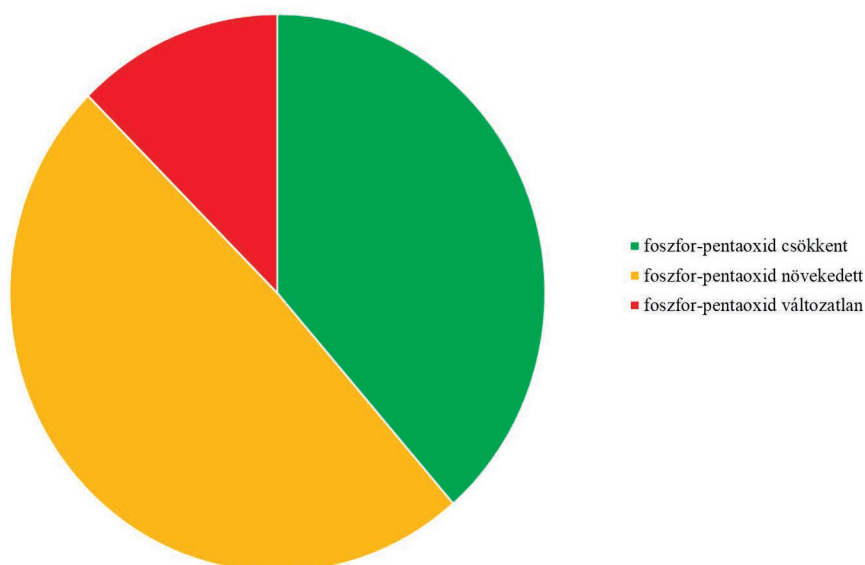
3. ábra: Három vagy több egymást követő 5 éves ciklusban vizsgált talajminták P_2O_5 -tartalmának változása

A feldolgozott adatok 93,96%-ban két egymást követő 5 éves ciklus adatait tudtuk összehasonlítani. Itt az esetek 52,94%-ban a nitráttartalom növekedést mutatott, 41,36%-ban csökkenést, 5,7%-ban pedig nem volt változás (4. ábra).



4. ábra: Két egymást követő 5 éves ciklusban vizsgált talajminták ($\text{NO}_3 + \text{NO}_2$)-N-tartalmának változása

Azoknál az adatoknál, ahol a gazdálkodóktól csak két egymást követő 5 éves ciklusra rendelkezünk a foszfor-pentaoxid értékével ott a változás a következő módon alakult: 65,71%-nál növekedést, 31,43%-nál csökkenést mutattunk ki, 2,86%-nál pedig nem volt változás (5. ábra).



5. ábra: Két egymást követő 5 éves ciklusban vizsgált talajminták P_2O_5 -tartalmának változása

Összességében a ciklusok számát nem figyelembe véve a feldolgozott 579 vizsgálati eredményből 545 esetben volt valamilyen irányú változás a (nitrát + nitrit)-N esetében. 235 esetben az értékek csökkenését tapasztaltuk, melyből 48,09%-ban az értékek maximum a felére csökkentek, 20,43%-ban legalább ötödére. 310 esetben a mért nitráteredmények növekedést mutattak. Az adatok 41,29%-ában legfeljebb duplájára nőttek az értékek az 5 évvel ezelőtti eredményhez képest, 16,45%-ában pedig több mint ötszörösére. Extrém esetben 10-14-szeres növekedést is tapasztaltunk.

Az összes vizsgált foszfor-pentaoxid-érték tekintetében 510 esetben volt valamilyen irányú változás. 235 esetben az értékek csökkenését tapasztaltuk, melyből 57,01%-ban az értékek maximum a felére csökkentek, 11,76%-ban legalább ötödére. 289 esetben a mért foszforeredmények növekedést mutattak. Az adatok 58,13%-ában legfeljebb duplájára nőttek az értékek az 5 évvel ezelőtti eredményhez képest, 11,07%-ában pedig több mint ötszörösére. Extrém esetben 35-40-szeres növekedést is tapasztaltunk.

Következtetések

Az eredményekből jól látszik, hogy mind a nitrát, mind a foszfor értékének változása még ilyen kis időintervallumban is jelentős. Így ezen paraméterek monitoringja mind környezetvédelmi, mind gazdasági szempontból fontos.

Ahhoz, hogy a gazdálkodók valós képet lássanak a talajuk állapotáról, a jogszabály által előírt 5 évente történő kötelező talajminta-vételezésen és vizsgálaton túlmenően rendszeresen megtehetik ennek ellenőrzését. Így az évente aktuális adatokból elkészített tápanyag-gazdálkodási tervvel költséghatékonyabbá válik a termelés.

Irodalomjegyzék

- 27/2006. (II.7.) Kormányrendelet a vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméről
- 43/2007. (VI.1.) FVM rendelet a nitrátérzékeny területek a MePAR szerinti blokkok szintjén történő közzétételéről
- 59/2008. (IV.29.) FVM rendelet a vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméhez szükséges cselekvési program részletes szabályairól, valamint az adatszolgáltatás és nyilvántartás rendjéről
- 91/676/EGK irányelv a vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméről
- Berényi Üveges K. – Csányi Gy. – Kujáni K. O. – Sztahura E. – Várszegi G (2022): Nitrát gazdálkodói kézikönyv. Budapest, Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, 92 p.

A gazdálkodók számára kötelezően előírt talajvizsgálatokban rejlő lehetőségek

¹Tüdősné Budai Júlia – ¹Czellér-Pintér Krisztina

¹MATE Karcagi Kutatóintézet

Összefoglalás: Magyarországon jogszabály írja elő a gazdálkodók számára az ötévente kötelező talajmintavételt, melyet a NAH által akkreditált laboratóriumban kell megvizsgáltatniuk a támogatás igénybeviteléhez. Ahhoz, hogy a laboratóriumtól kapott eredmények ténylegesen hasznosíthatóak legyenek, a szabályos mintavétel elengedhetetlen. A kötelező talajvizsgálatoknál a felhasználás függvényében két vizsgálati csomagból választhatnak a gazdálkodók.

Kulcsszavak: kötelező talajmintavétel, akkreditált laboratórium

Bevezetés

A gazdálkodók számára a 61/2009. (V. 14.) FVM rendelet az Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alapból nyújtott agrár-környezetgazdálkodási támogatások igénybevitelének részletes feltételeiről írja elő az ötévente kötelező talajmintavételt, melyet a NAH által akkreditált laboratóriumban kell megvizsgáltatniuk a támogatás igénybeviteléhez.

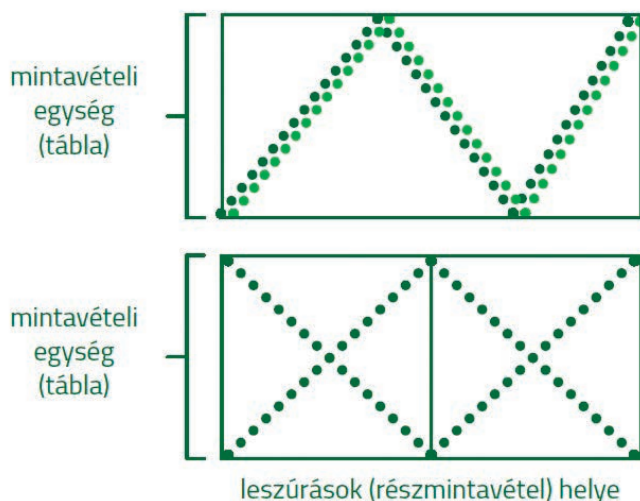
A szakszerű talajvizsgálat egyrészt a jogszabályban foglalt kötelezettségek teljesítése miatt fontos, másrészt a kapott eredmények alapjául szolgálhatnak a talaj adottságait és a növények igényeit figyelembe vett tápanyag-kijuttatásnak, mely optimalizálja a gazdálkodók költségeit. Mindezek eléréséhez nagy hangsúlyt kell fektetnünk a talajminta-vételezés helyességére.

Anyag és módszer

A mintavétel során talajtanilag egységes területet kell kijelölni, melyről azonos talajmélységből, azonos tömegű több részmintából összekevert átlagmintákat kell készítenünk, mely minták maximum öthektáros területet jellemezhetnek. A mintavételi terület kitűzésekor a parcella- és a táblahatárokat is figyelembe kell venni, ugyanis a tábla „a mezőgazdasági parcellán belüli azonos hasznosítási irányú, összefüggő földterület, amelyen egy földhasználó egy növényfajt termeszt” (61/2009 (V.14.) FVM rendelet).

A részminták begyűjtése előtt a mintavételi helyet meg kell tisztítani a növényi maradványoktól, és szántóföldi kultúrák esetén 0-30 cm-es mélységből, gyümölcsös és szőlőültetvények esetén 0-30 cm és 30-60 cm mélységből x/z alakban (1. ábra), legalább 20 darab részmintát kell venni, melyek keverékéből körülbelül 1 kg tömegű átlagmintát kell az akkreditált laboratóriumba szállítani. Ahhoz, hogy a minta megfelelően reprezentálja a terület egészét szélsőséges

talajtani adottságú, illetve felhasználású területekről (szikfolt, forgók, szalmakazlak helye, trágyadepók, tábla szélétől számított 20 méteres sáv) nem szabad mintát venni.



1. ábra: A helyes részmintavétel módja (Forrás: Talajmintavételezési útmutató)

A mintavétel időpontját úgy kell meghatározni, hogy a betakarítás után, de még a trágyázást megelőző időszakban történjen. Erre vonatkozóan a jogszabály két időszakot határoz meg; őszi alaptrágyázott területről a trágyázást követő legalább 100 nap elteltével, tavaszi műtrágyázott területekről a betakarítást követő legalább 100 nap elteltével, szerves trágyázás esetén a trágyázást követő 6 hónap elteltével.

Ahhoz, hogy a laboreredmények reális képet adjanak a területünkről, a szakszerűen megvett mintát megfelelő módon kell tárolni, illetve beszállítani a laboratóriumba. A használt, elszennyezett, sérült zacskók, műtrágyás zsákok a minták elszennyeződését okozzák, és meghamisítják a laboratóriumi eredményeket. Ahol nem a laboratórium végzi a mintavételt, hanem a gazdálkodó veszi meg magának, ott a vizsgálati eredmények csak a beérkezett mintaanyagra vonatkoztathatók, és csak ezekért vállal a laboratórium szakmai felelősséget. Az állag megőrzése érdekében a mintákat szárítva, törve, tiszta nejlonzacskóban kell a laboratóriumba eljuttatni. A mintából el kell távolítani azokat az anyagokat, melyek a későbbi laboratóriumi munkát nehezítik, illetve az eredményeket megmásítják, például kő, növényi szármaradvány, állati ürülék vagy egyéb hulladék.

A minták laboratóriumba történő szállítása során nagyon fontos a pontos azonosíthatóság. Ennek érdekében a mintákat a mintavételi terület adataival (blokkazonosító, helyrajzi szám, táblaszám, táblaterület) el kell látni. Amennyiben az adott blokk mérete indokolja a több mintavételi pontról történő mintabegyűjtést, térképen kell dokumentálni a blokk területének felosztását. Így a kapott eredmények pontosan hozzárendelhetők a mintavételi területhez.

Eredmények és értékelésük

A laboratóriumba beszállított talajmintákat tovább szárítjuk, majd daráljuk és 2 mm lyukbőségű szitán átengedjük. A finomra őrölt talajmintákból különböző vizsgálati eljárások során, illetve kémiai feltárással készült kivonatokból műszeres mérésekkel határozzuk meg a rendeletek által előírt talajtani paramétereket.

A vizsgálatokat a vonatkozó magyar szabványok szerint végezzük. Két típusú vizsgálati csomag választható. A szűkített vizsgálati csomagot kiegészítve a nátrium-, magnézium-, szulfát-kén- és mikroelem-tartalommal kapjuk meg a bővített vizsgálati csomagot.

A pH (KCl) meghatározása az MSZ-08-0206:1978 2.1. szakasza alapján 1:2,5 talaj:1 mol/l-s KCl-folyadékarány mellett történik. Ha a talaj pH-értéke közel van a 7-hez, akkor a talaj kémhatása semlegesnek mondható. Ha 6 alatti savanyú, ha 8 feletti, akkor bázikus talajról beszélünk.

Az Arany-féle kötöttségi szám a képlékenység felső határát jellemző érték, melyet úgy határozzuk meg, hogy 100 g légszáraz talajhoz annyi ioncserélt vizet adunk, hogy a talajminta adja az úgynevezett „fonalpróbát”. A fonalpróba eléréséig adagolt vízmennyiség ml-ben kifejezett értéke adja az Arany-féle kötöttségi számot (MSZ-08-0205:1978 5.1. szakasz). Ennek értéke tájékoztatást ad a talajok vízmegtartó kapacitásáról és művelhetőségéről.

A vízben oldható összes sótartalom meghatározásakor az Arany-féle kötöttségi szám meghatározásakor előkészített talajpép elektromos vezetőképességét mérjük (MSZ-08-0206:1978 2.4. szakasz). A sótartalom ismerete elsősorban a szikes talajokon jelentős.

A szénsavas mész meghatározása Scheibler-féle kalciméterrel történik. A meghatározás során a talajmintában található szénsavas meszet 10 m/m%-os HCl-oldattal bontjuk, és a keletkező CO₂-gáz térfogatát mérjük meg, majd ebből számoljuk a talaj CaCO₃%-tartalmát az alábbi képlet alapján (MSZ-08-0206:1978 2.2. szakasz).

$$\text{CaCO}_3 \text{ (m/m)\%} = V \times a \times 100 / m$$

ahol V = a fejlődött CO₂ mennyisége ml-ben
 a = CO₂ 1 ml-ének az adott hőmérsékleten és nyomáson megfelelő
 szénsavas mész mennyisége g-ban
 m = a bemért talaj tömege g-ban

Ennek értéke a kémhatással összefügg, ezáltal nagy szerepet játszik a különböző tápanyagok felvehetőségében. Savanyú talajok esetében a mész értéke elenyésző, míg a pH-érték növekedésével a mézsérték is növekszik. A talajban található mész mennyiségének fontos szerepe van a talaj szerkezetének kialakításában, és szerepet játszik a tápanyag- víz- és levegőgazdálkodásában is.

A talaj humusztartalmának meghatározásához 0,25 mm-es szitán átszitált légszáraz talajból 100 ml-es lombikba 0,01 g pontossággal bemérünk 1 g-ot (MSZ-08-0210:1977 2.2. szakasz). Hozzáadunk 25 ml 4/6 mol/l (0,4 N) K₂Cr₂O₇-ot, majd 5 percig forraljuk. 5-6 csepp Ferroin-indikátor jelenlétében 0,4 mol/l Mohr-só-oldattal megcitráljuk kékeszöldből vörös-lilába történő színátcsapásig, ekkor az alábbi képlet alapján kiszámoljuk a minta szervesszén-tartalmát.

$$C \text{ (m/m)\%} = (V_0 - V) \times F \times 0,0012 \times 100 / m$$

ahol V_0 = a vakra fogyott Mohr-só mennyisége ml-ben
 V = a mintára fogyott Mohr-só mennyisége ml-ben
 F = a 0,4 mol/l Mohr-só-oldat faktora
 m = a bemért talaj tömege g-ban
 0,0012: az 1 ml 0,4 mol/l-es Mohr-só-oldattal mért szénmennyiség

A humusztartalom kiszámítása az alábbi képlet alapján történik.

$$\text{Humusz\%} = C\% \times 1,724$$

A humusz nagyon fontos tápanyagforrás, szerepe van a talajszerkezet kialakulásában, a talaj hő-, tápanyag- és vízháztartásában. A hazai talajok humusztartalma 0,5-6% között változik. A humuszellátottság megítélésekor azonban figyelembe kell vennünk a talaj genetikai típusát, illetve mennyisége mellett számít az is, hogy milyen eredetű és összetételű.

A talajminta (nitrát + nitrit)-N-tartalmának meghatározását 1 mol/l-es KCl-oldattal készült kivonattól mérjük. A szuszpenziót szűrjük, majd nitráttartalmát Cd-oszlopon nitritté redukáljuk, és az így kapott oldat nitrittartalmát spektrofotométeren, Griess–Ilosvay-módszerrel határozzuk meg. A talaj tápanyag-ellátottságát jól jellemzi a talaj (nitrit + nitrát)-nitrogén-, foszfor- és káliumtartalma. A nitrogén fontos a zöld növényi részek tömegének növekedésében mint rövid távú nitrogénforrás.

A talajminták ammónium-laktátos kivonatát a talajok felvehető tápanyagtartalmának meghatározására használjuk fel. A foszfor-pentoxid-tartalom meghatározása során a talajkivonat foszfortartalmát ammónium-molibdenáttal heteropolisavvá alakítjuk, majd aszkorbinsavval molibdén-kék-komplexszé redukáljuk. A kék színű oldat fényelnyelését 480 nm-en mérjük a MSZ 20135:1999 5.4.2 szakasz szerint.

A talajminta káliumtartalmának meghatározását az előbbieken leírt ammónium-laktátos szűrletből közvetlen lángfotometriás módszerrel végezzük (MSZ 20135:1999 5.2. szakasz).

A foszfor és a kálium a virágzásban és a termésképződésben elengedhetetlen. Optimális értékeik nagyban függnék a talajok egyéb jellemzőitől.

A talaj magnéziumtartalmát a talajminta KCl-os kivonatából mérjük (MSZ 20135:1999 5.2. szakasz), mely elem a növények klorofill-képződésében játszik szerepet, illetve részt vesz egyéb élettani folyamatokban.

A talaj nátriumtartalmát ammónium-laktátos kivonattól mérjük (MSZ 20135:1999 5.3. szakasz), értéke a talaj szikesedési hajlamára utal.

A talajminta szulfáttartalmát kálium-kloridos talajkivonattól mérjük. A mérés során bárium-klorid hozzáadása során keletkező csapadék mennyiségét mérjük fotometriás módszerrel. A kén növényélettanilag fontos mezőelem (Sárdi, 2003).

A mikroelemek közül a réz, a cink és a mangán tartozik a bővített csomaghoz. Ezen oldható mikroelemeket KCl-os EDTA kivonószerezettel vizsgáljuk atomabszorpciós spektrofotométeren (MSZ 20135:1999 5.2. szakasz). A réz, a mangán és a cink a növények enzimatisz folyamatokban vesznek részt. Kis mennyiségben szükségesek, de nagy mennyiségben mérgező hatásuk van.

Következtetések

A talajvizsgálat során a laboratórium sok munkát fektet a pontos és precíz munkavégzésre, amit az akkreditáció megkövetel. Így a precízen megvalósított mintavétel után kapott akkreditált talajvizsgálati eredményekkel a gazdálkodók úgy tudják összeállítani a tápanyag-gazdálkodási tervet, hogy az a lehető legköltséghatékonyabb legyen.

Irodalomjegyzék

- 61/2009. (V. 14.) FVM rendelet az Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alapból nyújtott agrár-környezetgazdálkodási támogatások igénybevételének részletes feltételeiről
- MSZ 20135:1999 A talaj oldható tápelemtartalmának meghatározása
- MSZ-08-0205:1978 A talaj fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságainak vizsgálata
- MSZ-08-0206:1978 A talaj egyes kémiai tulajdonságainak vizsgálata
- MSZ-08-0210:1977 A talaj szerves szén tartalmának meghatározása
- NAK (2022): Talajmintavételezési útmutató. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, 6 p.
- Sárdi K. (2003): Agrokémia – A növénytáplálás alapjai. Keszthely, Veszprémi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, 214 p.

A kötet szerzői

Asbolt Gergő

MATE Karcagi Kutatóintézet, MATE Növénytudományi Doktori Iskola

Csizi István

MATE Karcagi Kutatóintézet

Czellér-pintér Krisztina

MATE Karcagi Kutatóintézet

Czibalmos Róbert

MATE Karcagi Kutatóintézet

Fúró Gabriella

MATE Karcagi Kutatóintézet, Állattenyésztési Tanszék Doktori Iskolája, Minnesotai Egyetem

Kovács Györgyi

MATE Karcagi Kutatóintézet

Murányi Eszter

MATE Karcagi Kutatóintézet

Nagy Pál

Kerpely Kálmán Doktori Iskola, Debreceni Egyetem

Rivera-Garcia, Arzu

Kerpely Kálmán Doktori Iskola, Debreceni Egyetem

Sinka Lúcia

MATE Karcagi Kutatóintézet, Kerpely Kálmán Doktori Iskola, Debreceni Egyetem

Tuba Géza

MATE Karcagi Kutatóintézet

Tüdősné Budai Júlia

MATE Karcagi Kutatóintézet

Varga Krisztina

MATE Karcagi Kutatóintézet, Kerpely Kálmán Doktori Iskola, Debreceni Egyetem

Zsembeli József

MATE Karcagi Kutatóintézet

Zsigrai György

MATE Karcagi Kutatóintézet

