



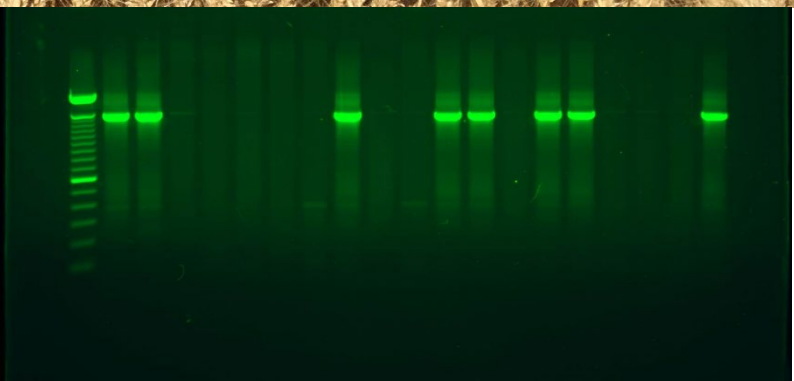
Paradigmaváltás a növénynevelésben

A magyar növénynevelők válaszai
a nemzetközi trendekre

XXXI. Növénynevelési
Tudományos Napok

Összefoglalók

Debrecen, 2025. április 2-3.



Paradigmaváltás a növénynevelésben

*A magyar növénynevelők válaszai
a nemzetközi trendekre*

*XXXI. Növénynevelési
Tudományos Napok*

Összefoglalók

2025

A kiadvány a XXXI. Növénynevelési Napok alkalmából készült.

Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar
és az MTA Debreceni Területi Bizottságának Székháza
Debrecen, 2025. április 2-3.

A szerkesztőbizottság tagjai:

Bóna Lajos, Kovács Szilvia, Molnár István, Pauk János, Polgár Zsolt, Veres Szilvia,
Vida Gyula

A kötetben megjelent konferenciák lektoráltak.

Kiadja:

Debreceni Egyetem

Felelős szerkesztő:

Vida Gyula

Borító fotó:

Vida Gyula

ISBN 978-963-490-719-0

A konferencia szponzorai:



Kruppa-Mag Kft.

**Ereky Károly Biotechnológiai
Alapítvány**

TARTALOMJEGYZÉK

Előszó	7
<i>A DEBRECENI EGYETEM MEZŐGAZDASÁG-, ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI KAR KUTATÓCSOPORTJAINAK ELŐADÁSAI</i>	8
Dobránszki Judit: Növényi memóriára alapozott stratégiák a növényi stressztolerancia fokozására	9
Csajbók József, Virág István Csaba, Gaganetz Dániel Zsolt, Forgács Fanni Zsuzsa, Kutasy Erika Tünde: A fotoszintézis mérések szerepe a növények stresszállapotának azonosításában	10
Karaffa Erzsébet: Endofiton <i>Trichoderma</i> , a növényi probiotikumok	11
Máthé Endre: Rügykivonatok perspektívái a fitoterápiában	12
Tarek Alshaal, Nevien Elhawat, Zoltán Kovács, László Kaszás, Nóra Bákonyi, Miklós G. Fári, Szilvia Veres, Éva Domokos-Szabolcsy: Leaf protein concentrates: a game- changer for sustainable food and feed systems.....	13
Fári Miklós, Tóth Csaba, Veres Szilvia: A Debreceni Egyetem Biodrome eszközei és kísérletei.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
<i>PLENÁRIS ELŐADÁSOK</i>	15
Hegedűs Attila, Fári Miklós, György Zsuzsanna: A kertészeti termesztés biológiai alapjainak helyzete és perspektívái Magyarországon.....	16
Laczkó Róbert: A magyar zöldségvetőmag piac helyzete – ZKI Zrt: út a sikerhez?	27
Kruppa József, Pauk János, Rádi Feríz: Innováció-e a magyar növénynemesítés.....	34
Fodor Kata: Növénynemesítés a környezeti társadalomtudomány perspektívájából.....	38
Pauk János, Óvári Judit: Az MNE aktualitásai: sikerek, kitüntetések, megemlékezések, 2024	43
Tóth Viola: Egy tönköltnemesítő kihívásai	45
<i>SZEKCIÓ ELŐADÁSOK</i>	46
Lantos Csaba, Markó Ferenc, Mihály Róbert, Pauk János: Az <i>in vitro</i> portoktenyésztés fejlesztése és nemesítési célú alkalmazása árpában (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	47
Kis András, Polgári Dávid, Mohammad Ali, Sepsi Adél, Kiss Kata Sára, Sági László, Havelda Zoltán: Búza × árpa távoli keresztezés alkalmazása a genomszerkesztésben	48
Nagy Bettina, Aysha Jameel, Horváth V. Gábor, Ferhan Ayaydin, Török Katalin, Mórocz Sándor, Zombori Zoltán, Dudits Dénes, Ferenc Györgyi: Az irányított génspecifikus mutagenézis hatékonyságának növelése a kukorica sejtek hő- és kémiai kezelésével	49
Hidvégi Norbert, Gulyás Andrea, Gaál Eszter, Kruppa Klaudia, Türkösi Edina, Szakács Éva, Farkas András, Ivanizs László, Kovács Péter, Mikó Péter, Molnár István: Az új generációs szekvenálás alkalmazása az agrár genomika területén	50
Lados Botond Boldizsár, Cseke Klára: Az 'Üllői' erdészeti akác fajta genom projektje	51
ifj. Kruppa József, Osama Zuhair Kanbar, Tóth-Lencsés Kitti Andrea, Kiss Erzsébet, Bóna Lajos, Lantos Csaba, Orosz Szilvia, Bencze Gábor, Kruppa József, Kruppa	

Klaudia, Futó Zoltán, Pauk János: A tritikálé DH nemesítése és szilázs hasznosítása	52
Mészáros Klára, Jeny Jose, Mónika Cséplő, Bányai Judit, Pál Magda, Bakonyi József, Sági László, Éva Csaba: <i>Pyrenophora teres</i> f. <i>teres</i> fertőzés hatására indukálódó génexpresszió vizsgálata árpaiban	53
Székely Árpád, Szalóki Tímea, Lantos Csaba, Jancsó Mihály: Tetraploid rizs zászlósleveleinek fényelnyelési tulajdonságai	54
Kovács Dániel, Walter Andrea, Áy Zoltán: Kalászos gabonák taxonómiai vizsgálata a tápiószelei génbankban	55
Tóth Viola, Kuti Csaba, Molnár István, Rakszegi Marianna, Mikó Péter: Génmegőrzési tevékenység Martonvásáron	56
Ivanizs László, Mikó Péter, Rakszegi Marianna, Kalapos Balázs, Szőke-Pázi Kitti, Farkas András, Türkösi Edina, Gaál Eszter, Kruppa Klaudia, Kovács Péter, Szakács Éva, Molnár István: A termés hozamot befolyásoló genomi régiók azonosítása az <i>Aegilops biuncialis</i>-ban	57
Kovács Péter, Farkas András, Türkösi Edina, Kruppa Klaudia, Szakács Éva, Pázi Kitti, Kalapos Balázs, Darkó Éva, Mahmoud Said, Ivanizs László, Gaál Eszter, Molnár István: Az idegen kromoszómák eliminációja búza-<i>Aegilops comosa</i> hibridekben, valamint új búza-<i>Aegilops comosa</i> szubsztitúciós, addíciós és transzlokációs vonalak létrehozása	58
Kruppa Klaudia, Szakács Éva, Szőkéné Pázi Kitti, Türkösi Edina, Gaál Eszter, Farkas András, Ivanizs László, Kovács Péter, Hídvégi Norbert, Gulyás Andrea, Mahmoud Said, Jaroslav Doležal, Molnár István: Évelő rozs (<i>Secale cereanum</i>) kromatint tartalmazó búza nemesítési alapanyagok, mint génforrások a búza adaptációs képességének javításához	59
Matuz János: A 100 éves Gabonakutató növénynemesítési eredményei és nemesítői	60
Pauk János, Lantos Csaba: A Gabonakutató száz évének néhány kiemelkedő kutatója	61
Mikó Péter, Bányai Judit: Az első magyar szenázs-célú tritikálé fajta	62
Mesterházy Ákos, Meszlényi Tamás János: A kalászfuzáriummal szembeni rezisztencia mértéke, stabilitása és hatása a fajtaelismerés és a kutatás, nemesítés módszertanára	63
Puskás Katalin, Cséplő Mónika, Hamow Kamirán Áron, Ambrózy Zsuzsanna, Cseh András, Molnár Orsolya, Karsai Ildikó, Vida Gyula: Őszi búzák kalászfuzárium-ellenállóságának genetikai térképezése	64
Cséplő Mónika, Puskás Katalin, Mészáros Klára, Tóth Viola, Varga Balázs, Mikó Péter, Vida Gyula: Rezisztenciavizsgálatok a martonvásári búzanemesítési tenyészkertekben, 2022–2024	65
Türkösi Edina, Kruppa Klaudia, Darkó Éva, Varga Balázs, György Márton, Gulyás Zsolt, Jobbágy Kristóf, Holušová Kateřina, Gaál Eszter, Kalapos Balázs, Farkas András, Ivanizs László, Mikó Péter, Cséplő Mónika, Gulyás Andrea, Hídvégi Norbert, Kovács Péter, Lángné Molnár Márta, Bartoš Jan, Szakács Éva, Molnár István: A kenyérbúzába beépített 3St <i>Thinopyrum</i> kromoszóma /3St (3D) szubsztitúció/ hatása a szárazságtűrésre	66

Zombori Zoltán, Hóvári Miklós, Sass László, Rádi Feríz, Ferenc Györgyi, Dudits Dénes: A kukorica hajtás- és gyökérrendszerének komplex fenomikai elemzése a korai növekedési fázisban szárazságtűrő hibridek nemesítésének elősegítése érdekében.....	67
Meszlényi Tamás, Tóth Beáta, Mesterházy Ákos: Őszi búzafajták kalászfuzáriummal szembeni ellenállóképességének stabilitásvizsgálata	68
Pintér János, Marton L. Csaba, Csepregi-Heilmann Eszter, Szőke Csaba, Áldott-Sipos Ágnes, Berzy Tamás, Árendás Tamás, Bónis Péter, Spitkó Tamás: Hosszú forró nyár hatása beltenyészett kukoricavonalak leveleinek klorofilltartalmára	69
Szalóki Tímea, Székely Árpád, Valkovszki Noémi Júlia, Tarnawa Ákos, Jancsó Mihály: A rizs levél CTR 2 és NDRE reflektancia indexek összehasonlítása arzén stressz hatására különböző öntözési módok mellett	70
Balog Emese, Dani Mária, Mikó Péter, Borbélyné Hunyadi Éva, Drexler Dóra: ÖMKI-VSZT-Nébih öko őszi kalászos és őszi borsó posztregisztrációs fajtakísérletek	71
Bross Tamás Vencel, Cseke Klára, Keserű Zsolt, Ábri Tamás, Lados Botond Boldizsár: Populációgenetikai vizsgálatok kiemelt hazai akác (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.) magtermelő állományokban	72
Varga Balázs, Horváth Sándor, György Márton, Kirilla Zoltán, Szabó Luca Krisztina, Raisz Árpád, Preininger Éva: Hazai nemesítésű, mikroszaporított fehér akác (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.) fajták gyökérfejlődésének vizsgálata	73
Varga Balázs, Farkas Zsuzsanna, Károlyiné Cséplő Mónika, Mészáros Klára, Puskás Katalin, Rakszegi Marianna, Mikó Péter, Veisz Ottó: A martonvásári zabnemesítési program és legújabb eredményei	74
Forgács Fanni Zsuzsa, Virág István Csaba, Bekir Bytyqi, Gaganetz Dániel Zsolt és Kutasy Erika Tünde: Őszi és tavaszi zab genotípusok minőségvizsgálati eredményei	75
Bányai Judit, Balassa György, Károlyiné Cséplő Mónika, Mészáros Klára, Mikó Péter: Nemesítési kísérleti parcellák képi osztályozása 'ENVI' programmal	80
Kolozsvári Ildikó, Kun Ágnes, Valkovszki Noémi Júlia, Palágyi Andrea, Jancsó Mihály, Kovács Gergő Péter, Gyuricza Csaba: Afrikai harcsanevelő telep elfolyóvizének agronómiai hasznosítása silócirok termesztésben	81
Kovács Viktória, Hamow Kamirán Áron, Benczúr Kinga, Darkó Éva: Köles Martonvásáron: ismét fókuszban	82
POSZTEREK	83
Ábri Tamás, Cseke Klára, Hadházi Zoltán, Keserű Zsolt: A 'Guthi' akác: egy ígéretes fajtajelölt klón a Nyírségből	84
Bedő Janka, Eperjesi Sándor, Kovács Zsófia, Tóth-Lencsés Andrea Kitty, Pápai Bánk, Mendel Ákos, Veres Anikó, Kiss Erzsébet, Szőke Antal: Konzervált DNS-alapú polimorfizmus vizsgálata kajsziarackban (<i>Prunus armeniaca</i> L.)	85
Bódi Zoltán: Kukorica CropEx fajtaösszehasonlító kísérlet értékelése multispektrális UAV segítségével	90
Chonata Jiménez Erika, Cseh András, Makai Diána, Czuprák-Szabados Fanni, Polgári Dávid, Sepsi Adél: Módszeroptimalizálás a HEI10 meiotikus rekombinációs	

javítófehérje genomszintű kimutatására: immuncitokémiai alkalmazások a kromoszómális <i>crossing over</i> helyek feltárására kenyérbúzában.....	95
Czuprák-Szabados Fanni, Éva Csaba, Kis András, Polgári Dávid, Fábián Attila, Cseh András, Makai Diána, Chonata Jiménez Erika, Sepsí Adél: Az epigenetikai módosulások szerepe a meiotikus rekombináció szabályozásában – a DNS metiláció vizsgálata CRISPR-Cas technológia alkalmazásával	96
Csepregi-Heilmann Eszter, Spitzkó Tamás, Szőke Csaba, Áldott-Sipos Ágnes, Pintér János, Berzy Tamás, Széles Adrienn, Marton L. Csaba: Csíráztatóközeg hatása a kukorica genotípusok csírákori hidegtűrésére	97
Csizi Balázs, Széles Adrienn, Nagy János, Balla Zoltán: Földimogyoró a magyar mezőgazdaságban: nemzetközi kitekintés, kihívások és lehetőségek	98
Danielle Raviv-Garbi, Aline Martin Hoepers, Juhász Ákos, Tarnawa Ákos, Csilléry Gábor, Kovács Zsófia: Tárolási kórokozók hatása paprika termékek minőségi paramétereire	99
Eperjesi Sándor Miklós, Móricz Norbert, Németh Tamás Márton, Lados Botond Boldizsár, Cseke Klára: Szárazsági határon előforduló kocsánytalan tölgyesek genetikai tartalékai az erdészeti szaporítóanyag-gazdálkodás szemszögéből értékelve.....	100
Fenyvesi Beáta, Tóth Viola, Jaksics Edina, Mikó Péter, Tömösközi Sándor, Rakszegi Marianna: Tönköly és őszi búza genotípusok fehérjeösszetételének összehasonlító elemzése.....	101
Földvári Máté, Koroknai Judit, Domokos-Szabolcsy Éva, Kaszás László: Csicsóka (<i>Helianthus tuberosus</i> L.) <i>in vitro</i> mikroszaporításának technológiai fejlesztése	106
Gergely Mátyás, Sólyom-Leskó Annamária, Ficzek Gitta, Simon Gergely: Körte genotípusok <i>perry</i> készítésre való alkalmasságának vizsgálata	107
György Márton, Farkas András, Varga Balázs: Őszi búzafajták gyökérfejlődésének és szárazságtűrésének komplex vizsgálata eltérő környezeti feltételek mellett.....	108
Györgyi Gyuláné, Sipos Tamás, Tóth Gabriella, Henzsel István: A burgonya (<i>Solanum tuberosum</i> L.) nemesítés eredményei a Debreceni Egyetem Nyíregyházi Kutatóintézetében	109
Hanász Alexandra, Magyar-Tábori Katalin, Mendler-Drienyovszki Nóra, Zsombik László: Stressz index számítási módszerek összehasonlító elemzése ozmotikumokkal kezelt burgonya hajtástenyészeteken	110
Héjja Melinda, Pecsénye Bence, Bancea Gábor, Pacza Tünde, Nagy Róbert, Oláh Neli-Kinga, György Éva, Máthé Endre: Gemmoterápiás kivonatok antimikrobiális hatásának vizsgálata.....	111
Henzsel István, Sipos Tamás, Tóth Gabriella, Makádi Marianna, Almási Csilla, Demeter Ibolya, Orosz Viktória, Bogdányi Zsolt, Györgyi Gyuláné: Trágyázás hatása a 'Boglárka' burgonyafajta termésére.....	112
Horváth D. Ádám, Kiss Tibor, Cseh András, Kalapos Balázs, Karsai Ildikó: A környezeti hőmérséklet hatása a kenyérbúza fő cirkadián és fotoreceptor génjeinek napi expressziós mintázatára, illetve egymás közötti kapcsolatrendszerére	113

Kiss Tibor, Horváth D. Ádám, Cseh András, Karsai Ildikó: Hogyan befolyásolja a szupraoptimális hőmérséklet a különböző mértékben vernalizált kenyérbúzafajták egyedfejlődését?.....	114
Kovács Dezső, Horotán Katalin, Orlóci László, Makádi Marianna, Mosonyi István Dániel, Sütöriné Diószegi Magdolna, Kisvarga Szilvia: Biostimulátorok és növekedésszabályozó szerek hatása a <i>Weigela florida</i> 'Eva Rathke' fajta fenotipusos és fiziológiai tulajdonságainak javítására a zöldfelületi alkalmazás lehetősége mellett....	115
Kovács Szilvia, Urbán Kinga, Aszalósné Balogh Rebeka: Lucernafajták magbiológiai összehasonlítása	116
Kovács Zsófia, Csilléry Gábor, Pápai Bánk, Tóth-Lencsés Andrea Kitti, Bedő Janka, Veres Anikó, Szőke Antal: Az antocianin-tartalom hatásának vizsgálata a paprika pultontarthatóságára.....	117
Mali-Gáspár Edit, Simon Gergely, Ficsek Gitta: Húsos som (<i>Cornus mas</i> L.) genotípusok egyre szélsőségesebb klimatikus adottságainkhoz való alkalmazkodóképességének vizsgálata	121
Meier Orsolya, Szatmári Patrik, Tóth Csaba, Koroknai Judit, Makleít Péter, Domokos- Szabolcsy Éva, Veres Szilvia, Kruppa József, Fári Miklós Gábor: MMS-1 marsi-analóg regolit, led-világítás hatása 'GK Pilis' búzafű, 'Hungaro' tritikálé-fű és retek mikroökoszisztémák morfofiziológiai jellemzőire	122
Mihályfi Csilla, Bedő Janka, Halász Gábor Endre, Hussein Daood, Tóth-Lencsés Andrea Kitti, Kovács Zsófia, Veres Anikó: Cseresznye (<i>Prunus avium</i> L.) genotípusok antocianin- és polifenol tartalmának vizsgálata	123
Molnár Csilla Éva, Cseke Klára, Koltay András, Majsai Erika, Köbölkuti Zoltán Attila, Lados Botond Boldizsár, Benke Attila, Nagy László: Törzsfaszelekció a <i>Hymenoscyphus fraxineus</i> okozta köröspusztulás elleni védekezésben	128
Pance Miklós Álmos, Ivanizs László, Molnár István, Gaál Eszter, Hidvégi Norbert Tibor, Uhrin Andrea, Mikó Péter: A búza (<i>Triticum aestivum</i> L.) vad rokon fajaiban rejlő hasznos tulajdonságok kiaknázása a fajtaelőállítás nemesítésben.....	129
Pápai Bánk, Ivan Masaba, Kovács Zsófia, Bedő Janka, Tóth-Lencsés Andrea Kitti, Csilléry Gábor, Szőke Antal, Veres Anikó: Az 'Albaregia' paprikafajta mikroszaporítási protokolljának optimalizálása	130
Rácz Ferenc Endre, Kulik Eszter, Kun Beáta: Hibridkukorica anyai vonalak értékelése a fejlesztés korai szakaszában.....	135
Sipos Tamás, Zsombik László, Györgyi Gyuláné, Henzsel István: Különböző őszi kalászos gabonafajok vegetatív hozamának összehasonlítása.....	136
Spitkó Tamás, Csepregi-Heilmann Eszter, Szőke Csaba, Pintér János, Berzy Tamás, Marton L. Csaba: Technológiai újítások bevezetése a kukoricanemesítésbe	137
Szatmári Patrik, Meier Orsolya, Tóth Csaba, Koroknai Judit, Makleít Péter, Domokos-Szabolcsy Éva, Veres Szilvia, Fári Miklós Gábor: A paprikatermés térfogatsűrűségének (<i>fruit volume density</i> , FVD) összehasonlító elemzése kiegészítő LED világítás alkalmazásával.....	138

Tóth-Lencsés Andrea Kitti, Kiss Erzsébet, Gyulai Gábor, Bedő Janka, Kovács Zsófia, Pápai Bánk, Veres Anikó, Kozma Pál, Szőke Antal: Szelektált 'Kadarka' klónok és 'Kadarka' származékok molekuláris elemzése.....	139
Uhrin Andrea, Cséplő Mónika, Vida Gyula, Molnár István, Makai Szabolcs, Pance Miklós Álmos, Mikó Péter: Molekuláris és fenotípusos megközelítések a búza × <i>Dasypyrum villosum</i> hibridek vizsgálatában	143
Vasas Dominika, Galli Zsolt, Csányi Márta Erzsébet, Tóth-Lencsés Andrea Kitti: Szomatikus embriogenezis indukcióra irányuló kísérletek paradicsom (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) és karfiol (<i>Brassica oleraceae</i> var. <i>botrytis</i> L.) fajták esetén	144
Veres Szilvia, Basal Oqba, Makleit Péter: A búza nitrogén hasznosítási hatékonysági jellemzőinek változása kontrasztos nitrogénkezelés mellett	1449

ELŐSZÓ

Vida Gyula

MTA Növénynemesítési Tudományos Bizottság

Az utóbbi években olyan klimatikus, gazdasági és a szabályozás oldaláról megjelenő kihívásokkal kell a növénytermesztőknek szembenézni, melyek a korábbiaktól merőben eltérő eljárások alkalmazását követeli meg. A precíziós gazdálkodással, vagy az energiatakarékos talajművelési eljárások bevezetésével lehetséges a költségek csökkentése, másik oldalról viszont az aszályos nyarak, vagy a szerkivonások és a peszticidek használatának visszaszorítása harapófogóba szoríthatja a gazdákat. A változó természeti és gazdasági környezetben versenyképes gazdálkodás kizárólag megfelelő biológia alapok használatával, alkalmazkodó fajtákkal és hibridekkel lehetséges. Ehhez pedig feltétlenül szükséges a növénynemesítési programok és technikák fejlesztése.

Napjainkban átmeneti időszakban tevékenykednek a növénynemesítők, hiszen még a hagyományos, fenotípusos kiválogatáson alapuló programok is sikeresen működnek, ugyanakkor egyre nagyobb tért nyer a genotípus ismeretén alapuló szelekció. Ez utóbbi megjelenése paradigmaváltást jelent a tudományterületen, hiszen korábban a fenotípusból következtethettek a növénynemesítők a genotípusra (milyen gének/génkombinációk lehetnek a megjelenő tulajdonságok hátterében), ehelyett a genotípus játssza az alapvető szerepet és ennek ismerete alapján becsülhető előre az utód teljesítménye. Sorra válnak nyilvánossá a különböző növényfajok génjeinek szekvenciái és referencia genomjai, melyek segítséget nyújtanak a javítani kívánt tulajdonság beazonosításában, majd nyomonkövetésében az utódgenerációkban. A genom és a gének szekvenciáinak ismeretével lehetséges a precíziós nemesítés alkalmazása, amivel felgyorsítható pl. a szárazsághoz jobban alkalmazkodó, vagy a növényi kórokozókkal szemben védett növényfajták és hibridek létrehozása. Az eljárást már a világ sok országában engedélyezték és ezt a lépést várhatóan az Európai Unió is megteszi.

A genomok ismeretével párhuzamosan a fenotipizálási módszerek is gyors iramban fejlődnek. A bel- és kültéren használható fenotipizáló platformok mellett a drónokkal végzett felvételezés is terjed, ennek első eredményei már e kötetben is megjelennek.

Az eddigiek alapján úgy tűnhet, hogy az új technikák bevezetésével a növénynemesítési kutatások és programok soha nem látott iramban fejlődhetnek. A lehetőség adott, de a plenáris ülésen elhangzott előadások alapján a tudományterület hazai helyzete ellentmondásos. Egyik oldalról történtek fejlesztések (pl. genomi ismeretek bővítése, génszerkesztési kutatások elindítása, fenotipizáló platform kiépítése) melyek biztosíthatják a versenyképesség megtartását nemzetközi szinten, ugyanakkor sorra szűnnek meg tradicionális kutatóhelyek, melyek hozzájárultak a magyarországi genetikai bázis fejlesztéséhez. A döntéshozókkal meg kell értetni, hogy az ország szuverenitásának lényeges összetevője a biológiai alapok fejlesztése és biztosítása a hazai növénytermesztők számára.

A XXXI. Növénynemesítési Napok programja és e kötet összefoglalói bizonyítják, hogy a területhez kapcsolódó hazai alapkutatás és a fajtaelőállító tevékenység minden nehézség ellenére még életképes. A konferencia nem titkolt célja, hogy elősegítse a hálózatépítést, hiszen a különböző kutatóhelyek és cégek együttműködése hatékonyabbá, egyedibbé teheti a programok működését, segítheti a rendelkezésre álló infrastruktúra jobb kihasználását.

Ebben az esztendőben új helyszínen, Debrecenben rendeztük meg tudományos összejövetelünket. Ezúton is köszönöm a helyi szervezőknek, a Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar oktatóinak és dolgozóinak odaadó munkáját, amivel felejthetlenné tették rendezvényünket.

*A DEBRECENI EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG-,
ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS
KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI KAR
KUTATÓCSOPORTJAINAK
ELŐADÁSAI*

NÖVÉNYI MEMÓRIÁRA ALAPOZOTT STRATÉGIÁK A NÖVÉNYI STRESSZTOLERANCIA FOKOZÁSÁRA

Dobránszki Judit

Debreceni Egyetem, MÉK, Agrár Genomikai és Biotechnológiai Központ

A legújabb kutatások igazolták, hogy a növények képesek tanulni, kommunikálni, döntéseket hozni, és ennek megfelelően módosítani viselkedésüket. A tanulás előfeltétele a precíz emlékezet, vagyis az élő szervezet azon képessége, hogy a megszerzett tapasztalatok alapján információt tároljon, és visszakeressen. Amikor egy inger éri a növényt, azt a növény képes felismerni és érzékelni, majd reagálni rá. Mindeközben elkezd építeni a memóriát is az adott behatásról. A növényi memória sejt-, biokémiai és molekuláris hálózatokon, valamint ezek együttműködésén alapul. A növényi memória típusait molekuláris mechanizmusa, örökölhetősége és időtartama alapján definiálhatjuk. A transzmemória főként azt jelenti, hogy a citoszolós particionálás vagy visszacsatolási hurkok által továbbított diffundálható jelek (pl. transzkripciós faktorok vagy egyéb vegyületek) koncentrációja megváltozik, addig a cisz memória a kromatin kémiai változásán alapul. A kromatin kémiai változásai, mint például a DNS metilációjának megváltozása a citozin vagy adenin helyeken, a hiszton acetilezésének, foszforilációjának, metilációjának vagy ubiquitinációjának módosulásai az epigenetikai módosulások közé tartoznak. Ezek a módosulások részt vehetnek a rövid távú, hosszú távú és öröklődő memória fejlesztésében is.

A növényi memória szerepet játszik a növény-növény és növény-környezet kommunikációban, valamint biztosítja a túlélést és a környezeti abiotikus és biotikus stresszek leküzdését. A növények képesek megjegyezni a közelgő támadás figyelmeztető jelzését hisztonmódosítással vagy DNS-metiláció megváltoztatásával, azáltal, hogy miRNS-eket vagy VOC-okat kapnak a környezetből. Az intragenerációs vagy szomatikus memória régóta ismert, egész életen át, vagy az egyén életének egy részében áll fenn, és a növény mitózissal tartja fenn. Jól ismert példa erre a vetőmag priming. A szerzett tulajdonságok azonban több generáción át is fennmaradhatnak, azaz öröklődhetnek, ivaros szaporodás esetén is. Az öröklődő memória gyakran epialloklokton alapul, amelyek a genom epigenetikai állapotában, főként DNS-metilációjában eltérő régiók, és stabilan öröklődnek a következő generációkba. A természetben előfordulnak, és kísérletileg is előidézhethők. Előfordulásuk gyakorisága mintegy öt nagyságrenddel magasabb, mint egy mutáns allélé, ami gyorsabb alkalmazkodást tesz lehetővé a változó környezethez. Az epigenetikai mutációk evolúciós hatásuk lehetnek, képesek befolyásolni az adaptáció tempóját és kimenetelét.

A gyakori, hirtelen és súlyos környezeti igénybevételekkel járó éghajlatváltozás megkívánja, hogy olyan rugalmas növényfajtákat tervezzünk, amelyek fokozott stressztűrő képességgel rendelkeznek, és amelyek felkészültek arra, hogy jobban reagáljanak a nemzedékeken belül vagy a generációkon át előforduló vagy ismétlődő környezeti igénybevételekre és viszonylag gyorsan előállíthatók. Az egyik lehetőség a növények „betanítása”, ami a növényi memórián alapuló adaptív stresszstimulációt jelenti és lehetővé teszi a kereszt-stressz és a multi-stressz ellenállóképesség fejlesztését a növényekben. Egy másik lehetőség az epigenetikai variabilitás felhasználása a növénynevelésben, azaz az ún. *climate-smart* növények létrehozása az epigenetikai módosulás globális vagy helyspecifikus indukálásával, vagy az epigenom szelekciójával.

A TKP2021-EGA-20 számú projekt a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-EGA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

A FOTOSZINTÉZIS MÉRÉSEK SZEREPE A NÖVÉNYEK STRESSZÁLLAPOTÁNAK AZONOSÍTÁSÁBAN

**Csajbók József, Virág István Csaba, Gaganetz Dániel Zsolt, Forgács Fanni Zsuzsa,
Kutasy Erika Tünde**

*Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Növénytermesztési, Nemesítési és Növénytechnológiai Intézet, Debrecen*

Az aszálykárok bekövetkezési gyakoriságának, illetve a károk nagyságának növekedése több tényező együttes hatásának következménye hazánkban. A vízgazdálkodási feltételek hazánk szántóterületein nagy hányadban kedvezőtlenek vagy közepesek, ráadásul romló tendenciát mutatnak. Kutatásaink során célunk volt annak a vizsgálata, milyen eltérések azonosíthatók a növények asszimilációjában stressz alatt, és az azt befolyásoló tényezők hatása hogyan érvényesül, illetve milyen lehetőségek vannak a negatív hatások enyhítésére. A kísérletekben 1999-2018 között a LICOR cég LI-6400, 2019-2024 között a LI-6800 hordozható fotoszintézis mérő műszerét használtuk a vizsgálatokhoz. Mindkét rendszer két nagy pontosságú infravörös gázelemzővel rendelkezik a levegő CO₂ és H₂O molfrakciójának mérésére. Kutatásaink eredményeképpen megállapítottuk, hogy száraz évjáratban, mészlepedékes csernozjom talajon a napraforgó fotoszintézis rendszere kevésbé reagált érzékenyen a vízhiányra, mint a kukoricáé, a fotoszintézis intenzitása meghaladta a kukoricáét mindegyik mérési időpontban. A kukorica nettó fotoszintézise július közepén és augusztus közepén, amikor a tényleges párolgás a PET 25-33%-át érte csak el, különösen alacsony volt, nem haladta meg 15 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ értéket. Mind a kukorica, mind a napraforgó genotípusok között szignifikáns eltérést igazoltam a fotoszintézis paraméterek illetve a vízfelhasználás hatékonyságát elemezve. A kukoricában a genotípusok közötti különbségek nagyobbak voltak minden esetben, mint a napraforgóban. A gyomok kompetíciós képességét a fotoszintézisük és a vízhasznosításuk hatékonysága is befolyásolja. Súlyosan vízhiányos körülmények mellett a C₄-es növények fotoszintézise hatékonyabban működik a C₃-asokénál, ezért a C₄-es gyomnövények (pl. *Datura stramonium*) is nagyobb veszélyt jelentenek, azonban a jó szárazságtűrésű C₃-as fajok (pl. *Xanthium italicum*) is jól fejlődhetnek.

ENDOFITON *TRICHODERMA*, A NÖVÉNYI PROBIOTIKUMOK

Karaffa Erzsébet

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

A fenntartható mezőgazdaság egyik kulcsfontosságú célkitűzése a kémiai növényvédő szerek és műtrágyák használatának minimalizálása. Ennek elérésében a mikrobiális készítmények, különösen a *Trichoderma* nemzetség gombái, ígéretes alternatívát kínálnak. Ezek a gombák, mint növényi probiotikumok, nem csupán a növényi kórokozók elleni biológiai védekezésben játszanak szerepet, hanem a növények növekedését és stressztoleranciáját is jelentősen fokozzák.

Kutatócsoportunk egészséges szőlő belső, fás szöveteiből izolált *Trichoderma* törzseket, amelyek mikoparazita aktivitásuk és metabolit termelésük révén *in vitro* gátolták több Ascomycota, és Oomycota növényi kórokozó növekedését, és megfigyelhető volt a gombákat elpusztító mikoparazita aktivitásuk is¹. A legjobb tulajdonságokkal rendelkező, molekuláris markerek segítségével pontosan meghatározott, szabadalmaztatott³ *Trichoderma afroharzianum* TR04 és *Trichoderma simmonsii* TR05 törzsekből előállított, engedélyezett termék (Tricho Immun) biostimuláns hatását szőlőben és bodzában is kimutattuk. Ezek a törzsek, a hagyományos növényvédelmi technológiájú, jelentős mennyiségű kémiai fungicidet használó ültetvényekben is hatékonyak bizonyultak, növekedésüket a vizsgált gombaölőszerek nem gátolták². Ezen túlmenően, szántóföldi kísérletekben a Trico Immunnal végzett lombpermetezés jelentősen növelte a kukorica és napraforgó fotoszintetikus aktivitását (6,7%-kal több életképes levél, 19,1%-kal magasabb SPAD index), és extrém szárazságban a kukorica termés hozamát több mint duplájára emelte (0.587 t/ha-ról 1.62 t/ha-ra, $p < 0,001$)⁴. *In vitro* vizsgálatok igazolták ezen törzsek mikoparazita aktivitását *Fusarium* és *Aspergillus* fajokkal szemben, ami csökkentheti a mikotoxin szennyezést. Szántóföldi alkalmazásuk jelentősen csökkentette a búza kalászfuzáriózist.

Az endofita *Trichoderma* törzsek jelentős előnye, hogy a növények belső szöveteit tartósan kolonizálva hosszú távon segítik a növény növekedését, fejlődését, és növelik az abiotikus (pl. szárazság) és biotikus (kórokozó gombák) stresszel szembeni ellenálló képességét. Az egyszeri alkalmazást követően akár négy évig is fennmaradnak a növényben, és megoldást kínálnak olyan betegségekkel szemben is, mint a szőlő fertőző tökepusztulása, gyümölcsök fás betegségei és a peronoszpóra. Ezek a hazai környezethez alkalmazkodott, endofita *Trichoderma* törzsek kiváló lehetőséget kínálnak a termésbiztonság fenntartására mind a biológiai, mind az integrált növénytermesztésben, javítva a termés hozamot, minőséget és abiotikus stressztoleranciát.

¹ Kovács, et al.: The Biocontrol Potential of Endophytic *Trichoderma* Fungi Isolated from Hungarian Grapevines. Part I. Isolation, Identification and In Vitro Studies. *Pathogens*. 10 (12), 1-19, 2021.

² Csótó et al.: The Biocontrol Potential of Endophytic *Trichoderma* Fungi Isolated from Hungarian Grapevines, Part II, Grapevine Stimulation. *Pathogens*. 12 (1), 1-14, 2023.

³ Karaffa, Erzsébet (50%); Kovács, Csilla: Biopeszticid gombatörzsek készítmények P1800012/18

⁴ Csótó et al.: Foliar spraying with endophytic *Trichoderma* biostimulant increases drought resilience of maize and sunflower. *Agriculture-Basel*. 2024, 14 (12), 1-12.

RÜGYKIVONATOK PERSPEKTÍVAI A FITOTERÁPIÁBAN

Máthé Endre

*Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Táplálkozástudományi Intézet, Debrecen*

A természetes eredetű növényi hatóanyagok számos gyógyszerkészítményt inspiráltak, miközben a fitoterápia ismerettára folyamatosan gyarapszik. A növényi kivonatok különböző típusai kiválóan alkalmazhatók egészségfenntartó, betegségmegelőző és roboráló szerként, továbbá az enyhe lefolyású betegségek kezelésére. Annak érdekében, hogy a fitoterápiás szerek alkalmazhatósága kellő tudományos megalapozottsággal rendelkezzen, szükség van olyan kísérleti rendszerekre, amelyek révén közvetlen kísérleti bizonyítékokat szolgáltatnak.

A növényi kivonataink elkészítésére rügyeket alkalmazunk szabványosított eljárási módszer közepette, míg eltarthatóságuk, azaz összetételük meghatározott ideig biztosított és ennek köszönhetően a különféle rügykivonatok fiziológiai hatásai összehasonlíthatók. Jelenleg mintegy 80 féle egyedi fajhoz köthető rügykivonattal rendelkezünk, de többféle rügykivonat keveréket is létrehoztunk. A rügykivonataink tanulmányozása kapcsán feltárjuk a fitonutriens tartalom minőségi-mennyiségi paramétereit, illetve az összpolicifol- és flavonoid-tartalmat, továbbá az antioxidáns kapacitásokat. A rügykivonatok kémiai elemzését követően elemizzük nutriens hatásait felhasználva a *Drosophila melanogaster* alapú modell rendszereinket. Ilyenképpen azonosítottunk antiinflammatorikus meg antidiabetikus hatású rügykivonatok.

Az előadás során ismertetjük néhány rügykivonat fitonutriens profilját, a nutritív modell rendszerünk és a diabetikus állapotra jellemző funkcionális interakciók sajátosságait, mintegy előrevetítve a rügykivonatok prevenció alkalmazási lehetőségeit.

LEAF PROTEIN CONCENTRATES: A GAME-CHANGER FOR SUSTAINABLE FOOD AND FEED SYSTEMS

Tarek Alshaal, Nevien Elhawat, Zoltán Kovács, László Kaszás, Nóra Bákonyi, Miklós G. Fári, Szilvia Veres, Éva Domokos-Szabolcsy

*Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Növénytermesztési, Nemesítési és Növénytechnológiai Intézet, Debrecen*

Leaf Protein Concentrates (LPCs) have emerged as a promising solution for sustainable food and feed systems, offering a high-quality protein source derived from green biomass. The yield, properties, and nutritional values of LPCs are explored, emphasizing their potential to address global protein demands while promoting sustainability. Research on processing green biomass from crops such as alfalfa (*Medicago sativa*) and Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) demonstrates that LPCs can be efficiently extracted through wet fractionation methods, yielding not only high-quality protein but also valuable co-products like fiber and brown juice. These co-products exhibit bioactive metabolites and antioxidant properties, further enhancing their utility in food and feed applications.

Nutritionally, LPCs are rich in essential amino acids, making them a viable alternative to conventional protein sources such as soybean and animal-based proteins. Studies on alfalfa and Jerusalem artichoke reveal that LPCs can be fortified with selenium, enhancing their nutraceutical value and providing additional health benefits. Additionally, fermented brown juice, a by-product of LPC extraction, has been shown to stimulate plant growth, indicating its potential in sustainable agricultural practices.

The integration of LPCs into food and feed systems supports sustainability by reducing reliance on resource-intensive protein sources and utilizing agricultural by-products that would otherwise go to waste. This approach aligns with circular economy principles, minimizing environmental impact while meeting the growing demand for protein. In conclusion, LPCs represent a game-changing innovation in sustainable food and feed systems, offering a nutrient-rich, environmentally friendly protein source that can contribute to global food security and sustainable agricultural practices.

A DEBRECENI EGYETEM BIODROME ESZKÖZEI ÉS KÍSÉRLETEI

Fári Miklós, Tóth Csaba, Veres Szilvia

Debreceni Egyetem MÉK, Alkalmazott Növénybiológiai Intézet, Űrnövények Kutatócsoport

A Debreceni Egyetem MÉK keretében a 2020-ban létrehozott *Űrnövények Kutatócsoport* fő feladata az űrállomásokon és a leendő űrbázisokon történő növénybiológiai és növénytermesztési kísérletek speciális kutatási eszközeinek a fejlesztése. A kutatások további célja, hogy az egyetemi és PhD hallgatókat bevonhassuk a munkánkba, illetve kiterjeszthessük a felhasználását a középiskolai oktatásba is. Reményeink szerint a Debreceni Biodrome, mint az egyik első hazai „biomaker-place” az űrnövénykutatás egyik vonzó kutatási-fejlesztési helyszíne lesz a hazai és nemzetközi együttműködéseknek. A Biodrome ad otthont a HUNOR program keretében végzett magyar űrpaprika kutatásoknak. Az eltelt öt év során tíz program keretében végeztünk kutatásokat a 240 m² alapterületű Biodrome kísérleti üvegházunkban. A *Capsitron-Gramatron program* feladata - a Space-Lab Kft. közreműködésével - programozott hidroponikus tápanyagutánpótlással és LED világítással működő IoT okos minifarm tesztelése. Ezt a berendezést az Almok Álmodói '20 Kiállításon egy évig állítottuk ki. Négy ciklusban két-két paprika növényt neveltünk fel palánta kortól a termés biológiai érésig. Az itt előállított magok a determinált növekedésű 'Hungarian Enigma' (HEH és HEG) űrpaprikafajták nemesítési anyagai voltak. Az *Alginator projekt* keretében - a Space-Lab Kft. közreműködésével -transzparens polikarbonát falú *Spirulina* és *Chlorella* mikroalgák tenyésztésére optimalizált LED világítással ellátott okos 20 literes fotobioreaktor rendszert hoztunk létre. A *Morfogenator projekt* keretében kifejlesztett berendezés egy db egyenáramú villanymotorral működtetett vízszintes irányban oda-vissza mozgó 280 cm x 120 cm felület felett elhelyezett sinszerkezet, melyen ún. mozgatott karok és LED világítás van elhelyezve. A mozgatott karok cserepekben nevelkedő növények leveleit érintve ezek a karok kiváltják a növekedés és megnyúlás mérséklését az ún. tigmomorfogenezis hatására. A *Harminc munkahelyes hipogravitációs készülék (klinosztát)* a növények csökkentett gravitációs kutatását szolgálja. 6 × 5 db, vertikálisan elhelyezhető szerkezet a saját tengelye körül forog vízszintesen és hat szinten. A klinosztát berendezésben mezőgazdasági, potenciális űrnövények is nevelhetők. A *Mikroszilózó projekt* új eszköze egy műanyagból készült felülről nyitható, alul zárt speciális doboz. Felső részébe egy mechanikus működtetésű nyomólap található. Ez alatt lebomló műanyag zsákban zölden betakarított növények, levelek, szárdarabok préselt-légszegényített összedarabolt masszája található, speciális tejsavbaktérium kultúrával beoltva. A tejsavbaktériumok hatására a zöld biomassza fermentálódik, tejsavas erjedésen megy keresztül, hasonlóan a káposzta savanyításhoz, és/vagy a nagyüzemi zöldtakarmány silózáshoz. Az *Űrkertészet és a polcos paprika program* részére felszereltük a kiegészítő LED világítással ellátott, négyszintes, szemi-hidropóniás-multifunkciós okos farm-rendszert. A *VEGBOX projekt* a debreceni űrnövénykutatás egyik legújabb fejlesztési iránya. A rövidebb, 8-10 napos csíráztatási (HEH és NEI paprikák), illetve mikroözöldség (hónapos retek) előállító kísérletekhez a növények számára a vizet speciális abszorbens anyagokból álló gyökereztető tér szolgálja ki. A hosszabb ideig tartó búzafű kísérletekben a növényeket kizárólag ásványi anyagokat és lassan feltárolódó műtrágyát is tartalmazó földmentes keverékben neveljük. A dobozok műanyag alkatrészeit – 3D nyomtatással – részben a Pécsi Egyetem 3D Központja, részben intézetünk készíti. A felsorolt eszközök, egy részét, továbbá a 3D nyomtatókat a *Földi űrbázis programunk* keretében egy 53 m³-es klimatizált izolált térben helyeztük el. Berendeztünk egy 15 m³-es - rovarlárva tenyésztésre is alkalmas - BLSS kamrát, továbbá a vertikális lamináris oltófülkét magába foglaló, 4,3 m³-es biohazard sátrat. A szakmai látogatás és bemutató elsődleges célja a téma iránt érdeklődő hazai műhelyekkel történő kooperáció kialakítása volt.

PLENÁRIS ELŐADÁSOK

A KERTÉSZETI TERMESZTÉS BIOLÓGIAI ALAPJAINAK HELYZETE ÉS PERSPEKTÍVÁI MAGYARORSZÁGON

Hegedűs Attila¹, Fári Miklós², György Zsuzsanna¹

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Genetika és Biotechnológia Intézet, Budapest

²Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Alkalmazott Növénybiológiai Intézet, Debrecen



A kertészeti termesztés biológiai alapjainak helyzete és perspektívái Magyarországon

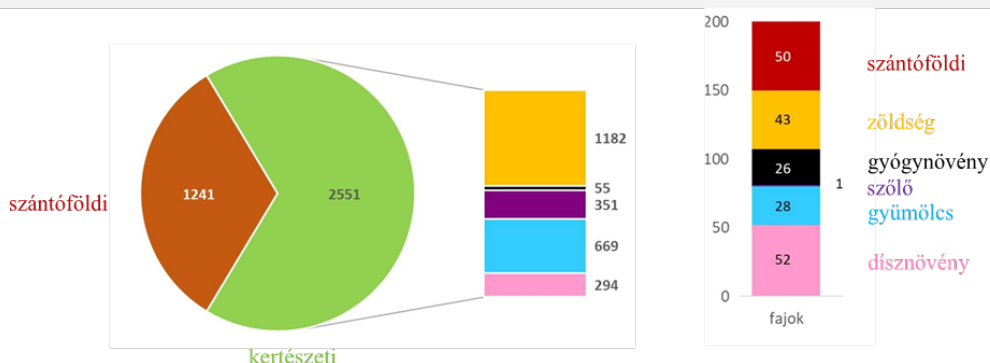
Hegedűs Attila, Fári Miklós, György Zsuzsanna

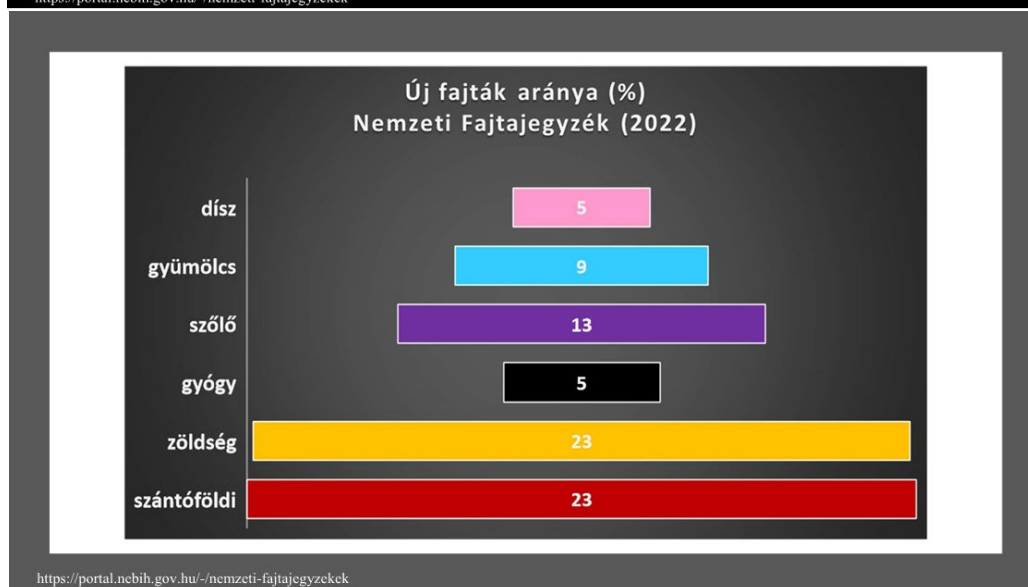


XXXI. Növénynevelési Tudományos Napok A múlt ismerete és a jövő feladatai



A Nemzeti fajtajegyzéken szereplő fajták és fajok száma





Szőlőnevelés

MATE Szőlészeti Tanszék (2018), Genetika és Növénynevelés

Tanszék, Georgikon (2018), Kecskemét (Hajdu Edit: Gesztus, Generosa, Éva, Fanny stb.)

Recensek

PTE Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet (ifj. Kozma Pál: Pálma, Sylver, Pinot regina, Ister, Jázmin, Borsmenta stb.), 2016-21

Magánnevelés (Veres Csaba, Mészáros Pál), VitiCOOP Kft. (új klónok: Pinot noir Bb.162/1, Merlot Bb.348/1, Cabernet sauvignon Bb.15/1, Sauvignon blanc Bb.297/1), Hilltop Neszmély Rt.



Gyümölcsnemesítés

Gyümölcstermesztési Kutatóintézetek (Érd, Fertőd, Cegléd, Újfehértó)

MATE Gyümölcstermő növények tanszék,
Kertészeti Növénygenetika Csoport

Alma (Tóth Magdolna): Artemisz, Bellona, Hesztia, Karneol, Rosmerta, Feronia (varasodás-rezisztens), Veritas (varasodás-rezisztens)

Molekuláris vizsgálatok

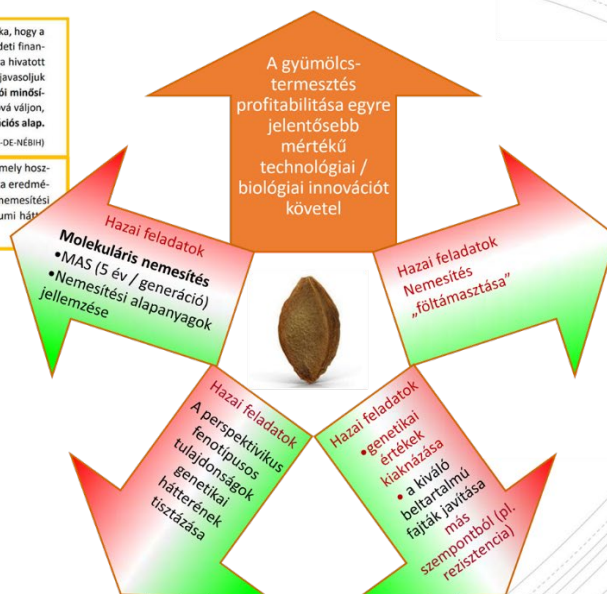


A megoldási javaslat: A gyümölcsnemesítési munka alapvető problémája a jelentős időigénye. Ez az oka, hogy a fiatal szakemberek más, gyorsabb eredménnyel kecsegtető szakterületek felé fordulnak, illetve a kezdeti finanszírozási igény sem teremthető elő a rövidtávú K+F pályázati rendszerekből, így a nemesítési munkára hivatott intézmények forrás hiányában nem érdekeltek a tevékenység fejlesztésében. Ennek megoldására javasoljuk elkülönített költségkeret létrehozását és a nemesítő szakemberek motiválásához szükséges új kutatói minősítési és előmeneteli rendszerek kidolgozását. Ahhoz, hogy a tevékenység hosszú távon is fenntarthatóvá váljon, jogszabályban kell biztosítani, hogy a szőlő-borágazat mintájára létrejöjjön egy gyümölcsfajtainnovációs alap.

Gyümölcsnemesítési KFI javaslat (NAK-FruitVeB-MATE-DE-NÉBIH)

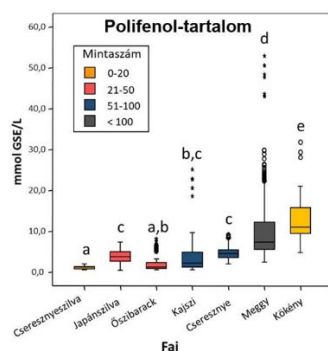
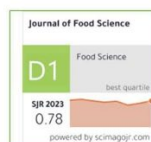
2. A kertészeti nemesítési munka támogatására önálló, központi kezelet alatt kell létrehozni, amely hosszútávú finanszírozási lehetőséget nyújt az egyes nemesítő műhelyek számára. A nemesítési munka eredményessége érdekében biztosítani kell a tevékenység összes fázisának a finanszírozását, továbbá a nemesítési munka felgyorsítását lehetővé tevő modern, már rendelkezésre álló genom vizsgálati laboratóriumi háttérbevitelét és fejlesztését.

Gyümölcsnemesítés

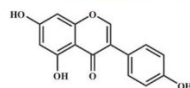


Antioxidant and Antiradical Capacities in Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Fruits: Variations from Genotypes, Years, and Analytical Methods

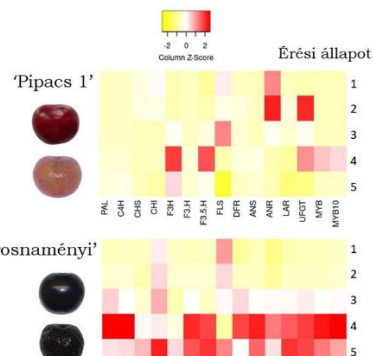
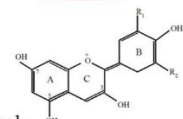
Attila Hegedűs, Rita Engel, László Abrankó, Emőke Balogh, Anna Blázovics, Rita Hermán, Júlia Halász, Seza Ercisi, Andrzej Pedryc, and Éva Stefanovits-Bányai



Genistein izoflavonoid



Antocianidinok



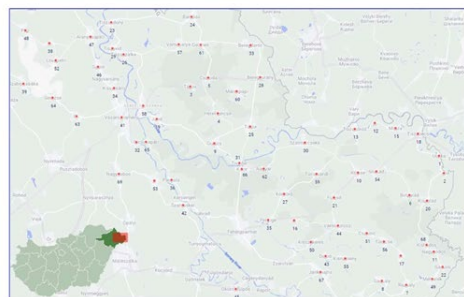
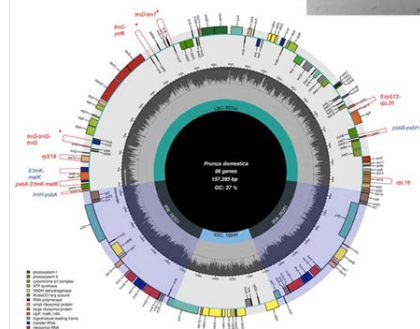
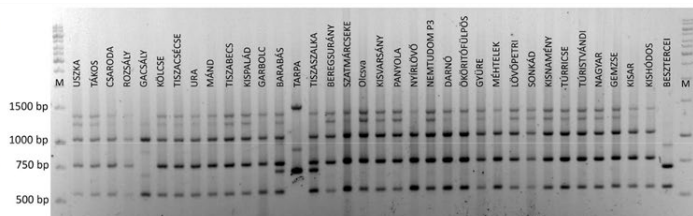
A csonthéjas gyümölcsök polifenol-tartalmának *boxplot* diagramja. Szignifikancia ($P \leq 0,05$).

A meggy flavonoid-bioszintézis út génjeinek expresszióját mutató hőtérkép. 1-5: érési állapot, zöld gyümölcskezdemény – érett gyümölcs.

• • • • •

• • • • •

Nemesítési
alapanyagok:
a 'Nemtudom' (?)
szilva titkai



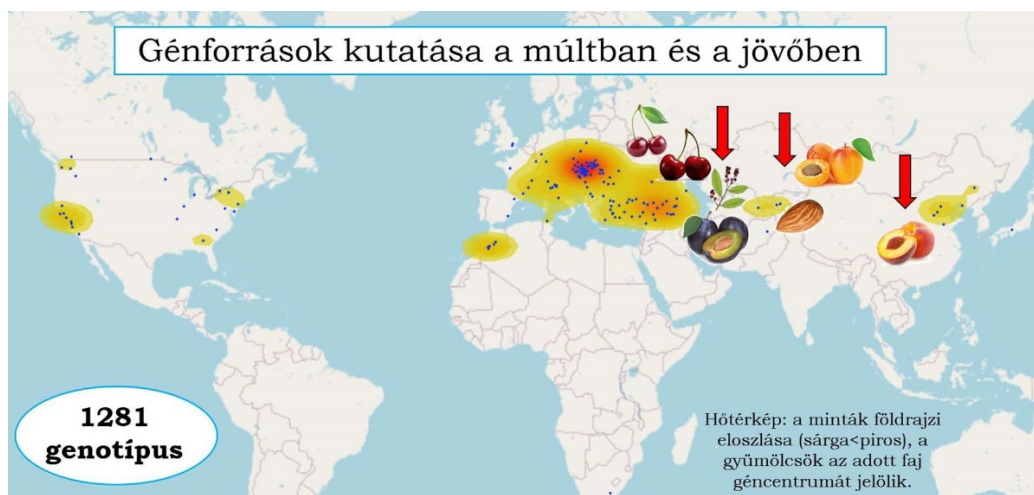
A kutatási eredmények közvetlen megjelenése a kertészeti gyakorlatban



„...for managing the RVT orchards. The expertise of Julia Halász and Attila Hegedűs is credited in providing the S-allele genotype for ‘Yorizane’.”

Ledbetter 2021. HortSci., 56: 1142-1143.





38% (487) kajszsi; 16% mandula; 12% szilva; 11% őszibarack; 7% babérmeggy; 6% cseresznye; 3% meggy; 3% birs; + 23 alma, 17 kőkeny, 22 egyéb *Prunus* faj

Gyógynövénytermesztés

Nem csak nemesített fajták szaporíthatók

MATE Gyógy- és Aromanövények Tsz. (mák, kasvirág, szöszös ökörfarkkóró, kakukkfű, cickafark, izsóóp, majoranna, máriatövis stb.)

Gyógynövénykutató Kft. (mák, bazsalikom, citromfű)

Alkaloida Vegy Zrt., Mezőprodukt Mg. Kft., Pannon Agrár Kft.

2022-23: nem volt állami elismerés

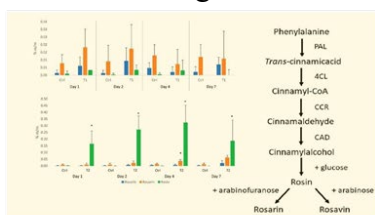
2024: 'Soroksári 50' kamilla

Biotechnológia



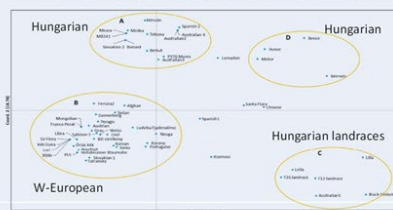
A nemesítést támogató molekuláris genetikai vizsgálatok

- ✿ Kakukkfű
- ✿ Mák
- ✿ Bazsalikom
- ✿ Menta
- ✿ *Rhodiola rosea*



Article Genetic Diversity and Relationships of Opium Poppy Accessions Based on SSR Markers

Zsuzsanna György¹, Sameena Alam¹, Priyanka Priyanka¹ and Éva Zamboriné Németh²

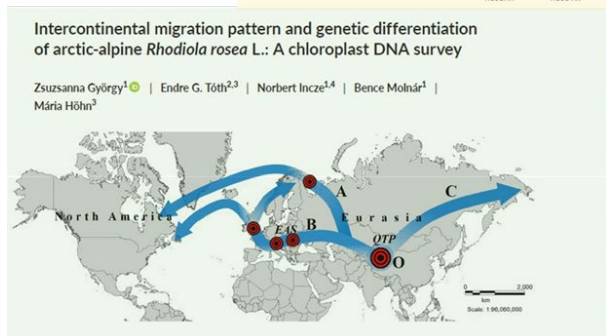
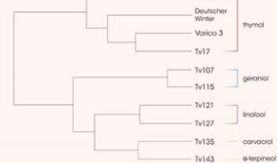


Differentiating *Thymus vulgaris* chemotypes with ISSR molecular markers

Zsuzsanna György¹, Norbert Incze², Zsuzsanna Pálfi³

¹ Department of Genetics and Plant Breeding, Szent István University, 20-45 Vitézi út, Budapest, 1136, Hungary

² Department of Medicinal and Aromatic Plants, Szent István University, 20-45 Vitézi út, Budapest, 1136, Hungary



Zöldségtermesztés

Zöldségtermesztési Kutatóintézet

Borsó: **érésidő**, **stressztűrés**, **rezisztencia** (Finish, Kond, Tirza)

Paprika: **íz**, **hozam**, **rezisztencia** (Gidran, Sonett)

Görögdinnye: **koraiság**, **íz**, **minőség**, **termőképesség**, **magszegény**, **stressztűrés** (Charisma, Stabilo)

Uborka: **koraiság**, **minőség**, **termőképesség**, **rezisztencia** (só) (CB 15-26, Brutus)

Számos cég , pl. Orosco

Paprika (Arikan, Barla, Dormán, FKO-3, Kamor, Klapka, OSP-3155, Redex, Reno, Reyyan, Zoé)

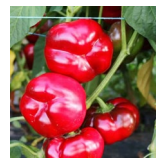
Magánszemélyek

Ruskó József

Paprika (Bercel, Dála, Dorothy, Draganovo, Firtos, Fjord, Gilda, Ines, Ivanov, Kamilla, Láng, Sarolt, Stark, Timur, Vág)

Syngenta

Paradicsom, Görögdinnye,
Fejeskáposzta, Karfiol...



Dísznövény-nemesítés

MATE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, Szarvasi Arborétum

Városterő díszfák, díszcserjék (Budai Arborétum): mezei juhar, som, bálványfa, hárs stb.

Hazai lágyszárú flórából kiemelt növények

MATE Dísznövénytermesztési és Zöldfelületgazdálkodási Kutatócsoport

Rózsa (Márk Gergely hagyatéka)

Alcea, Altea, Cosmos, Tagetes stb. (Kováts Zoltán hagyatéka)

Debreceni Egyetem ATK DTTI Pallagi Kertészeti Kísérleti Telepe

Canna hibridek, sásliliom

Alsótekeresi Faiskola

virágos kőris, borostyán, alma, berkenye, ginkgo recens

Sylvanus, Tahi stb.

Mészáros József, Boróczki Mihály és mások

Biotechnológia



MAGYAR NEMESÍTÉSŰ DÍSZNÖVÉNYEK ÉS NEMESÍTŐK - ÁTTEKINTÉS

Lombos fák és cserjék

- 96 fajta - 22 fő nemesítő
- Bokor Miklós, Dr. Józsa Miklós, Dr. Schmidt Gábor, Maróti Lászlóné, Török Zoltán, Dr. Orlóci László, Dr. Ifjú Zoltán, Ifjú Boldizsár, Dr. Brabits Elemér, ifj. Barabits Elemér, Prof. Dr. Domokos János, Kett Ferenc, Magyar Gyula, Dr. Marácz László, Tóth Imre, báró Orczi Antal, Prof. Dr. Terpó András, Tóth Ferencné, Sípos Elek, K. Szabó István, Jámborné Dr. Benczúr Erzsébet, Dr. Tóth Béla

Örökzöldek

- 50 fajta – 14 fő nemesítő
- Ambrózy-Migazzy István, Dr. Józsa Miklós, Dr. Ifjú Zoltán, Dr. Brabits Elemér, ifj. Barabits Elemér, Tóth Gyula, Bauecker Alajos, Kiss Marcel, Lengyel Pál, Török Zoltán, Lakatos László, Both Gyula, Szijjártó Lajos, Németh Lajos

Rózsák

- 2000 körüli fajta – „Grüss aus Teplitz”: Old Rose Hall of Fame tagja (WFRS, 2000, 11 fajta) - 8 fő nemesítő
- Geschwind Rudolf, Chotek Mária Henrietta, Dr. Márk Gergely, Győry Szilveszter, Dr. Palocsay Rudolf, Szathmáry Király Pál, Szepessy Kálmán, Emich Gusztáv
- 15 hazai rózsakert, Duneszerdahely, Alsókorpona (Szlovákia), Nagydobrony (Ukrajna)

Egynyári lágyszárú dísznövények (2010 előtt)

- 250 körüli fajta – 39 nemzetközi díj – 21 fő
- Dr. Kováts Zoltán, Prof. Domokos János, Retkes József, Prof. Manninger Vilmos, Pohl Ferenc, Mühle Árpád, Mühle Vilmos, Griger György, Szilágyi József, Dr. Palocsay Rudolf, Szuhaneck Gyula, Mráz Károly, Weintégl Sándor, Babág Ferenc, Szathmáry Király Pál, Bartha Ferencz, Jablonovszky Elemér
- XIX. század eleje: Pongrácz Miklós (1822), Csolsch János (1801), Schönbauer Vince (??)
- XVIII. század vége: Podkonitzky Ádám (???)

Üvegházi dísznövények (orchideák, broméliák, hajtatott szegfű, stb.); Házikert: (leander, füge, kardvirág, gladiólusz, ciklámen, muskátli, stb)

Dr. Kováts Zoltán öröksége - Magyar nemesítésű lágyszárú egynyári dísznövények: Állami fajtafenntartás: MATE 80 körüli fajta <https://tajepiteszet.uni-mate.hu/bemutakozas-dzk>; Magán fajtafenntartás, értékesítés, forgalmazás: Marosi Faiskola (Csemő) – 50 db Kováts Zoltán által nemesített fajta; 2019-től: 10-180g mag / fajta az ország minden részébe eljut

Dr. Kováts Zoltán'100 – Emlékezés (2024. szeptember 06, Csemő) https://marosifaiskola.hu/?page_id=347 Kováts Zoltán Baráti Társaság

LÁGYSZÁRÚ EGYNYÁRI DÍSZNÖVÉNYEK EDDIG ISMERT MAGYAR NEMESÍTŐI
(1790?-2010)

1800-1830

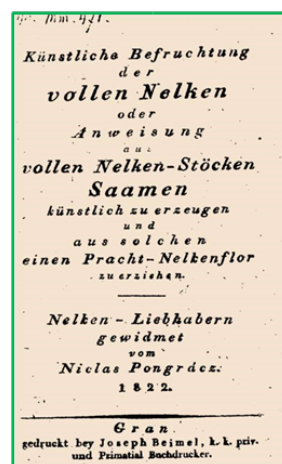
- ☐ Retkes József
- ☐ Dr. Kováts Zoltán
- ☐ Dr. Palocsay Rudolf
- ☐ Prof. Domokos János
- ☐ Pohl Ferenc
- ☐ Prof. Manninger Vilmos
- ☐ Griger György (1907)
- ☐ Mühle Árpád
- ☐ Mühle Vilmos
- ☐ Szilágyi József
- ☐ Szuhaneck Gyula
- ☐ Mráz Károly
- ☐ Weintégl Sándor
- ☐ Babág Ferenc
- ☐ Szathmáry Király Pál
- ☐ Bartha Ferencz
- ☐ Jablonovszky Elemér
- ☐ Pongrácz Miklós (1822)
- ☐ Csolsch János (1801)
- ☐ Schönbauer Vince (1811?)
- ☐ Podkonitzky Ádám (?)



1801
Csolsch János
Lőcse



1820 előtt (1811?)
Schönbauer Vince
Vác



1822
Pongrácz Miklós
Győr

„SZEGFŰ-ASZTAL” KORSZAK

Az első dokumentált „magyar növénynemesítő iskola” főszereplői
A Jénai Ásványtani Társaság és Podkonitzky Ádám feltételezett szerepe
1904-1919

A MUSKÁTLI ASZTAL VENDÉGEI

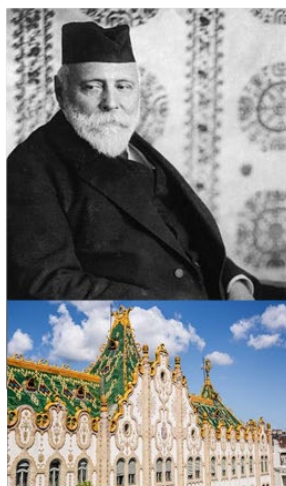
„MUSKÁTLI ASZTAL” KORSZAK

„Budapest ne csak világváros, hanem
virágosváros is legyen”

Kezdetben építészeti és festészeti,
később az új magyar(os) kertkultúra egy asztal mellett

- ☐ Lechner Ödön
- ☐ Szinyei Merse Pál
- ☐ Rippl-Rónai József
- ☐ Ferenczy Károly

1908. 11. (A Kert): „Az Iparművészeti Társulat a virágos ablakokért. »A Kert« hasábjain láttak napvilágot mintegy évtized óta először azok a cikkek és egyéb kisebb közlemények, amelyek az ablakoknak és erkélyeknek virággal való feldíszítését célozták. A hosszú, szinte évtizedes propagandának, amelyet lapunk ebben az irányban kifejtett, meg is lőn az eredménye. Az Országos Magyar Iparművészeti Társulat október hó 20-án tartott választmányi ülésén Gellért Mór kir. tanácsosnak azt a javaslatát tárgyalták, amely a virágkultuszhoz az irányítást a társulatra kívánja bízni. Természetes dolog, hogy az Iparművészeti Társulat választmányja nem sokáig rágódott ezen kérdésen, hanem hamarosan elfogadta a javaslatot s egyben intézkedéseket tett arra nézve, hogy egy bizottság a Magyar Mémők- és Építész-Egyesülettel, a Magyar Építőművészek Szövetségével és az Országos Magyar Kertészeti Egyesülettel lépjen érintkezésbe, hogy az az eszme, amely a fővárosi házak komor, egyhangú képét nagyvívta kedvessé, szebbé, vonzóbbá tenni, az már a jövő tavasszal nyílébe üthető legyen és hogy Budapest ne csak világváros, hanem virágosváros is legyen”.



Lechner Ödön
(1845-1914)
Építész, szecesszió



Szinyei-Merse Pál
(1845-1920)
festészet



1950-2010

„MUSKÁTLI ASZTAL” KORSZAK „VIRÁGOS MAGYARORSZÁGÉRT ASZTAL”

KORSZAK

Hat évtizedes kiemelkedő kapcsolati háló (1950-2010)
Összefogás a kertművészettől az alap- és alkalmazott virágnemesítésig



TÁJKERTÉSZEK – TÁJÉPÍTÉSZEK
TÁJMŰVÉSZEK

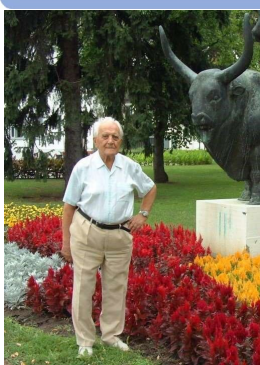
VIRÁGKERTÉSZEK – VIRÁGNEMESÍTŐK
VIRÁGMŰVÉSZEK

Ormos Imre
(1903-1979)

Mőcsényi Mihály
(1919-2017)

Kováts Zoltán
(1924-2010)

Domokos János
(1904-1974)



Dr. Kováts Zoltán
(1924-2010)

Az MTA doktora, a Debreceni Egyetem habilitált doktora, címzetes egyetemi tanár, a Magyar Köztársasági Érdemrend Tisztikeresztjével és Kiskeresztjével, Akadémiai díjjal, Magyar Gyula nemestési nagydíjjal, Fleischmann Rudolf emlékéremmel, és harminc nemzetközi dísznövény nemestési díjjal kitüntetett gyémántdiplomás kertészmérnök, Csemő község díszpolgára, a Virágos Magyarországról mozgalom tanácsadója, százhusz államilag elismert dísznövényfajta nemestője.

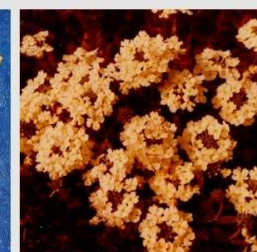
KOVÁTS ZOLTÁN ÉS MUNKATÁRSAI ÁLTAL ALKALMAZOTT NEMESÍTÉSI MÓDSZEREK



Spontaneous white-flowered mutant of
Althaea rosea annua



Tetraploid *Cosmos sulphureus* inbred-line
obtained by colchicine treatment



The Application of chemical supermutagen



Spontaneous dwarf mutant of *Cannabis sativa*



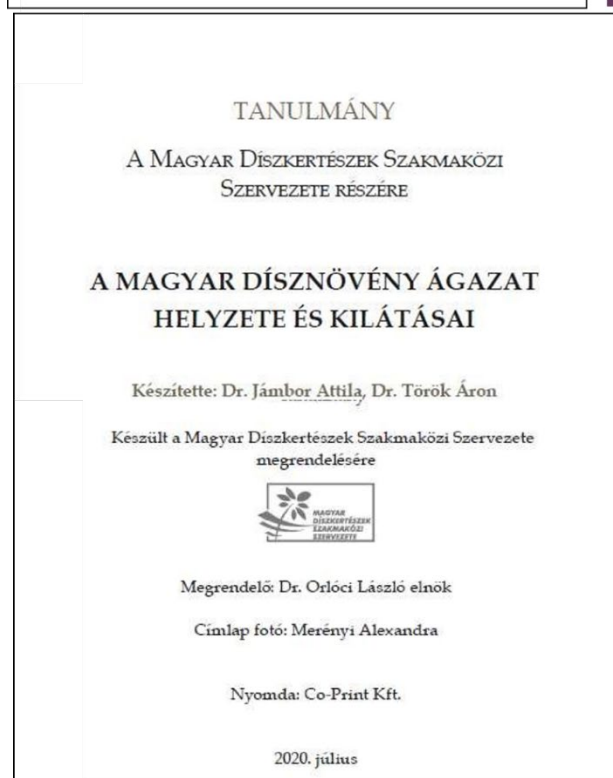
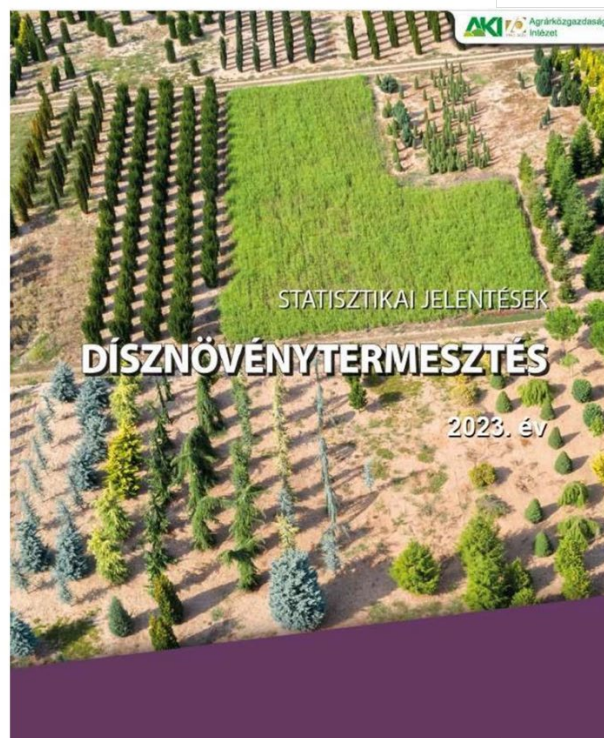
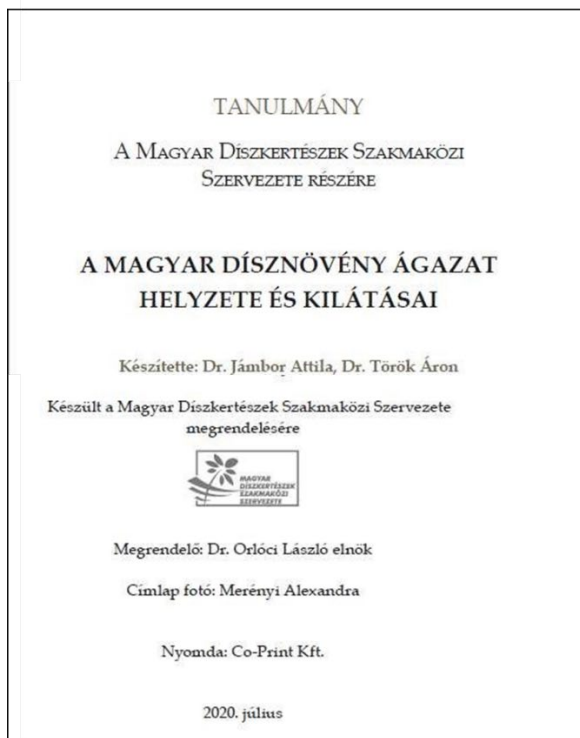
Spontaneous early-flowering mutant of
Tagetes erecta 'Pannónia'



Application of pollen-induced parthenocarpy: *Petunia x hybrida* 'Hungária'

2025 ÉS A JÖVŐ: MAGYAR NEMESÍTÉSŰ DÍSZNÖVÉNYEK ÉS MEMESÍTŐK





Előszó

Tisztelt Olvasók! Tisztelt Diszkertészek!

Nagy örömmel nyújtom át e kiadványt, amely rendkívüli időben készült, és amely korábban nem ismert adatokat szolgáltat a dísznővény-ágazatról.

A 2020. évi koronavírus-járvány idején, a Magyar Diszkertészek Szakmaközi Szervezete felkérésének eleget téve elemzés olyan mélységben tárja föl a dísznővény-ágazat tevékenységét, amire ez idáig nem került sor.

Régóta tudtuk, nem szerencsés, csak becsült adatokra támaszkodva beszélni a dísznővény-ágazatról. A járványügyi helyzetben az ágazatunkat ért válság kezelésére tett intézkedéseink között ezért a legfontosabbnak tartottuk, a teljes ágazat valós teljesítményének a fölmérését. Az ágazat szereplőitől kapott adatok, megalapozták a mintaszerű válságkezelést. A kedvezőtlen gazdasági hatásokat mérséklő gyors és határozott kormányintézkedések is döntően ennek köszönhetőek.

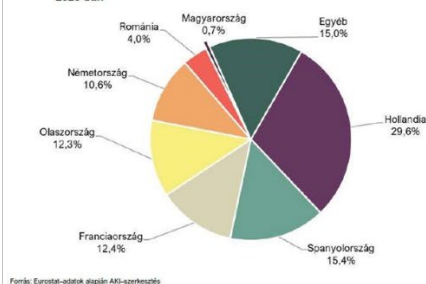
Meggyőződésem, hogy a 470 milliárd forint éves árbevételű földművelő és 110 ezer főnek munkát adó, diszkertész ágazat nem elhanyagolható szereplő, jövőbeni fejlesztése nemzetgazdasági szinten is értékelhető eredményekhez fog vezetni.

A kiadvány lapjain olvasható tények, számok, adatok, megerősítik, hogy az ágazat legmeghatározóbb tevékenysége a dísznővénytermesztés, de mellette ugyanolyan jelentőséggel bír, a zöldfelületi szolgáltatás valamint a dísznővény kereskedelem is. Ma még kevés szó esik arról milyen fontos szerepet töltenek be a diszkertészek termékei és zöldfelületi szolgáltatásai a közegészségügy területén. A dísznővények, díszfák környezeti hasznossága, ökológia szolgáltatása egyre inkább a figyelem előterébe fog kerülni.

A kézben tartott kiadvány a diszkertész-ágazat helyzetét átfogóan vizsgáló közgazdasági elemzés. Megállapításai a magyar diszkertészek biztató jövőképét körvonalazzák, feltárt adatai a szakmaközi szervezetünk nagyobb magabiztossággal végezhető érdekvédelmi munkáját erősítik.

Dr. Orlóci László elnök,
Magyar Diszkertészek Szakmaközi Szervezete

5. ábra: A dísznövénytermelés termelési értékének megoszlása néhány európai ország között 2023-ban

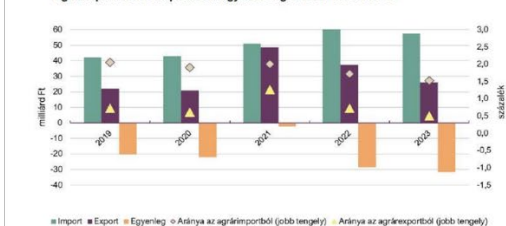


Összefoglaló

A szakstatistikában feldolgozott adatok alapján Magyarországon 2023-ban 1656 hektár volt a dísznövénytermesztésre használt összes terület, ebből szabadföldi 1570, fedett, fűthető 71, fedett, fűtetlen 16 hektár. A dísznövénytermesztésre használt összes terület 93 százalékán falkolai tevékenységet folytattak, 2,6 százalékán vágott virág, vágott zöld, míg 4,3 százalékán cserepes és hagymás dísznövénytermesztés történt. A díszkertészetek 16,3 százaléka kizárólag vágott virággal, 14,1 százaléka csak cserepes, kiültetésre szánt balkon- vagy hagymás növényekkel foglalkozott 2023-ban. A dísznövénykertészetekben foglalkoztatottak létszáma 2162 fő volt, ebből 1308 főt teljes munkaidőben, 311 főt pedig részmunkaidőben alkalmaztak dísznövénytermesztési feladatokra. A dísznövénytermesztés nettó árbevétele 2023-ban 17,3 milliárd forintot tett ki, melyből a falkolai növénytermesztés árbevétele 10 milliárd, a vágott virág és vágott zöld termékek árbevétele 1,9 milliárd, a cserepes, kiültetésre szánt és hagymás növényeké pedig 5,4 milliárd forint volt.

A hazai dísznövényexport továbbra is az EU-tagországokba irányult, 2023-ban a legfontosabb exportpiacnak Szlovákia számított 292 millió forint értékű kivitellel, ezenkívül Romániába 245, Németországba pedig 95 millió forint értékben exportáltunk dísznövényeket. Az importvolumen 61 százaléka Hollandiából érkezett.

4. ábra: Dísznövény árucsoportok export-, importértéke, egyenlege és részesedése a teljes agrárimportból és -importból Magyarországon 2019–2023 között



8. ábra: A fejlesztési javaslatok szöveghője



- **A kutatási és innovációs rendszer fejlesztése.** A magyar díszkertész ágazat nemzetközi versenyképességének alapja a kutatás-fejlesztés, amelynek állapota azonban messze elmarad az ágazat gazdasági súlyától. Indokolt lenne egy kutatás-fejlesztési/innovációs hozzájárulás/járulek bevezetése, amelynek felhasználásáról a Magyar Díszkertészek Szakmaközi Szervezete döntene, a beérkező fejlesztési igények tükrében.

Forrás: saját szerkesztés az online kérdőíves felmérés alapján

Köszönjük
megtisztelő
figyelmüket!

A kutatás a Magyar Agrár- és Élettudományi
Egyetem Kiemelt Kutatócsoportok
Programjának támogatásával készült



A MAGYAR ZÖLDSÉGVETŐMAG PIAC HELYZETE – ZKI ZRT: ÚT A SIKERHEZ?

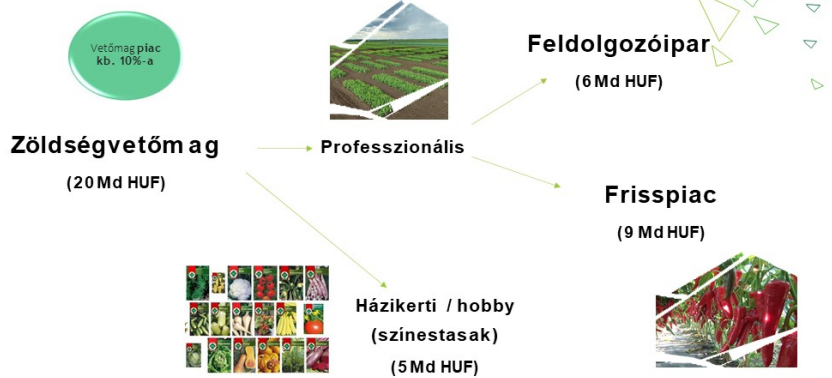
Laczkó Róbert

Zöldségtermesztési Kutató Intézet Zrt., Kecskemét

A magyar zöldségvetőmag piac
helyzete – ZKI Zrt: Út a sikerhez?



A zöldségvetőmag piac tagozódása:



A legfontosabb zöldségfajok, termőterületek, vetőmag

Faj	Becsült termőterület (ha)	Becsült vetőmag forgalom (M Ft)	Tendencia
Paprika	1.200	1.300	↑
Uborka	165	450	↓
Paradicsom	450	1.750	↔
Káposztafélék	3.500	830	↔
Gyökérzöldség	2.700	1.450	↑
Hagyma	2.200	950	↑
Görögdinnye	4.000	550	↑
Egyéb	2.200	1.000	↓
Zoldborsó	8.600	1.200	↓
Csemegekukorica	24.000	3.300	↓
Édeskömény	7.500		?
Paradicsom	1.300	240	↑
Fűszerpaprika	1.200	320	↔

Magyar genetika?



Ágazati tendenciák 1:

Alacsony (csökkenő?) zöldségfogyasztás (292 g/fő/nap)
 Zöldségágazat 200 M Ft-os termelési érték +/-
 A fogyasztói árak növekedését a zöldségárak növekedése nem követte – import nyomás, esetenként árcsökkenés
 Magyarország nettó zöldség importőr (kivételekkel: pl. csemegekukorica, paprika, stb.)
 Fogyasztói ár vs termelői ár!
 Termelési költségek növekedése – energia! (hűtőházak, öntözés-áram, üvegház fűtés)
 Munkaerő problémák és nehézségek – kézi munkaerő-igényes ágazat
 Integráció hiánya
 Zöldségtermesztés = öntözés (a szárazságtűrésre történő nemesítés lehetőségei korlátozottak)
 Növényvédőszer/csávázószer kivonás problémája – nincs hatékony válasz. (Vetésforgó lehetne szigorúbb!!!)



Ágazati tendenciák 2:

Zöldség vetőmag piac – nemzetközi piac

Szabadföldi termesztés csökken, üvegházi, fóliás termelés nő. Nemesítés alapvetően a növényházi technológiára koncentrál.

Feldolgozóipar: nagyobb visszaesés, erősebb ingadozás.

Friss piac stabil, növekvő. (Részben mennyiségi, részben ár.)

Palánta nevelés – külföldi palánta import

Klíma változás – „ami az elmúlt 10-20 évben működött, az most már nem működik”

Korábban gyorsabb fajtaváltás.

Bizonyos fajok termelése más országokba, régiókba tolódhat.

Hibrid vetőmag előállítási kapacitás lecsökkent. (Ázsiai, Távol-Kelet felé)

Aktív nemesítés Mo-on: paprika, fűszerpaprika, z.borsó, uborka, g.dinnye, cs.kukorica.

Támogatási rendszer anomáliái

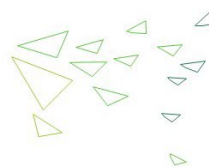


Nemesítési kihívások, lehetséges válaszok:

Abiotikus stresszhatások	
- szárazság	Termesztéstechnológia, vonalak és hibridek
- magas hőmérséklet, hőségnapok	célkörnyezetben történő szelekciója,
- számanak emelkedése	gyökérszelekció (erősebb gyökérzet), nagyobb
- UV sugárzás	lombtakarás, napégésre kevésbé érzékeny fajták,
- szélkár	vastag szerkezetű levéllemez, erős rugalmas
- szélsőséges csapadék	levélnyél, erős szár, jó talajtakarás, koncentrált
- sókoncentráció növekedése	virágzás
Biotikus stresszhatások	
- új kórokozók és kártevők	Rezisztencia nemesítés
- gyökérzet hasznos baktériumok csökkenése	



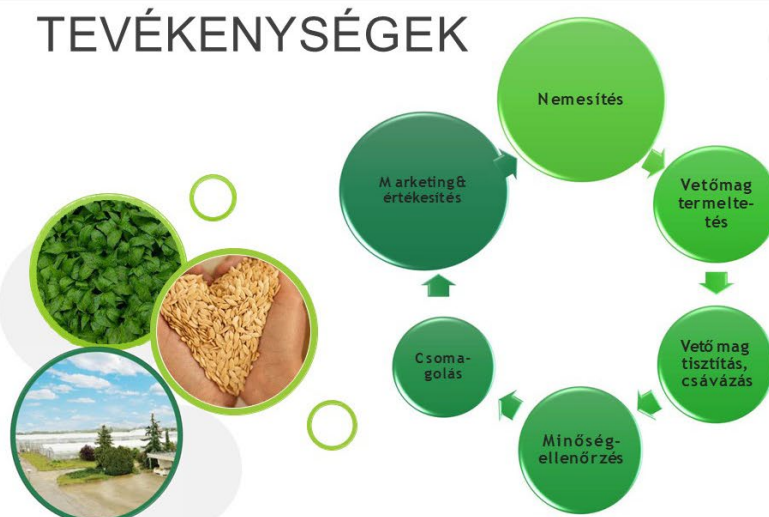
ZKI Zrt.
Since 1943



„Magba zárt innováció”



TEVÉKENYSÉGEK



I. NEMESÍTÉS

Frisspiaci
szegmens



Étkezési- és
fűszerpaprika



Uborka



Görögdinnye

Feldolgozó-
ipar



Zöldborsó



Csemegekukorica



PAPRIKANEMESÍTÉS



CECEI
(TÖLTENI-
VALÓ)



PRTAMIN



KÁPIA



HEGYES-
ERŰS



ALMA-
PAPRIKA



FEHÉR
BLOCKY

A NEMESÍTÉS A MAGAS TERMŐKÉPESSÉGRE, A BETEGSÉGEKKEL, ÉS A KÖRNYEZETI STRESSZHATÁSOKKAL SZEMBENI ELLENÁLLÓSÁGRA KONCENTRÁL



UBORKA NEMESÍTÉS



Szemöl-
csős
partheno-
carp fajták



Apró-
tuskós
partheno-
carp
fajták



Beit-alpha
multi- és
semi-multi
fajták



CÉL A MAGAS PERONOSZPÓRA ELLENÁLLÓSÁG, MAGAS EC TOLERANCIA ÉS A KÖRNYEZETI STRESSZHATÁSOKKAL SZEMBENI ELLENÁLLÓSÁG



GÖRÖGDINNYE NEMESÍTÉS



Korai crimson
típus



Korai sugar baby
típus



M agszegény
(csíkos)

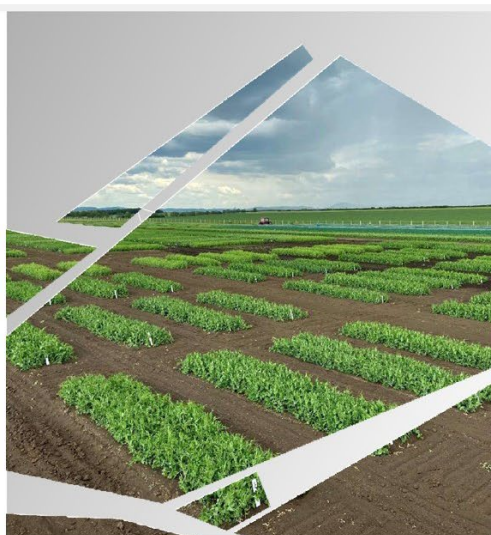


M agszegény
(sötétbű)



Nagyméretű
oblong

A NEMESÍTÉS AZ ÁRUHÁZLÁNCI IGÉNYEKET ÉS A HELYI FRISSPACI
FELHASZNÁLÁST EGYSZERRE CÉLOZZA



ZÖLDBORSÓ NEMESÍTÉS



Feldolgozó
ipari fajták



Házikerti
fajták kézi
szedéshez

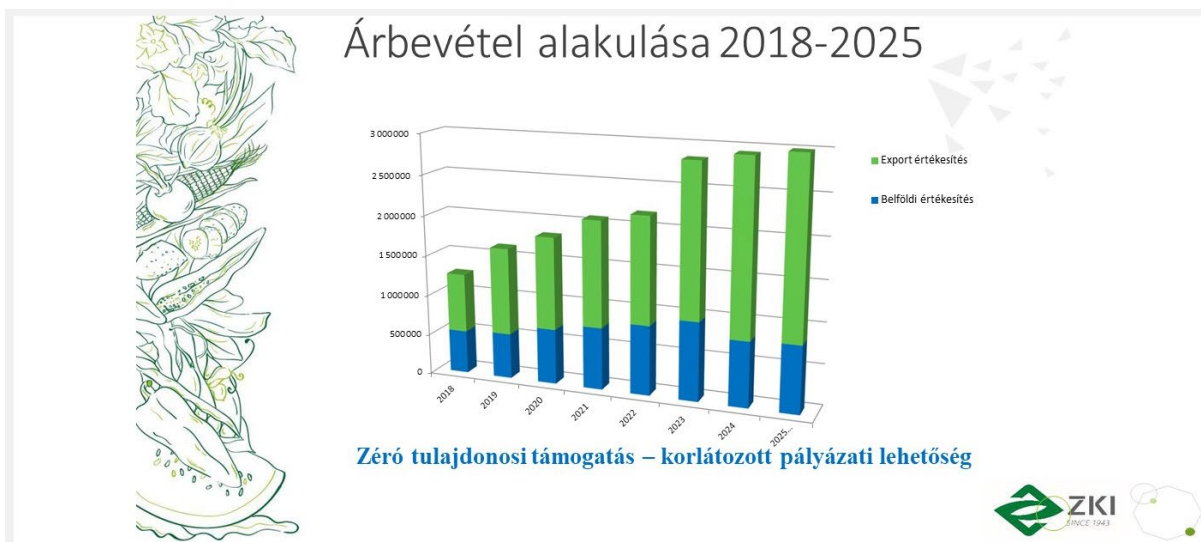


CSEMEGEKUKORICA NEMESÍTÉS



Normál édes és
szuperédes
fajták
feldolgozóipari
és frissiaci
felhasználásra





Piaci alapú gondolkodás és működés a nemesítés és vetőmag értékesítés terén

Nincs a fejlett vetőmag piacokon állami- vagy egyetemi tulajdonú cég
Nemesítés kizárólag piaci alapon – nagy részben követő nemesítés
Erős piaci szegmentálás és analízis - nemesítési program csak ez alapján indulhat
Meg kell érteni a piacot: ki választ fajtát, milyen tulajdonságok alapján, a piacvezető miért piacvezető, küszöbtulajdonságok, hozzáadott érték
Export orientáltság – csak a magyar piacon nem térülnek meg a nemesítési költségek
Produktmodell összeállítás – nem a nemesítő feladata
Olcsóbb szegmensekben magasabb piaci részarány – „nem a BL” – hightech-ágazatokban nálunk nagyobb cégek sem képesek labdába rúgni
Fajtakiválasztás – valós termelői környezetben történő tesztek alapján, több éven keresztül

ZKI SINCE 1943

Piaci alapú gondolkodás és működés a nemesítés és vetőmag értékesítés terén -2

Ha egy fajta 3 év alatt nem lesz sikeres, akkor annak későbbi esélye szinte minimális
100 millió Ft vetőmagfoglalom/fajta – ez tekinthető sikeresnek
Visszavásárlási hajlandóság
Nagy vevők aránya!
Egyéni teljesítmények, elkötelezett csapat – „mintha a miénk lenne” gondolkodás
Szerencse? („A szorgalmas és tehetséges embert gyakrabban éri utol a szerencse.”)

ZKI SINCE 1943



INNOVÁCIÓ-E A MAGYAR NÖVÉNYNEVELÉS

Kruppa József¹, Pauk János², Rádi Feríz³

¹Kruppa-Mag Kft, Kisvárd

²Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft., Szeged

³Pannon Genetic Kft, Kiskunhalas



**Növénynevelési
Tudományos Napok**
Debrecen, 2025. 04. 2-3.

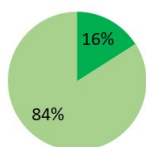


Növénynevelés Magyarországon

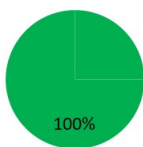
(125 év vázlatos áttekintése)

I.
Századfordulótól
1945-ig (1944)

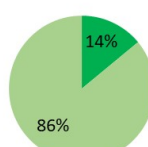
- Állami (7 intézet)
- Magánnevelés (36 uradalom)

II.
1945-1989

- Állami

III.
Ezredfordulón, 1990-
től napjainkig

- Állami (alapítványi, HUN-REN és egyéb) 18 hely
- Magán (magánszemélyek és gazdasági társaságok) 109 helyen



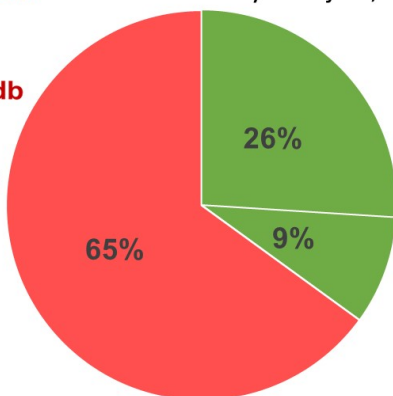
Rendszerváltás után:

a magyar
növénynevelés
méltatlan
háttérbe szorulása

JELENLEGI HELYZET szántóföldi növények: fajták, fajtaarányok

Összes fajta: 1378 db

- magyar állami nevelés (358 fajta)
- magyar magánnevelés (119 fajta)
- külföldi nevelésű (901 fajta)



Magyar
biológiai
alapok?

Külföldi/magyar fajtaarány: 65 : 35 – valójában az EU fajtalistáról
szabadon behozható és szaporítható fajtákkal együtt 80 : 20

Vetőmag Szövetség 2022-es adatai FÉMZÁROLT VETŐMAG

Fajta	Fémzárolt (kg)	Fajtaarány %
1. Mv Nádor	1 009	27 397 861
2. Falado	365	9 583 025
3. Mv Ménrót	265	6 787 695
4. Basilio	193	5 266 280
5. Cellule	137	3 859 695
6. Mv Nemere	149	3 667 710
7. Cameleon	115	2 923 669
8. GK Csillag	124	2 862 830
9. Altigo	102	2 778 030
10. Gk Arató	93	2 094 073
11. Sofru	77	2 077 075
12. Cheignon	77	1 880 125

Az első 12 fajta %-os aránya összesen: 56.5

Külföldi : Magyar

7 : 5

Mv
SYNGENTA
Mv.
ISTERRA
Florimond Desprez
Mv.
SAATEN-UNION
GK
Limagrain
GK
RWA
SAATEN-UNION

M
A
G
Y
A
R

B
Ú
Z
A
?

Magyar és külföldi búza, kukorica, napraforgó és repce fajták szaporítóterülete és vetésterületi megoszlása

1. **Ő. Búza** Szaporító területi arány – magyar fajták: 45,43%, **külföldi: 54,57%**
 - Vetésterületi arány: ugyanez – magyar fajták 45%, külföldi: 55%
 2. **Kukorica** Szaporító területi arány – magyar fajták: 8,8%, külföldi: 91,2%
 - Vetésterületi arány: magyar hibridek 5%, **külföldi 95%** a magyar vetésterületen, + a külföldi hibridekből jelentős export!!
 3. **Napraforgó** Szaporító területi arány – magyar fajták: 1%, **külföldi: 99%**
 - Vetésterületi arány: ugyanaz 1:99% - a külföldi hibridekből jelentős export!
 4. **Ő. káposztarepce** szap. ter. közel **100% -n külföldi** fajta (hibrid) van, így a magyar vetésterületen is! - a külföldi hibridekből jelentős export!
- A A külföldi cégek kivitele nem magyar vetőmag export!!**

A 4 legnagyobb területen termesztett növényfajból a magyar vetésterület kb. 80 %-án külföldi fajta vetőmagját vetik!

Ez jelentős élelmezésszabotázsi kockázat – szegényít, gyarmatosít, kiszolgáltatottá tesz!!!

A rendszerváltás óta a magyar genetikára épülő vetőmag ágazat folyamatos leszálló ágban van!

- X A napraforgó nemesítésünk megszűnt
 - X A repce nemesítésünk megszűnt
 - X A szója nemesítésünk megszűnőben van
- Kukorica nemesítésünk van, de piaci részaránya 5%.
Őszi búzában a magyar fajták 78 %-os piaci részaránya a napjainkra 45 %-ra csökkent.
- Egyre kevesebben választják a nemesítő szakmát, **akut szakember hiány**
 - A nemesítési anyagok elvesznek kezelők nyugdíjba vonulásával, konzerválási hiányosság
 - Szimultán kutatás azonos növényfajok területén, felesleges többszörös K+F befektetés

A magyar vetőmagpiac számokban

Növény kultúra	Termesztett terület (ha)	Árbevétel (Ft)	Magyar genetikán alapuló részarány (Ft)
Kukorica	1 000 000	50 000 000 000	5%
Búza	1 000 000	40 000 000 000	45%
Napraforgó	700 000	21 000 000 000	1%
Repce	300 000	12 000 000 000	0%
Szója	40 000	3 200 000 000	20%
Tritikálé	100 000	3 500 000 000	60%
Rozs	50 000	1 750 000 000	50%
Sör Árpa	150 000	7 500 000 000	0%
Őszi Árpa	200 000	10 000 000 000	40%
Lucerna	200 000	14 000 000 000	80%
Egyéb	260 000	-	-
Összesen	4 000 000	162 950 000 000	~25%

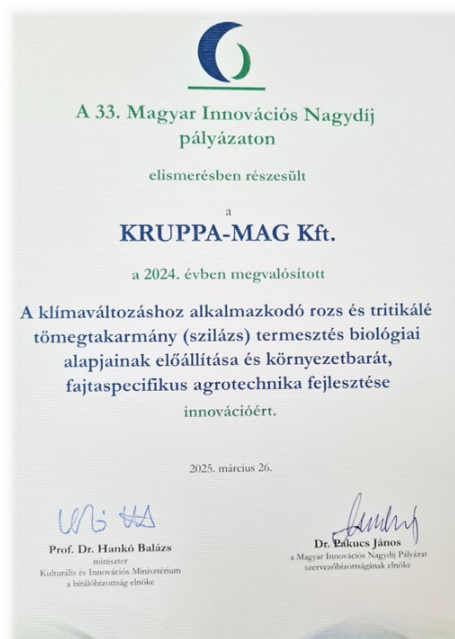
Innováció-e a magyar növénytermesztés?

Hogyan tovább? Mi várható?

- Az innováció olyan kutatás-fejlesztési tevékenység, amelynek gazdasági eredménye van, tehát a Növénytermesztés az innováció?
- Milyen hatása volt a termelési színvonalra, átlagtermésre a külföldi fajták termesztésének? Kukorica, búza - 50 éve ugyanaz az átlagtermés, a búzánál minőségromlás – termésingadozás lényegesen növekedett!
- Szemfényvesztés helyett tisztánlátás kell! Mi a magyar? A külföldi (80/20%) szegényít, kiszolgáltatottá tesz (élelmezésbiztonság) és gyarmatosít! VSZT – tisztújítás, átszervezés!!
- A magyar innováció gazdaggá tesz!
- A növénytermesztők összefogása, MNE javaslat megfogalmazása a döntéshozók részére! Anyagi, erkölcsi melléállás a magyar mellé!
- A magyar biológiai alapoknak a Kárpát – medence a bölcsője!

Fleischmann - díjas magyar növénytermesztők (1968-2024)

- **Az elmúlt 56 évben 115 fő növénytermesztő kapott kiváló eredményei elismerésül Fleischmann Rudolf emléklapok, vagy díjat**
- 1968 – 1977 között 31 növénytermesztő kapott Fleischmann Rudolf emléklapok a kiváló növénytermesztői teljesítménye elismeréseként
- 1992-től napjainkig 84 növénytermesztő kapott Fleischmann Rudolf díjat a hazai növénytermesztés terén kiemelkedő értékű gyakorlati és elméleti munkája elismeréseként (51 szántóföldi, 33 kertészeti nemesítő).



NÖVÉNYNEVELÉS A KÖRNYEZETI TÁRSADALOMTUDOMÁNY PERSPEKTÍVÁJÁBÓL

Fodor Kata

Environmental Social Science Research Group (ESSRG)

Milyen megoldásokat tud kínálni a növénynevelés az élelmiszer-ellátást érintő legsürgetőbb kérdésekre, mint például a klímaváltozás, az élelmiszerbiztonság, vagy az élelmiszerminőség növelése? Mely szereplők részvétele és milyen módszerek segíthetik a nevelőket abban, hogy fenntarthatóbbá, változatosabbá, és táplálóbbá tegyék fogyasztott növényeinket? Az ESSRG non-profit kutatócég ezekre a kérdésekre keresi a választ az EU Horizon COUSIN projekt keretein belül, mely számos európai kutatócsoport és nevelő cég bevonásával igyekszik a termesztett növényeink diverzitását és minőségét a fenntarthatóság és egészséges táplálkozás céljaihoz igazítani. A projekt keretében öt reprezentatív növénycsoport (búza, árpa, borsó, saláta, és brassica) vad rokon fajait hozzák vissza a kutatók a nevelésbe, hogy ezen rokonfajok reziliens génjei és hasznos tulajdonságai bekerülhessenek a termelésbe. A projekt nem csak a vad rokon fajok nevelésével, de azok megőrzésével is aktívan foglalkozik, hiszen a genetikai diverzitás védelme a nevelés és a jövő élelmiszertermelésének sarokköve.

Környezeti társadalomtudósokként az ESSRG csapatának a projektben betöltött egyik fontos feladata a különböző érintett csoportok, például a döntéshozók, a génbanki hálózatok, a nevelők, gazdálkodók és különböző fogyasztói csoportok bevonása, a közös munka megalapozása és koordinálása. Ezen kívül célja a nevelés és megőrzés szakpolitikai és jogi környezetének feltárása és olyan szakpolitikai ajánlások megfogalmazása, amelyek lehetővé teszik a genetikai diverzitás védelmét és *in situ* használatát a mezőgazdaságban. A XXXI. Növénynevelési Tudományos Napokon a COUSIN projekt rövid bemutatása mellett az ESSRG kísérletet tesz arra is, hogy a nevelésre, mint társadalmi és tudományos gyakorlatra egy tágabb, történelmi kontextusban tekintsen rá és bemutassa a szakmát érintő legfontosabb gazdasági és társadalmi trendeket.

Növénynevelés a környezeti társadalomtudomány perspektívájából

Fodor Kata

Environmental Social Science
Research Group (ESSRG)

XXXI. Növénynevelési Tudományos
Napok, Debrecen
2025. Ápr. 2-3



Environmental Social Science Research Group (ESSRG)

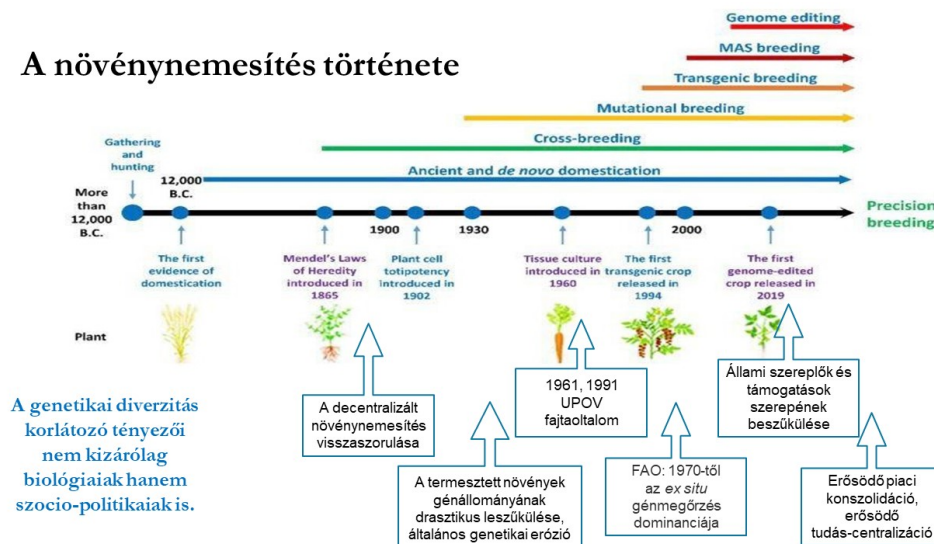


- a környezeti és társadalomtudományok határmezsgyéjén
- fő témák: élelmiszerrendszerek, (agro)biodiverzitás, planetáris egészség
- transzdiszciplináris eszköztár: szociológiai, történeti, gazdasági kutatási módszerek
- társadalmi és érdekcsoportok bevonása, részvételi akciókutatás, közösség-, és értéklánc-fejlesztés, szakpolitikai műhelyek
- 15 futó projekt, 4 mezőgazdasági fókuszú:
RADIANT, LegumES, MOSAIC, COUSIN
- alulhasznosított növények, hüvelyesek, vad rokon fajok

Növénynevelés társadalomtudományi szempontból

- A növénynevelés céljai:
 - terméshozam növekedés, piaci igények
 - fenntartható mezőgazdaság (klímaadaptáció, rezisztencia, stb.)
 - társadalmi igények kielégítése (táplálék, íz, eltarthatóság, élelmiszerdiverzitás, stb.)
 - biotechnológiai innovációk kiaknázása a nevelés felgyorsítására
- agro-biodiverzitás fenntartása
- élelmiszer-, és vetőmagzuverenitás
- élelmiszerdiverzitás
- Mit kutatunk mi?
 - A társadalomtörténeti, gazdasági, kulturális és politikai kontextus
 - Különböző technológiák társadalmi hatásai, vetőmag hozzáférés, környezeti és társadalmi hasznok megoszlása, piaci szereplők szerepe
- **Hogyan járul(hat) hozzá a növénynevelés az agro-ökológiai átmenethez?**
 - **agro-biodiverzitás erősödése**
 - **társadalmi egyenlőtlenségek mérséklése, széleskörű részvétel és döntéshozás**

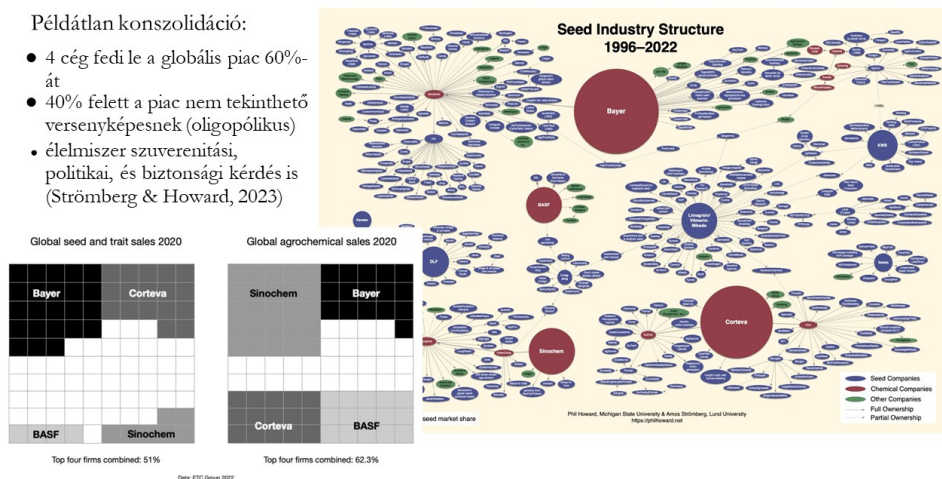
A növénytermesztés története



Globális, oligopólikus vetőmagpiac

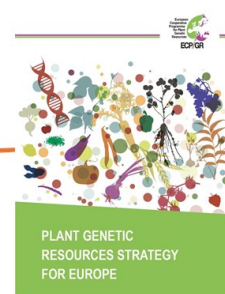
Példátlan konszolidáció:

- 4 cég fedi le a globális piac 60%-át
- 40% felett a piac nem tekinthető versenyképesnek (oligopólikus)
- élelmiszer szuverenitási, politikai, és biztonsági kérdés is (Strömberg & Howard, 2023)

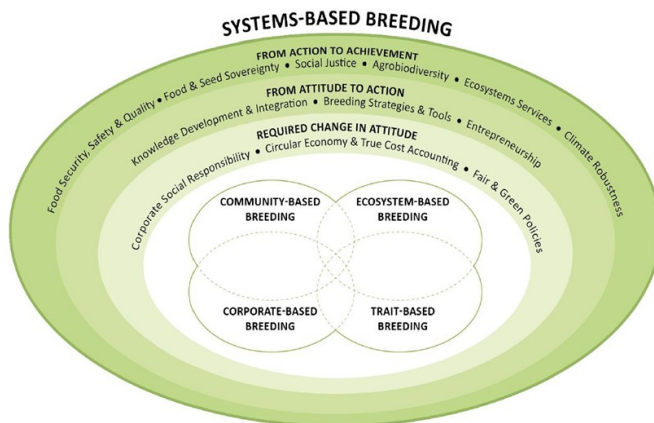


Jelenlegi trendek

- **Állami támogatások stagnálása (elmúlt 20 év):**
 - EU R&D költött támogatásai **42%-al**, az agrárélelmiszeri alprogram **277%-al** nőtt – ebből növénytermesztés: **9%**; részesedési aránya tehát csökkent (Plant ATP, 2024)
 - intenzív tudásigény – hiányzó szakember-utánpótlás
- **Folytatódó vetőmagpiaci koncentráció**
 - a legutóbbi vetőmagpiaci megamerger megkérdőjelezi az EU versenyügyi politikáját és fenntarthatósági céljait is (Tyagi 2022)
 - a magyar gazdák évente **200 milliárd Ft**-ot költenek vetőmagra, ennek **75%-a külföldi** nemesítő cégeknél realizálódik (Agrárszektor, 2024): üzleti, élelmiszerbiztonsági, és szuverenitási kérdés
- **A genetikai erőforrások megőrzésének fokozatos felértékelődése**
 - *In situ* génmegőrzés előtérbe kerülése – az agroökoszisztéma rezilienciájának helyi szintű megerősítése; genetikai diverzitás növelése nemesítéssel: Európai Növénygenetikai Erőforrás Stratégia (2021), FAO 2025, EU Stratégiák, KAP
- **Alternatív növénytermesztési stratégiák megjelenése**
 - evolúciós nemesítés (Raggi et al., 2017), vegyeskultúra nemesítés, multi-line nemesítés (Lynch, 2011) – *biológiai módszerek, technológiai (de)centralizáció*
 - részvételi nemesítés (EU biovetőmag szektor – Colley et al., 2021), Open Source Seed Initiatives (Kloppenborg, 2014), jogdíjakon túlmutató alternatív kompenzációs rendszerek (Batur & Dedeurwaerdere 2014) – *társadalmi részvétel és bioszusztenábilis megközelítés*



Növénytermesztési paradigmák integrációja



- közösségi, ökoszisztéma, üzleti, és jelleg alapú
- a többféle nemesítési cél csak megfelelő integrációval valósítható meg
- az ökológiai rendszerek rezilienciája a funkcionális csoportok diverzitásának függvénye, ugyanez igaz a nemesítésre is

Van Bueren et al. (2018) Towards resilience through systems-based plant breeding. A review.

COUSIN: Crop Wild Relatives utilisation and conservation for sustainable agriculture

- növekvő érdeklődés a vad rokon fajok (CWR) iránt
- háziasított növények "unokatestvérei", elődei
- genetikai variáció elengedhetetlen forrásai

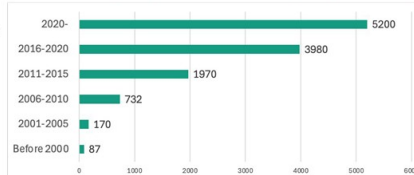
Miért pont most?

- 1900 óta a növény-genetikai diverzitás 75%-a elveszett; a babok, földimogyoró, és burgonya vad rokon fajainak 22%-a 2055-re eltűnik (FAO 2025)
- szélsőséges időjárás, új betegségek, növénykártevők
- élelmiszerbiztonság és -szuverenitás
- terméshozam hozzájárulás: \$120 milliárd/év

Related EU projects

2017	Farmers Pride
2017	DYNAVERSITY
2018	BRESOV
2021	Transfer
2022	BioDT
2024	COUSIN
	PRO-WILD
	WILD-ROOTS
	FRUITDIV

Tudományos publikációk száma (Google Scholar)



COUSIN

- vad rokonfajok mint **géndonorok** a növénytermesztésben
- **trans situ** génmegőrzés: az *in situ* és *ex situ* stratégiák integrációja
- az **értéklánc** résztvevőinek szorosabb összekapcsolása, új együttműködések kialakítása, közös tanulás
- a releváns CWR jellegek meghatározása **érdekcsoportok** bevonásával
- **részvételi nemesítési** programok



- 25 partner 12 országból
- 5 reprezentatív növénycsoport
búza, árpa, borsó, saláta, brassica

Többet a COUSIN-ról:
<https://cousinproject.eu/>



Köszönöm a figyelmet!

Ötlete, meglátása van?

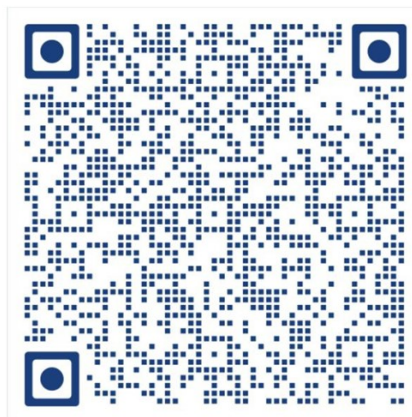
Szívesen együttműködni velünk?

Írjon nekünk, vagy töltsen ki rövid
kérdőívünket a QR kód segítségével!

Email:

- kata.fodor@essrg.hu
- balazs.balint@essrg.hu
- neulinger.agnes@essrg.hu

További információ: www.essrg.hu



Irodalom

- Agrárszektor.Hu. (2024, December 2). Gyúscza Csaba: holtpontra jutott a magyar vetőmagágazat. *AgrárSzektor*. <https://www.agrarszektor.hu/noveny/2024/12/02/gyusca-csaba-holtpontra-jutott-a-magyar-vetomagagazat-52215#>
- Batur, F. & Dedeurwaerdere, T. (2014). The use of agrobiodiversity for plant improvement and the intellectual property paradigm: institutional fit and legal tools for mass selection, conventional and molecular plant breeding. *Life Sciences Society and Policy*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40504-014-0014-7>
- Colley MR, Dawson JC, McCluskey C, Myers JR, Tracy WF, Lammerts van Bueren ET (2021). Exploring the emergence of participatory plant breeding in countries of the Global North – a review. *The Journal of Agricultural Science* 159, 320–338. <https://doi.org/10.1017/S0021859621000782>
- ECPGR. (2021). *Plant Genetic Resources Strategy for Europe. European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources*, Rome, Italy.
- FAO (2025) *The Third Report on The State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments, 2025. Rome.
- Jack Kloppenburg (2014) Re-purposing the master's tools: the open source seed initiative and the struggle for seed sovereignty, *Journal of Peasant Studies*, 41:6, 1225-1246, <https://doi.org/10.1080/03066150.2013.875897>
- Lynch JP (2011) Root phenes for enhanced soil exploration and phosphorus acquisition: tools for future crops. *Plant Physiol* 156:1041–1049. <https://doi.org/10.1104/pp.111.175414>
- Plant FTP (2024) *Report - Trends in European Public Investment in Plant Breeding R&D*. Plant ETP. <https://www.plantftp.eu/wp-content/uploads/2024/11/trends-in-european-public-investment-in-plant-breeding-r-nov-24-digital-report-1.pdf>
- Raggi L, Ciancaleoni S, Torricelli R, Terzi V, Ceccarelli S (2017) Evolutionary breeding for sustainable agriculture: selection and multi-environmental evaluation of barley populations and lines. *Field Crops Res* 204:76–8
- Strömberg, A., Howard, PH (2023, January 12). *Recent changes in the global seed industry and digital agriculture industries*. Philip H. Howard. <https://philhoward.net/2023/01/04/seed-digital/>
- Tyagi, K. (2022). Mega Mergers in the Seeds & Agro-chem Industry. *Nordic Journal of European Law*, 5(1), 181–189. <https://doi.org/10.36969/njel.v5i1.24507>
- Van Bueren, E. T. L., Struik, P. C., Van Eekeren, N., & Nuijten, E. (2018). Towards resilience through systems-based plant breeding: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 38(5). <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0522-6>

AZ MNE AKTUALITÁSAI: SIKEREK, KITÜNTETÉSEK, MEGEMLEKEZÉSEK, 2024

Pauk János, Óvári Judit

Magyar Növénynemesítők Egyesülete, Szeged

A 2024. esztendő a hazai növénynemesítés életében, a kutató helyek jelentős részének átszervezését hozta. Nehezen tudják a magyar nemesítők elfogadni, hogy a magyar nemesítő munka kisebb elismerést kap, mint a külföldről érkező versenytársak nemesítési és piaci jelenléte. A magyar nemesítők munkájukkal mindig kárpát-medencei érdeket képviselnek és a hazai tulajdonú munkahelyek hasznára vannak. Fajtáink genetikai háttere valóságos magyar érték és a belőlük befolyó nyereség is hazai munkahelyeket, országunkat gazdagítja. Bízunk benne, hogy a magyar növénynemesítés ezután is fennmarad, erősödik és méltó marad régi nagy nevéhez.

A 2024. évben a magyar növénynemesítők legmagasabb szakmai díját, a Fleischmann Rudolf díjat négy kollégánk kapta meg. A díjat az augusztus 20-i ünnepségek kapcsán Dr. Nagy István agrárminiszter adta át a díjazottaknak.

Dr. Moór Józsefné régóta az MNE tagja. Nemesítő karrierje során Angeli, Zatykó, Csilléry paprikanemesítők munkatársa volt, 32 fajtának, hibridnek társnemesítője. Legismertebb fajtájuk, a „Fehérözön”, amely több évtizedig piacvezető fajta volt és ma is sokan ismerik és szeretik. Dr. Lajkó László egyesületi tagunk szakmai munkássága sok területre kiterjedt, a vonalszaporításoktól, a napraforgó hibridek forgalmazásáig és értékes könyvfejezeteket is írt. Dr. Farkas József paradicsomnemesítő és Prof. Pepó Péter szintén Fleischmann díjasok lettek. Ők nem tagjai az MNE-nek, de nagyon örültünk kitüntetésüknek.

Dr. Veisz Ottó akadémikus Magyar Érdemrend Lovagkereszt kitüntetését kapott. Az ő több évtizedes martonvásári igazgatói-, kutatói- és nemesítő munkája mindenki előtt elismerésre méltó. Kitüntetésével nagyon sikeres alkotó pályát ismertek el. A magas szintű állami kitüntetéshez szívből gratulálunk.

Dr. Szél Sándor kukoricanemesítő Életfa Emlékplakett Ezüst Fokozat kitüntetését vehetett át a hazai kukoricanemesítés terén végzett lelkiismeretes és sikeres munkájáért. Balassa Györgynek Dr. Nagy István miniszter úr Miniszteri Elismerő Oklevelet adományozott a takarmánykukorica hibridek nemesítése terén végzett kiváló munkájáért.

Az MNE terjesztette fel Dr. Kiss Árpád genetikus és tritikálé nemesítőt Magyar Örökség díjra. A bírálóbizottság elfogadta ajánlásunkat. Az elmúlt év szeptemberében Kiss Árpád neve és munkássága bekerült a Magyar Örökség arany lapjaira. A tritikálé nemesítés atyja és világszínvonalú munkássága a „Magyar Szellem Láthatatlan Múzeum” örökös tagja lett. A laudációt az MNE elnöke mondta és a díjat a kitüntetett fia Árpád vette át Budapesten a Ráday Házban.

Baross László emlékérem a szegedi intézet kitüntetése, amit Dr. Cseuz László búzanemesítő és Garamszegi Tibor területi képviselő érdemelt ki. Munkájuk nagyon erősen kötődik a magyar genetikai alapanyagok és technológiák széleskörű elterjesztéséhez

Kecskemét Agráriumaért díjat vehetett át Dr. Hajdu Edit szőlőnemesítő a megyei jogú várostól. Edit az MNE munkájában is komolyan kiveszi részét, a Magyar Növénynemesítők Alapítványa kuratóriumának tagja. A díj vérbeli szőlőnemesítő munkáját ismerte el, de Editet, mint kiváló borászt is mindenki ismeri.

Gyémántokkal Ékesített Mag Aranytoll díjat kapott Prof. Dr. Matuz János Prof. és Dr. Gyuricza Csaba rektor, amit szeptemberi csemői (Dr. Kovács Zoltán Emlékkülés) rendezvényünkön Dr. Kruppa József MNE alelnök (alapító), Dr. Oláh István agrár-szakíró és az MNE elnöke adott át.

Dr. Varga Jenő kollégánk a MATE kitüntető Ezüstérmét kapta a Fertődi Állomás élén végzett kiváló oktatási és gyakorlati munkájáért.

MNE bronz emlékérmét két kiváló nemesítő kapta meg: Dr. Papp Mária búzanemesítő és Prof. Dr. Marton L. Csaba kukoricanemesítő. Mindketten jeles születésnapj évfordulójuk alkalmából vették át az MNE dekoratív emlékérmét.

Sajnos személyi veszteségeink is voltak. Néhány idősebb kollégánk, akik nem olyan régen még közöttünk voltak, itt hagytak minket.

Dr. Porpáczy Aladár a mezőgazdasági tudomány doktora, a magyar kertészeti tudomány, a kertészeti oktatás és a bogyós gyümölcsűek nemesítésének kiemelkedő egyénisége volt. A Porpáczy név átszötte a kertészettudományt 100 éven keresztül. Édesapja tudós hagyományait méltón folytatta Aladár. A fertődi temetőben nyugszik.

Maczák Mihály a kiváló minőségű vetőmag megszallottja és elismert szakember volt. A vetőmag szakmában, aki precizitást, pontosságot és a jó vetőmag ismérveit tanulta és kutatta, az előbb utóbb Misihez jött tanulni. Szegeden nyert örök nyugalmat.

Dr. Szarka Béla, Kijevben végezte az egyetemet. Hazajöve végig járta a kukoricakutatás és vetőmagszakma sok buktatóját. Sok évig szolgálta a multik itthoni terjeszkedését. Utolsó éveiben a Gabonakutató igazgatója is volt. Súlyos betegsége korán elszólította. A pusztaszeri temetőben van eltemetve.

Dr. Salamon Pál fő kutatási területe a burgonyafélék fajain, valamint a vad- és gyomnövényeken előforduló növényvírusok tanulmányozása volt. Ha vírusról volt szó, azonnal Pali jutott eszébe mindenkinek. Paprika fajták társnemesítője is volt. A berkeszi temetőben nyugszik.

A Magyar Növénynemesítők Egyesületének Vezetősége sok szeretettel gratulál Tóth Violának a 2024 Év Ifjú Nemesítője cím elnyeréséhez. A benyújtott pályamunkát és az abban leírt eredményeket az MNE a legjobb pályázatnak ítélte. Az NNTN 2025. évi debreceni ülésén Viola remek előadásban mutatta be tönköly nemesítési eredményeit. Az előadás meggyőzött minket, hogy amikor a tevékeny ifjú nemesítő és az intézeti hagyományok összekapcsolódnak, nagyszerű eredmény születik.

A sikereket elért kollégáknak szívből gratulálunk! Akik örökre elmentek közülünk, rájuk szeretettel gondolunk és hálával vagyunk a magyar nemesítésért tett gazdag, sok áldozattal járó életükért.

EGY TÖNKÖLYNEMESÍTŐ KIHÍVÁSAI

Tóth Viola

HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

Pályafutásomat 2008. októberében kezdtem meg Martonvásáron, a Kalászos Gabona Nemesítési Osztályon. A kezdeti években főként molekuláris markerezési munkákat végeztem. Elsősorban a búzanemesítési döntéshozatalt segítő tulajdonságokat vizsgáltam, mint a rezisztencia gének, törpésítő gének, egyedfejlődést befolyásoló gének. Tapasztalataimmal, a Martonvásáron fejlesztett és használt, a nemesítési munkafolyamatokat támogató „Breeder” programcsomag molekuláris adatokat kezelő részének fejlesztésénél segédkeztem. Ez idő alatt a nemesítéshez kapcsolódó munkálatokkal (felvételezések, keresztezési programok, aratás, vetéselőkészítés, vetés) is megismerkedtem. PhD tanulmányaimat 2014-ben kezdtem Gödöllőn a Szent István Egyetem, Növénytudományi Doktori Iskolájának, Növénygenetika és Biotechnológia szakirányán. Témám címe a „Tönkölybúza genotípusok agronómiai és minőségi tulajdonságainak jellemzése, felhasználásuk a nemesítésben” lett. Ekkor kezdtem el a tönkölyvel foglalkozni, a későbbiekben pedig fokozatosan átvettem volt témavezetőmtől, Dr. Láng Lászlótól a tönköly nemesítési program irányítását, igyekeztem megtanulni a szelekció és a sikeres fajtaelőállítás minden fogását. Témám kapcsán betekintést nyertem a búza technológiai minőségét vizsgáló laboratórium minden napjaiba. Elsajátítottam a szemtermés fizikai tulajdonságainak és a liszt beltartalmi- és feldolgozóipari minőségének mérési technikáit. Ebben és mindenféle publikációmban, nagy segítségemre volt témavezetőm Dr. Rakszegi Marianna. Egy, az ő témavezetésével 2020 és 2024 között futott OTKA pályázatnak (K135211), voltam résztvevője, melynek célja a „Tönköly búzában rejlő genetikai, összetételi és feldolgozóipari lehetőségek feltárása” volt, mely pályázat PhD munkám anyagi és kutatási háttérét is biztosította. Továbbá 2019-ben alkalmam volt egy Magyar-Szlovén bilaterális TÉT pályázat (2018-2.1.11-TÉT-SI-2018-00010) keretein belül külföldi tanulmányútra a szlovén Kmetijski Institut intézetbe, Ljubljánába, ahol tönköly genotípusok makro- és mikroelem-tartalmát vizsgálhattam. Még ugyanebben az évben munkatársaimmal Eszékre látogathattam el egy Horvát-Magyar bilaterális TÉT pályázat (2018-2.1.12.-TÉT-HR-2018-00005) keretében, melynek vezetője Dr. Puskás Katalin volt. 2022. áprilisában megbízást kaptam a martonvásári gabona génbank kezelésére. Ennek kapcsán a már futó, „Ritka és veszélyeztetett növényfajták genetikai erőforrásainak és mikroorganizmusok *ex situ* megőrzése” című pályázat (VP4-10.2.2.-20 kódszámú, 2021-2025) vezetője lettem. Ettől kezdve feladataim közé tartozik a megőrzött tételek kezelése, szükség esetén felszaporítása, megújítása, fenotípusos és nemesítési szempontból fontos tulajdonságainak értékelése. 2019 őszétől megkezdtük a tönköly kisparcellás kísérletek ökológiai termőhelyen (két konvencionális termőhely mellett) történő tesztelését, melyet 2022. őszétől még egy ökológiai termőhellyel bővítettünk. Ettől kezdve komolyabban is bekapcsolódtam az ökológiai nemesítési munkálatokba. Az utóbbi években szoros együttműködés alakult ki az Ökológiai Mezőgazdasági Kutató Intézet (ÖMKI) munkatársaival. A felmerülő kérdésekkel mindig bátran fordulhattam másik témavezetőmhöz Dr. Mikó Péterhez. Az elmúlt négy évben sokat tanultam az ökológiai nemesítés irányairól, módszereiről, kihívásairól. A többtermőhelyes termés összehasonlító kísérletek eredményeit felhasználtuk a fajtajelöltek kiválasztásánál. Fontos információkat kaptunk törzseink különböző környezeti viszonyok közötti viselkedéséről, adaptációs képességéről, abiotikus és biotikus stressz rezisztenciájáról. Jelenleg három fajtajelöltünk (egy másodéves és két elsőéves) szerepel az állami fajtaregisztációs kísérletekben. Négy tönkölyfajtának (‘Mv Pangolin’, ‘Mv Marduk’, ‘Mv Armadilló’, ‘Mv Tairin’) vagyok fő nemesítője.

SZEKCIÓ ELŐADÁSOK

AZ *in vitro* PORTOKTENYÉSZTÉS FEJLESZTÉSE ÉS NEMESÍTÉSI CÉLÚ ALKALMAZÁSA ÁRPÁBAN (*Hordeum vulgare* L.)

Lantos Csaba, Markó Ferenc, Mihály Róbert, Pauk János

Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft., Szeged

A hatékony doubled haploid (DH) növény-előállítási módszerek jó eszközök a növénynemesítési programok számára. Alkalmazásukkal csökkenthető a nemesítési idő hossza. Fontos szempont, hogy egy generáció alatt elérhető a homozigóta vonalak előállítása, ami alapkövetelmény az új fajták és hibridek nemesítése és regisztrációja során. Más módszerekkel kombinálva (MAS, *in vitro* szelekció stb.) a nemesítési folyamat eredményessége tovább fokozható.

A DH növényelőállítási módszerek évtizedek óta a növénybiotechnológiai kutatások fontos részét képezik. Árpában a 'bulbosum technika' mellett az *in vitro* androgenezisen alapuló módszereket (portok- és izolált mikrspóra tenyésztés) számos nemesítőház a nemesítési programok szerves részeként alkalmazza. A gyakorlati felhasználás mellett folyamatosan továbbfejlesztik a DH növény-előállítási módszereket a hatékonyság fokozása és a genotípus függőség csökkentése érdekében.

In vitro portoktenyésztési kísérleteink során két növényregenerációs (FHGR és K4NB) és három gyökeresítő táptalajt (MSr, N6I és $\frac{1}{2}$ N6I + Ca) hasonlítottunk össze négy F₁ árpa kombinációval. Célunk volt, hogy tisztázzuk a táptalaj hatását a regenerált zöld- és albínó növénykéek előállítására és akklimatizációjukra. A növényregeneráció hatékonysága magasabb volt K4NB táptalaj használatával (74,53 zöld növényke/100 portok és 30,85 albínó növényke/100 portok), mint az FHGR (55,77 zöld növényke/100 portok és 21,32 albínó növényke/100 portok) táptalaj esetében. Az akklimatizáció százalékos értéke akkor volt a legmagasabb, amikor a K4NB regeneráló táptalajt MSr gyökeresítő táptalajjal kombináltuk. Összesen 8 kombinációval ellenőriztük módszerünket, a portoktenyészetekből származó zöld növénykéek 61,83%-a akklimatizálódott az üvegházi körülményekhez, az F₁ kombinációkból 1403 akklimatizált növénykét tudtunk felnevelni. Összesen 111 zöld növény ploidia fokát határoztuk meg áramlási citometriás vizsgálattal, a tesztelt növények között haploid (22,52%), diploid (69,37%) és tetraploid (8,11%) növényeket azonosítottunk. A tetraploid törzsek részlegesen fertilis kalászokkal rendelkeztek, új lehetőségeket nyithatnak meg a jövőbeli árpa kutatási és nemesítési programok számára. Árpanemesítési programunkba integráltuk a fertilis DH törzseket. Egy portoktenyészetből származó DH törzs fajtajelöltként NÉBIH tesztelés alatt áll.

Reméljük, hogy az árpanemesítési program és a biotechnológiai laboratórium kooperációja közelebb visz minket kiváló új árapajták előállításához.

A kísérletes munka elkészülését az Országos Tudományos Kutatási Alapprogram (OTKA-FK_21-FK138042, OTKA-K_21-FK138416) támogatta.

BÚZA × ÁRPA TÁVOLI KERESZTEZÉS ALKALMAZÁSA A GENOMSZERKESZTÉSBEN

Kis András¹, Polgári Dávid^{1,2}, Mohammad Ali^{1,3}, Sepsi Adél², Kiss Kata Sára^{1,3}, Sági László², Havelda Zoltán¹

¹MATE, Genetika és Biotechnológiai Intézet, Gödöllő

²HUN-REN ATK, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

³MATE, Növénytudományi Doktori Iskola, Gödöllő

A genomszerkesztés – főként a CRISPR/Cas alapú technikák – nagy áttörést hoztak a gabonanövények célzott, precíziós nemesítésében. Használatukkal specifikus mutációk, bázis- vagy gén-/allélcserék hozhatók létre. Búza (*Triticum aestivum* L.) esetében, különböző gének specifikus inaktivációja révén sikerült gazdaságilag hasznos tulajdonságokat is kialakítani. A teljesség igénye nélkül, célzott génkiütéssel létrehoztak lisztharmat (*Tamlo*) vagy fuzárium (*TaHRC*) rezisztenciát, befolyásolták a szemtermés méretét vagy a hozamot (*TaGW2*, *TaLOX2*, *TaGASR7*), magas amilóztartalmat tudtak kialakítani a szemtermésben (*TaSBEIIa*), de a hibridbúza előállításához szükséges hímsterilitás kialakításában (*TaMs1*) is eredményeket értek el. Technológiailag a leghatékonyabb kivitelezési mód, ha a DNS hasításáért felelős Cas fehérje és a célszekvenciát kijelölő ‘guide-RNS’ géneit beépítik és konstitutívan működtetik a növényi genomban, majd a mutációk kialakítását követően valamilyen módon eltávolítják azokat. A génátvitel során azonban kisebb DNS szakaszok beépülhetnek a kromoszómákba, amelyek azonosítása nehézkes és költséges vagy esetleg nem kívánt tulajdonságokat is létrehozhatnak. Ezek az események a technológia megítélése szempontjából is aggályokat ébreszthetnek. Ezért jöttek létre a különböző, DNS-integrációt nem igénylő tranzienst technikák – pl. a guideRNS/Cas ribonukleoprotein (RNP) bioliztikus bejuttatása szövettenyészetekbe –, de ezek mutációs hatékonysága alacsony az RNP komplex rövid életideje miatt, továbbá szelekció hiányában a mutáns növények kiválogatása idő és munkaigényes. A búza × árpa (*Hordeum vulgare* L.) távoli keresztezés kiváló megoldást szolgáltat a problémák áthidalására. Az árpa genom felhasználható a genomszerkesztő rendszer hordozására, így a hibridek előállításával biztosíthatjuk annak hosszútávú, akár nemzedékeken átívelő működését. Ugyanakkor az irodalom alapján elhanyagolható az esélye az introgressciónak, amellyel az árpába integrált transzgén átkerülhetne a búza genomba.

Kutatócsoportunk búza × árpa keresztezés segítségével sikerrel indukált mutációkat az F₁ hibridek (haploid) búza genomjában a *Tamlo* és *TaGW2* célgéneken. A búzával (♂) történő visszakeresztezéssel sikeresen elimináltuk a transzgént hordozó árpa genomot, és helyreállítottuk a diploid (2n) búzagenomot. A rendszer hatékonyságát megnöveltük az F₁ embriók *in vitro* mikroszaporításával, aminek révén az embriók sejtszintű mutációit növény szintre emeltük, majd a kapott klónok újabb mikroszaporításával az ismert mutációval rendelkező hibrideket felszaporítottuk a búzával történő visszakeresztezéshez. Bízunk abban, hogy ezzel a módszerrel az EU-ban remélhetőleg hamarosan életbelépő Új Genomi Technikák (NGT) szabályozásnak már eleget tevő genomszerkesztett vonalakat tudunk létrehozni, és ezzel hasznos alapanyagokat tudunk biztosítani a magyar növénynemesítők számára.

A kutatásokat az NKFI (FK134264, Nemzeti Laboratóriumok Program [RRF-2.3.1-21-2022-00007]), a MATE (KKP és KKCS), és a Bólyai János kutatási ösztöndíj (BO/00599/22) támogatta.

AZ IRÁNYÍTOTT GÉNSPECIFIKUS MUTAGENEZIS HATÉKONYSÁGÁNAK NÖVELÉSE A KUKORICA SEJTEK HŐ- ÉS KÉMIAI KEZELÉSÉVEL

Nagy Bettina¹, Aysha Jameel¹, Horváth V. Gábor¹, Ferhan Ayaydin^{1,2}, Török Katalin¹,
Mórocz Sándor³, Zombori Zoltán¹, Dudits Dénes¹, Ferenc Györgyi¹

¹HUN-REN Szegedi Biológiai Kutatóközpont, Növénybiológiai Intézet, Szeged

²HCEMM Funkcionális Sejtbiológiai és Immunológiai Műszerközpont, Szeged

³Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft., Szeged

A kukorica a világ legelterjedtebb szántóföldi haszonnövénye. A világ népességének növekedése, a romló éghajlati viszonyok, a szerteágazó mezőgazdasági igények kielégítése szükségessé teszi új, nagy terméshozamú és ellenállóképességű fajták kifejlesztését és nemesítését. Az időjáráshoz, a növények különböző talajtípusokhoz és azok tápanyagtartalmához való alkalmazkodása azonban genomi szinten kezdődik. A genetikai kód specifikus és gyors módszerrel végzett nukleotidszintű, nagy pontosságú CRISPR/Cas9 rendszerrel végzett átprogramozása, az ún. *precíziós nemesítés* egyre nagyobb figyelmet kap mind a klímaváltozás elleni harcban, mind a fenntarthatóbb mezőgazdaság érdekében folytatott küzdelemben. Kísérleteinkhez elsőként a nitrogénfelhasználásban szerepet játszó *ARE1* gént választottuk. A nitrogén minden élő szervezet számára nélkülözhetetlen elem, a növénykultúrákban a termelékenység egyik legjelentősebb korlátozó tényezője, így folyamatos az igény a jobb nitrogénhasznosítási hatékonyságú fajták nemesítésére is. A gén kukoricában betöltött szerepének megismerésére CRISPR/Cas9 rendszer segítségével mutánsokat hoztunk létre. A „guide” RNS-ek megtervezése és a konstrukciók előállítása után azokat *Agrobacterium*-mediált transzformációs módszerrel „SZ17” kukoricavonalba juttattuk.

A transzformált kalluszvonalakon vizsgáltuk a különböző hőkezelések és azok időtartamának (37 °C 48^h vagy 45 °C 3^h), valamint kromatin lazító (Nátrium-butirát_Na-But, Nikotinamid_NAA) vegyszerekkel és DNS metiltranszferáz inhibitorral (Azacitidin_AZA) végzett kémiai kezelések, illetve a fentiek egymáshoz viszonyított sorrendjének génszerkesztési eseményekre gyakorolt hatását. A kezelések hatását a tervezett gRNS régiójában NGS szekvenálással bizonyítottuk. Az eredmények kiértékelését követően megállapítottuk, hogy a 37 °C 48^h hőkezelés önmagában nézve is számottevő editációs hatékonyságnövekedést eredményezett a 45 °C 3^h hőkezeléshez viszonyítva a kezelt kalluszok alapállapotában mért számszerűsíthető deléciós százaléka-hoz képest. A legnagyobb editációs hatékonyság növekedést a 48 órás 37 °C hőkezelés kémiai kezelésekkel kombinálva eredményezte. Mind a Na-But, NAA, vagy az AZA kezelés esetében 7-15% editációs hatékonyság növekedés volt elérhető előzetes 37 °C hőkezeléssel kombinálva, míg a kromatin lazító szereket önmagukban alkalmazva 1,2-3,3% növekedés volt viszont csak azonosítható. Megfigyeltük, hogy az alkalmazott kezeléseknek nemcsak a génszerkesztési események gyakoriságának hatékony növelésére, hanem a kezelések következtében detektálható fragment-deléciók hosszúságára is egyértelmű hatása van, ugyanúgy, mint a génszerkesztési események következtében detektálható inszerciós százalékok alakulására is.

A bemutatott előzetes eredmények alapot adnak a technológia továbbfejlesztéséhez, rutinszerű alkalmazhatóságának növeléséhez, valamint agronómiai értékkel bíró további gének precíziós nemesítéséhez.

A kutatásokat az RRF-2.3.1-21-2022-00007 azonosítószámú „Agrárbiotechnológia és precíziós nemesítés az élelmezésbiztonságért Nemzeti Laboratórium” támogatta.

AZ ÚJ GENERÁCIÓS SZEKVENÁLÁS ALKALMAZÁSA AZ AGRÁR GENOMIKA TERÜLETÉN

Hidvégi Norbert, Gulyás Andrea, Gaál Eszter, Kruppa Klaudia, Türkösi Edina, Szakács Éva, Farkas András, Ivanizs László, Kovács Péter, Mikó Péter, Molnár István

HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

Az új generációs szekvenálási (NGS) technológiák alkalmazása az agrár genomika területén jelentős előrelépést hozott a növényi tulajdonságok molekuláris hátterének megértésében és a nemesítési programok hatékonyságának növelésében. A genotipizáló platformok képesek az SNP (egypontos nukleotid-polimorfizmus) alapú genotipizálásra (Genotyping by sequencing – GBS), lehetővé teszik a növényi genomok nagyfelbontású jellemzését és a genetikai diverzitás vizsgálatát is.

A genom-alapú szelekció és a markerkapcsolt szelekció révén a nemesítők képesek lehetnek azonosítani és kiválasztani a kívánt tulajdonságokat hordozó növényeket, ezáltal felgyorsítva a nemesítési folyamatokat. A genomban található DNS polimorfizmusok, mint például a deléciók, inszerciók, transzlokációk és inverziók, valamint az SNP-k, fontos szerepet játszanak a növényi tulajdonságok kialakításában és a genetikai variabilitás fenntartásában. A genom-alapú szelekció során a növények genomját nagyfelbontású markerrendszerekkel jellemzik, és nagyszámú vonalat vizsgálnak. Ez a technika különösen hasznos a diverzitás vizsgálatokban, QTL analízisben (kétszülős populációk), asszociációs térképezésben (GWAS), markerkapcsolt szelekcióban és génbanki kutatásokban.

A HUN-REN ATK MGI-ben létrehozott genotipizáló laboratórium és az Illumina NextSeq 2000 szekvenáló platform elsődleges célja, hogy a GBS marker szolgáltatással segítse az ATK, illetve Magyarország területén nemesítési és funkcionális genomikai kutatásokat végzők munkáját.

Kutatásaink során célul tűztük ki a ddRADseq (double digest restriction site-associated DNA sequencing) módszer martonvásári adaptálását és optimalizálását. A GBS módszer tesztelésére citológiai módszerekkel (FISH/GISH) validált búza előnemesítési populációkat használtunk. Ezen populációk idegenfajú keresztezésekből származó rozs, árpa, *Aegilops umbellulata* és *Thinopyrum* kromatint hordoznak. A bioinformatikai elemzések során a búza és az idegen fajok referencia genom szekvenciáit alkalmaztuk. A GBS markerek segítségével kimutatható volt az idegen kromoszóma, illetve kromoszómakar jelenléte, valamint a búza kromoszóma szegmentumok és karok hiánya.

Eredményeink alapján elmondható, hogy az alkalmazott GBS módszer (ddRADseq) a HUN-REN ATK MGI genotipizáló laboratóriumában alkalmas lehet a búza előnemesítési populációk genomanalízisére, későbbiekben pedig optimalizálásra kerülhet egyéb búza térképezési és nemesítési populációk vizsgálatára. További terveink között szerepel az egyéb mezőgazdasági jelentőséggel bíró fajok esetében is a GBS módszer optimalizálása, valamint epigenetikai és teljes transzkriptomikai szekvenálási módszerek fejlesztése és adaptálása, hogy minél szélesebb körben alkalmazhassuk a nagyfelbontású genotipizáló platformunkat az MGI genotipizáló laboratóriumában.

A kutatásokat az NKFI (ADVANCED_150531, K135057, FK145848, PD145915), a Bolyai János kutatási ösztöndíj (BO/00206/24/4), valamint a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (TKP2021-NKTA-06) és EU Horizon Europe projekt COUSIN (Nr. 101135314).

AZ 'ÜLLŐI' ERDÉSZETI AKÁC FAJTA GENOM PROJEKTJE

Lados Botond Boldizsár, Cseke Klára

Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet, Nemesítési Osztály, Sárvár

Egyes ökológiai, gazdasági szempontból jelentős fajok referencia genomjainak összeszerelése nem csak a mezőgazdasági, kertészeti, hanem az erdészeti nemesítés számára is jelentős feladat. Az utóbbi időszakban egyre szélesebb körben elérhető genom szekvenálási technológiák lehetővé tették erdészeti és természetvédelmi szempontból is jelentős, nem modell, erdei fafajok sorának genom szekvenálásait. Ezeknek a nagy pontosságú referencia genomoknak a megléte elengedhetetlen a legújabb genomikai vizsgálatok elvégzéséhez, melyek nagyban hozzájárulhatnak egyes erdészeti szempontból jelentős tulajdonságok genomi szabályozásának megértéséhez, az ezekre a tulajdonságokra irányuló nemesítési munka sebességének nagyságrendi növeléséhez, vagy éppen a veszélyeztetett természetes populációk genetikai diverzitásának megőrzéséhez. A nemesítés sebességének növelése fontos probléma az erdészeti nemesítés területén, hiszen az erdei fafajok hosszú generációs idői általában csak meglehetősen lassú haladást tesznek lehetővé hagyományos nemesítési megközelítésekkel.

Kutatási projektünkben az akác 'Üllői' fajtájának (*Robinia pseudoacacia* cv. 'Üllői') sejtmagi referencia genom összeszerelésén dolgozunk. Gazdasági tekintetben az akác rendelkezik az egyik legnagyobb jelentőséggel a hazai erdőgazdálkodásban, illetve a méhészetben is. Szaporodási rendszere lehetővé teszi nemesítését, hagyományos szelekciós technikával is. Ez a nemesítési munka jelenleg is intenzíven zajlik. Az általunk kiválasztott klón az egyik legismertebb bejegyzett fajta, melyet kiemelkedő törzsmínősége alapján szelektáltak a múlt század 60-as éveiben. Ennek a referencia genomnak a létrehozásával a célunk, hogy a jövőben olyan kvantitatív tulajdonságok genomi szabályozását vizsgálhassuk, mint a törzsalak, vagy a gyors magassági növekedés és az aszálytűrés.

A genom összeszerelését alapvetően Illumina short read szekvenálásra alapoztuk, melyet PacBio long readekkel is kiegészítettük. Utóbbi kombinációra azért van szükség mivel a relatív nagy méretű növényi genomok, gyakran tartalmaznak hosszú repetitív szakaszokat, melyeket a short readek nem, vagy csak ritkán tudnak áthidalni. Hosszú olvasatok alkalmazásával viszont a short readekből összeszerelt contigokat össze lehet kötni, így a genom fragmentáltsága jelentősen csökkenthető.

A vizsgált klón genomjának méretét a short readek alapján becsültük meg, mely durván 700 megabázist tett ki. Ez a méret a lombhullató fákra jellemző tartományban van és összhangban áll egy korábban genomsekvált akác egyed genomméretével, mely szintén 700 megabázis körüli volt. Jelenleg az általunk összeállított genomot még nem sikerült kromoszóma méretű scaffoldokba összeszerelni, 63 654 contigból áll, melyek 546 Mb-t foglalnak magukba, 23 737 N50 értékkel. A kromoszóma léptékű összeszerelés érdekében további long read szekvenálást is végeztünk. A rendelkezésre álló új PacBio olvasatok beépítésével szeretnénk az eddig összeállított genom teljességét növelni. Mindazonáltal a jelenleg rendelkezésre álló genom is használható. A korábban elkészített ddRAD-seq adatsorainkat immár erre a draft genomra térképezve is fel tudjuk használni populációgenetikai vizsgálatokra.

A 2024-2.1.1-EKÖP-2024-00007 számú projekt a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a EKÖP-24-3-I pályázati program finanszírozásában valósult meg.

A TRITIKÁLÉ DH NEMESÍTÉSE ÉS SZILÁZS HASZNOSÍTÁSA

ifj. Kruppa József¹, Osama Zuhair Kanbar², Tóth-Lencsés Kitti Andrea², Kiss Erzsébet², Bóna Lajos³, Lantos Csaba³, Orosz Szilvia⁴, Bencze Gábor², Kruppa József¹, Kruppa Klaudia⁵, Futó Zoltán², Pauk János³

¹Kruppa-mag Kft., Kisvárd

²Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő, Szarvas

³Gabonakutató Nonprofit Kft., Szeged

⁴Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft., Gödöllő

⁵Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

A kísérleteink egyik témája az volt, hogy összehasonlítsunk két gyakran használt alaptáptalajt (P4mf, W14mf) a tritikálé (*X Triticosecale* Wittmack) fajták és az F₁ hibridek portoktenyésztésében. Vizsgáltuk a táptalaj, a genotípus és a genotípus × táptalaj interakció hatásait a tritikálé genotípusok androgenezisére, amiket olyan androgén paraméterek alapján határoztuk meg, mint az embrioidok (ELS), zöld- és albínó növények, valamint az átültetett növénykéek száma. A spontán kromoszómakettőződés százalékos arányát a termés mennyisége alapján számítottuk ki. A DH vonalak homogenitását SSR markerekkel ellenőriztük a DH₂ generációban, hogy megvizsgáljuk a javított DH tritikálé vonalak esetleges keresztbeporzását.

A genotípus és a táptalaj is jelentősen befolyásolta a portoktenyésztés hatékonyságát. A portoktenyésztés hatékonysága jobb volt a P4mf tápközegekben (103,7 ELS/100 portok, 19,7 zöld növény/100 portok), mint a W14mf indukciós tápközegekben (90,0 ELS/100 portok, 17,0 zöld növény/100 portok). A növényregenerálási szakaszban az mikrospóra eredetű struktúrákból (ELS) regenerált zöld növénykéek számában a W14mf tápközegről származó embrioidok jobb regenerációs százalékot (18,0%), ezzel szemben a P4mf táptalajról származók alacsonyabbat mutattak (15,9%).

A DH₀ növények felnevelése és a magfogás után a DH₁ generációt is felneveltük, és molekuláris genetikai módszerrel vizsgáltuk az utódnemzedék (DH₂) genetikai homogenitását. A vizsgált DH törzsek nagy része homogenitást mutatott. Néhány DH vonal (2-8%) azonban inhomogenitást mutatott, amit a tritikálé idegentermékenyülési hajlamával magyaráztunk. Az idegen beporzási gyakoriság lényegesen nagyobb, mint búza esetében, ami közel van a nullához. Ezért nemesítési- és fajtafenntartási szempontból feltétlen figyelembe kell vennünk az izoláció pontos betartását.

A kísérletünk másik témája, hogy megvizsgáljuk, a tritikálé (*X Triticosecale* Wittm.) alkalmas-e tömegtakarmánnyként történő hasznosításra? Ebben az esetben milyen szilázshozamokat képes biztosítani és azt milyen minőség jellemzi (2017-2020)? A kísérletben vizsgált tritikálé fajták (genotípusok): 'Hungaro', 'Dimenzio', 'GK Szemes' és a 'GK Maros' voltak.

A szilázs minőségi vizsgálatánál megállapíthattuk, hogy a tritikálé szilázs nyersfehérje-tartalma az egyre későbbi kaszálásokkal folyamatosan és szignifikáns mértékben csökkent. A szilázs minőségének másik jellemzője a nyersrost tartalom, melynek mértéke az idő előrehaladtával növekedett. A kísérlet során azt is mértük, hogy a növény öregedésével, a rostemészthetőség (NDFd48) hogyan változik. Az első kaszálás alkalmával mértük a legjobb rostemészthetőséget (67,4 – 73,2%), amely a későbbi kaszálások alkalmával folyamatosan és szignifikánsan csökkent. Komplex elemzésünk jól mutatja, hogy jelentős különbségek lehetnek a tritikáléfajták között szilázserőben, illetve a tritikáléfajtákból készített gabonaszilázs minőségében.

Pyrenophora teres f. *teres* FERTŐZÉS HATÁSÁRA INDUKÁLÓDÓ GÉNEXPRESSZIÓ VIZSGÁLATA ÁRPÁBAN

Mészáros Klára¹, Jeny Jose¹, Mónika Cséplő¹, Bányai Judit¹, Pál Magda¹, Bakonyi József², Sági László¹, Éva Csaba¹

¹ HUN-REN ATK Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

² HUN-REN ATK Növényvédelmi Intézet, Budapest

A növényi hormonoknak kulcsszerepe van a kórokozókkal szembeni védekezésben. Az APETALA2/Ethylene-Responsive Transzkripciós Factor (AP2/ERF) család mind a biotikus, mind az abiotikus stresszválaszban fontos szerepet tölt be. Ebbe a családba tartozik az *ORA59* transzkripciós faktor, melynek expresszió növekedését mutatták ki *Arabidopsis*-ban patogén támadásakor. Szabályozásában három hormon, az etilén, a jázmonsav és a szalicilsav vesz részt, termelődését a jázmonsav serkenti, míg a szalicilsav gátolja. Az *ORA59* homológia megtalálható árpában is (HORVU4Hr1G000700.2, a Plant Ensembl-ben), mely 69%-os aminosav azonosságot mutat az *Arabidopsis* fehérjével, azonban szerepe ismeretlen.

CRISPR/Cas9 rendszer alkalmazásával génszerkesztett *ORA59* 'Golden Promise' árpákat hoztunk létre, melyek *Pyrenophora teres* f. *teres* (PTT) nekrotróf gomba fertőzéssel szemben fogékonyabbak voltak, mint a vad típus ($p < 0,05$). A 'Golden Promise' modellfajta vad típusa mérsékeltén fogékony. Az *ORA59* gén funkciójának és a PTT elleni rezisztencia megértéséhez így rezisztens fajtákat, pl. 'Arda' is vizsgáltunk. Transzkriptóm-szekvenálási eredményeinkből látható, hogy több különbözően kifejeződő gén (DEG) aktivitása és több fontos gén, funkcionális csoport (GO-term), mint defense response, response to biotic stimulus expressziója eltért a 0. napnál a GP és az 'Arda', illetve a GP és az ORA mutáns viszonylatában is. Ezeket qPCR-rel is ellenőriztük. Az *ORA59* gén expressziója valamennyi vizsgált fajtában a fertőzést követő 2. napig nőtt. A rezisztens fajtákban szignifikánsan ($p < 0,001$) magasabb volt, mint a fogékonyakban. Érdekes módon az *ORA59* mutánsban is magas génexpressziót figyeltünk meg. Szakirodalmi adatok szerint az *Arabidopsis* *ORA59* gén fertőzések elleni effektor gének és más transzkripciós faktorok expresszióját fokozza (pozitív szabályozás). Az árpa homológgal kapcsolatban is, több TF-génnél tendenciózus különbséget találtunk, ezek expressziója alacsonyabb volt az ORA mutánsban, mint a vad típusú GP-ban és több közülük jelentősen expresszáldott a rezisztens 'Arda' fajtában is. Ebbe a csoportba tartozik két WRKY TF illetve RING-H2 finger protein ATL60 is, melynek relatív expressziója a vad (2,79 szoros) típusban és a rezisztens 'Arda' (8 szoros) fajtában volt magasabb, mint az érzékeny fajtákban (0,80-szoros) a PTT fertőzést követő 7. napig. A 15. napra azonban ez a különbség eltűnt az rezisztens és fogékony fajták között. E tények azt sugallják, hogy az eddig említett géneknek a fertőzés korai szakaszában van jelentőségük. Ezzel szemben az AP1 TF gén expressziója a 0-15. napig folyamatosan növekedett a rezisztens 'Arda' (120-szoros) fajtában, míg a fogékony fajtákban (0,4-szeres) alacsony volt az expresszió szintje (ORA-ban GP-nél is alacsonyabb). E gén feltehetően a védekezés későbbi szakaszában is szerepet játszik. Egy kloramfenikol acetyl-transferáz gén expressziója a vad GP-ban és a mérsékeltén rezisztens 'Antonella' fajtában magasabb volt, mint az ORA mutánsban. Az eddigi pozitívan szabályozott génekkel szemben néhány gén esetében az *ORA59* gátló hatását mutattuk ki. Ilyen volt egy lipáz gén, amelynek a fertőzés teljes időtartama alatt az ORA mutánsban volt a legmagasabb expressziója, még a rezisztens fajtákban alig fejeződött ki, így az eddigiekhez hasonlóan az *ORA59* itt is egy PTT elleni védekezés szempontjából releváns gént szabályozhatott.

A kutatásaink a TKP2021-NKTA-06 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA és RRF-2.3.1-21-2022-00007 Agrár-biotechnológia és precíziós nemesítés az élelmiszerbiztonságért pályázati programok finanszírozásában valósultak meg.

TETRAPLOID RIZS ZÁSZLÓSLEVELEINEK FÉNYELNYELÉSI TULAJDONSÁGAI

Székely Árpád¹, Szalóki Tímea¹, Lantos Csaba², Jancsó Mihály¹

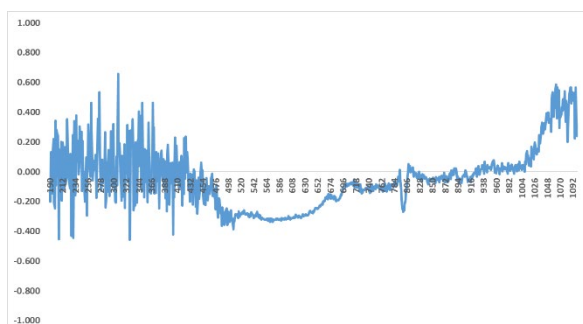
¹MATE KÖTI, Öntözési és Vizgazdálkodási Kutatóközpont, Szarvas

²Gabonakutató Nonprofit Kft, Szeged

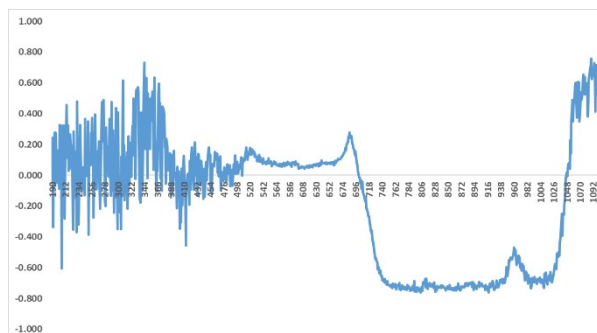
A rizs (*Oryza sativa* L.) a világ három legfontosabb élelmisznövényének egyike. A növekvő világnépesség és a rendelkezésre álló termőföldek csökkenése miatt a rizs hozamának növelése kiemelt fontosságú. A további termőképességfokozás egyik lehetséges forrása napjainkban a poliploidizáció. Nemesítési programunkban a gyorsabb fajtaelőállítás érdekében portoktenyésztéssel dihaploid vonalakat állítunk elő, amelynek kb. 2%-a tetraploid.

A poliploid növényeket nagy méret, magas tápanyag-tartalom és aktívabb másodlagos anyagszereplés jellemzi. Ennek eredményeképpen a szemfeltöltődésben kulcsszerepet játszó zászlóslevelek is hosszabbak, szélesebbek, sötétebbek, és vastagabbak a diploidokhoz képest. Emellett erőteljesebb alkalmazkodóképességgel, szárazság- és hidegtoleranciával rendelkeznek.

Eddig öt darab diploid-tetraploid párt azonosítottunk, amelyeknek a fent említett levéltulajdonságaikat vizsgáltuk. A zászlóslevelek fényelnyelését egy hordozható spektrométer (Cid-BioScience, CI-710s SpectraVue) és laboratóriumi acetonos pigmentkivonással fotometriás (Hach DR/4000) úton is meghatároztuk. A mérési tartomány 190 nm és 1100 nm között volt.



1. ábra: A hordozható spektrométer abszorbanca adatai és a laboratóriumi fényelnyelés közötti Pearson-korrelációs együttható 190-1100 nm között diploidok esetében.



2. ábra: A hordozható spektrométer abszorbanca adatai és a laboratóriumi fényelnyelés közötti Pearson-korrelációs együttható 190-1100 nm között tetraploidok esetében.

Szorosabb korrelációs együttható figyelhető meg a tetraploidok esetében, különösen 340 nm és a 720 nm feletti tartományokban, ami a diploidok esetében nem figyelhető meg.

A kutatások a Kulturális és Innovációs Minisztérium EKÖP-MATE /2024/25/k kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs alapról finanszírozott szakmai támogatásával, továbbá a „Modern és klasszikus növénynevelési módszerek fejlesztése és alkalmazása víztakarékos rizstermesztés érdekében (FK-138042) segítségével készültek.

KALÁSZOS GABONÁK TAXONÓMIAI VIZSGÁLATA A TÁPIÓSZELEI GÉNBANKBAN

Kovács Dániel, Walter Andrea, Áy Zoltán

Nemzeti Biodiverzitás- és Génmegőrzési Központ, Tápiószele

A tápiószeleli génbank (Nemzeti Biodiverzitás- és Génmegőrzési Központ, Növények Génmegőrző Intézete) gyűjteményeinek mintegy negyedét teszik ki a kalászos gabonafajok. Csak a termesztett taxonokat ideértve mintegy 14.233 génbanki tételről beszélhetünk. A *Hordeum vulgare* L., *Secale cereale* L. és x *Triticosecale* mellett 16 *Triticum* faj alkotja a gyűjtemény gerincét. Az állomány viszonylag folyamatos taxonómiai feldolgozás alatt állt az intézet 1959-es megalakulása óta, ennek ellenére a rendkívül magas tételszám miatt még mindig vannak taxonómiai szempontból vizsgálandó tételek.

A génbanki témafelelősök a két alapvető génbanki feladat (megőrzés és felszaporítás) ellátásához a botanikai nevezéktan subtaxa neveire támaszkodnak. Ehhez nyújtanak egyfajta vezérfonalat a botanikai nevek, hiszen egyetlen latin szóban tulajdonképpen számos alapvető fenotípusos tulajdonság van kódolva, tömörítve a hozzáértők számára (pl. szálkázottság, pelyva szőrözöttsége, pelyva színe, kalász tömörsége, szemtermés színe stb.). Ezen „tömörített információcsomag” jól használható a génbanki munka során.

A határozókulcsok tekintetében a búzáknál főként a Kulturnaya Flora SSSR (Vavilov Intézet, Szentpétervár) könyvsorozatban megjelent kulcsokat alkalmazzuk, kiegészítve az azóta leírt taxonokkal. Ez alól kivétel a *Triticum aestivum*, ahol Mansfeld 1951-es feldolgozását (IPK, Gatersleben) használjuk, míg a *Hordeum* nemzetség esetében szintén Mansfeld 1950-es munkáját tekintjük meghatározónak. A *Secale cereale* infraspecifikus határozókulcsa még kidolgozás alatt áll.

Az elmúlt 8 évben az átlagosnál intenzívebb botanikai felvételezés zajlott. Ennek eredményeként 5444 tétel (fajta, tájfajta, nevelési alapanyag) 12.484 mintáját vizsgáltuk meg. Ez tétel szinten a teljes kalászos gyűjtemény 38%-át, míg minta szinten 36%-át jelenti. Munkánk során célul tűztük ki, hogy a lehető legalacsonyabb taxonómiai szintig – amely általában a botanikai változat – meghatározásra kerüljenek az egyes minták. Ha valamilyen téren vegyességet mutatott a kivetett állomány, akkor pedig a még egyöntetűséget mutató szintig (pl. subspecies, convarietas) kerültek megállapításra a botanikai nevek. További célunk, hogy a teljes kalászos gyűjtemény ez irányú vizsgálata megtörténjen. Munkánk során számos, a tudományra nézve új taxont találtunk, amely jól példázza a génbanki gyűjtemények elemzésének fontosságát.

Munkánkat a Horizont Európa program által finanszírozott Promoting a Plant Genetic Resources Community for Europe projekt (azonosító: 101094738) támogatja.

GÉNMEGŐRZÉSI TEVÉKENYSÉG MARTONVÁSÁRON

Tóth Viola, Kuti Csaba, Molnár István, Rakszegi Marianna, Mikó Péter

HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

A génbankok feladata a genetikai diverzitás megőrzése és potenciális génforrások azonosítása a növénynemesítés számára. Ezt a szerepét a génbank akkor tudja betölteni, ha a megőrzött tételek fenotípusos és nemesítési szempontból fontos tulajdonságainak értékelését is elvégzi. Ezért génmegőrzési tevékenységünk magában foglalja az általános génbanki funkciókat: megőrzést, regenerálást és értékelést. A gyűjtemények az itt folyó nemesítési munka és számos kutatási projekt bázisát is képezik. A megőrzésre kijelölt tételleket betakarítás és feldolgozás után 2-4 hétig légszárítással szárítjuk. A mintákat ezt követően párazáró alumínium tasakokban hidegtárolóban (magbank) tároljuk 2–4 °C-on. A csíráztatást az MSZ 6354-3:2008 szabvány szerint végezzük. A génbanki tételek regenerálása tenyészkertben történik, ekkor felvételezzük az agronómiai szempontból legfontosabb tulajdonságokat (pl. tenésztidő, növénymagasság, betegség-ellenállóság). A génbanki tételek adatait MS Access alapú adatbázisban tároljuk, az adatok kezelését a saját fejlesztésű „Breeder” programcsomag segítségével végezzük. A HUN-REN ATK MGI Kalászos Gabona Nemesítési Osztály a rövidtávú tárolási módszerrel fenntartott magmennyiségek mellett rendelkezik hosszú távú tárolásra alkalmas hűtött tárolóval is. A gabona génbank két jelentős méretű gyűjteménnyel rendelkezik. A **nemesítői gyűjteményben** a kalászos nemesítési anyagok, törzsek, fajták, illetve magkérésekből, együttműködésből származó genotípusok hosszú távú megőrzése és nemesítésben történő hasznosítása folyik. A gyűjtemény 16.751 tételt tartalmaz. Egyedisége a nemesítéssel létrehozott diverzitás megőrzésében rejlik, a tárolt anyagok zöme más gyűjteményekben nem található meg. A **rokon fajok gyűjteménye** elsősorban génbanki magkérések és kis mértékben saját gyűjtés által jött létre, 1.355 egyedi tételt tartalmaz, többségében *Triticum* és *Aegilops* fajokat, de megtalálhatóak benne egyéb (*Hordeum*, *Secale* stb.) és évelő fajok is. Felhasználásuk elsősorban az előnemesítési munkában jelentős, mivel a búzával rokon vad és termesztett fajok között számos olyan genotípus található, ami a nemesítés számára kedvező tulajdonságokkal rendelkezik (pl. betegség-ellenállóság, abiotikus stressztűrés, kedvező beltartalom). E mellett az alapkutatásban betöltött szerepük is jelentős. A rokon faj gyűjtemény megőrzését a nemesítői gyűjteményhez hasonlóan *ex situ* magbank formájában végezzük, a tételek regenerálása tenyészkertben történik. Ez alól kivételt képeznek az évelő fajok tételei, amelyeknek a megőrzése, a magbank mellett, *in situ* formában, évelő tenyészkertben is folyik. A nemesítői gyűjtemény, összetételét tekintve, legnagyobb arányban búza tételleket tartalmaz (78%), ezen kívül árpából van még nagyobb mennyiség (11%), az egyéb termesztett fajok osztoznak a maradék 11%-on (durum, tritikálé, zab, tönköly, tönke, alakor). A gyűjteményt már a kezdetek óta, több mint 30 éve, aktívan használjuk: a hidegtárolás megkezdése óta 12.735 mintát vettünk elő a gyűjteményből, melyeket zömében kísérletekben használtunk. Emellett magkéréseket is teljesítettünk: összesen 1.198 tétel. A rokon fajok gyűjteményén belül a legnagyobb a *Triticum* fajokat magába foglaló részgyűjtemény, gyakorlatilag az összes ide tartozó fajból tartalmaz genotípusokat. Legtöbb tételünk a *Triticum monococcum* (266 tétel) és az *Aegilops biuncialis* (104 tétel) fajokból van, de emellett összesen 18 nemzetségbe tartozó 86 fajjal és alfajjal is rendelkezünk. A génbank jövőbeni célja, a megőrzés és bővítés mellett, mindkét gyűjtemény esetében, a megőrzött tételek eddigiéknél szélesebb körű leíró vizsgálata, értékelése és a kutatási munkában történő hasznosítása.

A génmegőrzési tevékenységet a VP4-10.2.2.-20 számú projekt, a TKP2021-NKTA-06 és az EU Horizon Europe projekt COUSIN (Nr. 101135314) projekt támogatta.

A TERMÉSHOZAMOT BEFOLYÁSOLÓ GENOMI RÉGIÓK AZONOSÍTÁSA AZ *Aegilops biuncialis*-BAN

Ivanizs László, Mikó Péter, Rakszegi Marianna, Kalapos Balázs, Szőke-Pázsai Kitti,
Farkas András, Türkösi Edina, Gaál Eszter, Kruppa Klaudia, Kovács Péter,
Szakács Éva, Molnár István

HUN-REN, Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet

A búzafélék zászlóslevelének mérete kulcsfontosságú agronómiai bélyeg, amely meghatározza a növény morfológiai tulajdonságait és terméspotenciálját. A termesztett búzában döntő fontosságú szerepet játszik a szemek fejlődését kísérő anyagcsere folyamatokban, úgymint a fehérjék képződésében és lebomlásában, a lipidek átalakulásában vagy a nitrogén remobilizációjában. A fajkeresztezési programok lehetőséget biztosítanak arra, hogy a *Triticeae* nemzetség-csoportba tartozó rokon fajokból új allélváltozatokat vigyünk át a búza genetikai állományába. Az egész mediterrán térségben elterjedt *Aegilops biuncialis* (U^bU^bM^bM^b) számos agronómiailag értékes tulajdonságot hordoz, ezért e vad fajban rejlő genetikai potenciált érdemes lenne a búza nemesítésében kiaknázni. Jelen projektben azokat a génavariációkat kívánjuk feltárni, amelyek alkalmasak a búza terméskomponenseinek növelésére és ezáltal magasabb hozamú búzavonalak létrehozására. Genotyping by sequencing (GBS) módszeren alapuló DArTseq (Diversity Arrays Technologies) platform segítségével molekuláris markereket fejlesztettünk egy 186 tagú *Ae. biuncialis* populáció genomi szekvenciái alapján, melyek származása (Balkán, Kis-Ázsia, Észak Afrika, Közel-Kelet) jól reprezentálja a faj földrajzi elterjedését. Az *Aegilops* gyűjtemény DArTseq allélösszetétele alapján megvizsgáltuk a populáció genetikai diverzitását, amely alapján az egyes növényi vonalakat két nagyobb alcsoportba soroltuk be, összhangban a földrajzi származásukkal. A populáció genetikai szerkezete mellett, részletesen felmértük a zászlóslevél méretét jellemző paramétereket (szélesség, hosszúság), valamint a kalász (szálka- és kalász hossz, kalászkaszám) és a szemtermés egyes paramétereit (szemhosszúság, szemszélesség, ezerszemtömeg, szemszám). Megvizsgáltuk, hogy a különböző tulajdonságok tekintetében milyen mértékű és eloszlású variabilitás lelhető fel az *Ae. biuncialis* fajon belül. Ennek eredményeként nagyfokú változatosságot tártunk fel mind a zászlóslevél, mind pedig a kalász és a szemtermés tulajdonságai esetében, ami szoros összefüggésben állt azzal, hogy az általunk tanulmányozott *Aegilops* populáció növényei a legkülönbözőbb ökológiai élőhelyekhez alkalmazkodtak. A populáció genotipizálásával fejlesztett fragmentumokat különféle minőségi paraméterek (ismételhetőség, kisebb allél gyakoriság) alapján szűrtük, majd az így kapott markerek nagy részét (~91.6%) *in silico* validáltuk a tetraploid *Ae. biuncialis* diploid őseinek referencia pszeudomolekuláin: az *Aegilops umbellulata* U genomján és az *Aegilops comosa* M genomján. A térképezett markerek és a 2023-ban felvételezett fenotípusos adatok felhasználásával elemeztük és meghatároztuk azokat a genomi régiókat, amelyek szoros kapcsolatba hozhatók a zászlóslevél és a szemtermés egyes morfológiai tulajdonságaival. Az általunk vizsgált paramétereket meghatározó QTL-ek funkcionális annotációja lehetővé tenné azoknak a géneknek a kromoszómális lokalizációját, amelyek döntően befolyásolják az *Ae. biuncialis* termés hozamát.

A kutatásokat az OTKA (K135057), az EU Horizon Europe Cousin 101135314 és a TKP2021-NKTA-06 pályázatok támogatták.

AZ IDEGEN KROMOSZÓMÁK ELIMINÁCIÓJA BÚZA-*Aegilops comosa* HIBRIDEKBEN, VALAMINT ÚJ BÚZA-*Aegilops comosa* SZUBSZTITÚCIÓS, ADDÍCIÓS ÉS TRANSZLOKÁCIÓS VONALAK LÉTREHOZÁSA

Kovács Péter^{1,2}, Farkas András², Türkösi Edina², Kruppa Klaudia², Szakács Éva², Pázsik Kitti², Kalapos Balázs², Darkó Éva², Mahmoud Said¹, Ivanizs László², Gaál Eszter², Molnár István²

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytudományi Doktori Iskola, Gödöllő

²HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

A termesztett hexaploid búza (*Triticum aestivum* L. $2n=6x=42$, BBAADD) termés hozama jelentősen csökken az abiotikus stresszfaktorok (például a szárazság), valamint növényi kórokozók által. A nagymértékű genetikai diverzitással rendelkező kecskebúza (*Aegilops*) fajok fontos génforrásként szolgálhatnak a búza agronómiai tulajdonságainak javítását célzó előnevelési programokban. Az *Aegilops comosa* egy diploid faj (MM, $2n = 2x = 14$). Fő elterjedési területe Albánia, a volt Jugoszlávia, valamint Görögország tengerparti és belföldi területei. Az *Ae. comosa* génforrásként szolgált számos sárgarozsda (*Puccinia striiformis*) rezisztenciagén búzába történt átvitele során, ilyen gén például az *Yr8*. Ezen kívül az *Ae. comosa* számos más kórokozókkal szembeni ellenállásért felelős gének forrása is (szárazságtolerancia, lisztbégység, fonálféreg stb.).

Kísérleteink során a *T. durum* ('GK Novodur') x *Ae. comosa* (MvGB1039) amfiploidok Mv9kr1ph1b hexaploid búza vonallal történt visszakeresztezésből származó TC₂ vonalakat vizsgáltuk. A transzlokációk, addíciók, illetve szubsztitúciók kimutatására molekuláris citogenetikai módszereket alkalmaztunk. Az M- és D-genomi DNS próbákkal végzett genomi *in situ* hibridizáció (GISH) segítségével az *Ae. comosa* és a búza kromoszómái megkülönböztethetőek voltak egymástól. Több utódban is kimutattunk szubsztitúciót, addíciót, valamint terminális transzlokációkat és centrikus fúziókat a búza és az *Ae. comosa* kromoszómái között. Az egymást követő GISH és a pSc119.2, a pTa71, valamint az Afa family repetitív DNS próbák segítségével végzett FISH alkalmazásával lehetőség nyílt az *Aegilops* eredetű introgressziók azonosítására a vizsgált kromoszómák specifikus mintázatai alapján.

A citogenetikai vizsgálatok segítségével kiderítettük, hogy az 1M (56%) és a 6M (52%) kromoszóma fordul elő a legnagyobb gyakorisággal a búza-*Ae. comosa* TC₂ vonalakban, legritkábban pedig az 5M (35%) és a 7M (31%) kromoszóma. Fény derült arra is, hogy a legtöbb transzlokáció az 5M és az 5D kromoszóma között jött létre (25%) a legkevésbé pedig a 4M és a 4D kromoszóma között (2%). Ezen kívül a következő transzlokációk jelenlétét is kimutattuk: 1M/1D, 3M/3D, 4M/5D és 6M/6D. Az anyagelőállítás során létrejött egy diszómás 2M(2D) és egy diszómás 7M(7D) szubsztitúciós vonal, egy diszómás 6M addíciós vonal, valamint egy diszómás T6MS.6ML-6D transzlokációt tartalmazó genotípust is azonosítottunk. A vonalak további visszakeresztezésével, illetve öntermékenyítésével kapott utódban folyamatban van további szubsztitúciós, addíciós, illetve transzlokációs vonalak kiválogatása. Ezen kívül az átvitt kromoszóma szegmentumok molekuláris markerekkel történő azonosítását is célul tűztük ki.

Kutatásainkat az NKFIH FK145848, ADVANCED150531, PD145915, HORIZON-CL6-2023-BIODIV-01 N°101135314 - COUSIN és a TKP 2021-NKTA-06 pályázatok támogatásával végeztük.

ÉVELŐ ROZS (*Secale cereanum*) KROMATINT TARTALMAZÓ BÚZA NEMESÍTÉSI ALAPANYAGOK, MINT GÉNFORRÁSOK A BÚZA ADAPTÁCIÓS KÉPESSÉGÉNEK JAVÍTÁSÁHOZ

Kruppa Klaudia¹, Szakács Éva¹, Szőkéné Pázi Kitti¹, Türkösi Edina¹, Gaál Eszter¹, Farkas András¹, Ivanizs László¹, Kovács Péter¹, Hídvégi Norbert¹, Gulyás Andrea¹, Mahmoud Said², Jaroslav Doležel², Molnár István¹

¹ HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

² Institute for Experimental Botany, Centre of Plant Structural and Functional Genomics, Olmütz, Csehország

A hazai élelmiszerbiztonság fenntartásához olyan búzafajták szükségesek, amelyek nagy hozamúak és képesek ellenállni a klímaváltozástól adódó szélsőségeknek. Számos kenyérbúza fajta tartalmaz olyan kromoszómaszakaszokat, melyek a búzával rokon fajokból származnak, és ezek felelősek számos előnyös tulajdonságért, például a kórokozó rezisztenciáért. A rozs (*Secale cereale* L.) génjei növelhetik a termést és javíthatják a betegség-ellenálló képességet, amit az 1B.1R kromoszóma-transzlokáció mintegy 30%-os jelenléte is alátámaszt a világ búzafajtáiban. Az 1RS kromoszóma azonban egyetlen rozsfajtából, a 'Petkus'-ból ered, így a hatékonyabb génváltozatok beépítéséhez alternatív rozs forrásokra van szükség. Az évelő hegyi rozs (*S. strictum* ssp. *anatolicum*) vad fajoként kiváló biotikus és abiotikus stressztűrővel rendelkezik. A kultúrrozs és hegyi rozs hibridjéből létrehozott 'Kriszta' évelő rozs (*Secale cereanum*) fajtát bevontuk a Martonvásáron indult rozsgenomot hasznosító búza előnevelési programba.

Genomi és fluoreszcens *in situ* hibridizációs (GISH, FISH), valamint DArTseq markeres vizsgálatokat végeztünk annak érdekében, hogy a *S. cereanum* kromatint hordozó búza-rozs genotípusokat azonosítsuk. A DArTseq platformon generált több mint 300 ezer DNS-szekvencia közül több tízezer SilicoDArT és SNP marker volt a rozs 1R-7R kromoszómáira specifikus. A markeradatok alapján a rozs referenciagenomra történő illesztéssel különböző búza-rozs és rozs-rozs kromoszóma-átépüléseket mutattunk ki. A gyakorlati jelentőséggel bíró 1R kromoszóma rövid karja megtalálható az Mv178, Mv179, Mv180 búzavonalainkban, amelyek között levél- és sárgarozsdarezisztens, jó termőképességű utódok is jelen vannak. Ezen kívül több más kromoszóma-átépülést is azonosítottunk, például 1RS.3RS, 1RS.4RS, 4R, 3RS izokromoszóma, valamint különböző búza-rozs transzlokációs vonalakat, mint például 1BL.5RL és 4BL.7RS.

Az Mv179-es genotípusból nagy tisztaságú 1B.1R kromoszóma-szuszpenziót izoláltunk kétparaméteres áramlási citometriával ötvözött flow-sorting technikával, az Institute of Experimental Botany együttműködésével. Az 1B.1R kromoszóma szekvenálásával és a szekvenciaadatok elemzésével a 'Kriszta' 1RS karján található rezisztenciagénekéről az NBS-LRR géncsalád vizsgálatával szereztünk információt, amelynek eredményeként 15 egyedi rezisztenciagén analógot azonosítottunk. Ezek a gének kulcsszerepet játszanak a növények kórokozók elleni védelmében, és változékonyságuk lehetővé teszi a növények alkalmazkodását az új patogén rasszokhoz.

A kórokozó rezisztencia vizsgálatok mellett az azonosított utódvonalak szárazságtűrését is vizsgáltuk a kutatóközpontban telepített fenotipizáló rendszerben. Az eredmények részletes kiértékelése után számos utódvonal kiválogatása várható, amelyek elősegíthetik a globális klímaváltozás negatív hatásainak enyhítését.

A kutatásokat a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal Advanced 150531, FK145848, PD145915, és TKP2021-NKTA-06 valamint az EU Horizon Europe COUSIN 101135314 azonosítószámú projektjei támogatták.

A 100 ÉVES GABONAKUTATÓ NÖVÉNYNEVELÉSI EREDMÉNYEI ÉS NEVELŐI

Matuz János

Gabonakutató Nonprofit Kht., Szeged

A Gabonakutató Korlátolt Felelősségű Társaság (GK Kft.) 2024-ben lett 100 éves.

1924-1970 között a cég jogelődjeiben a növénytermesztés és talajjavítás fejlesztése volt a fő feladat. Már kezdetben is tudták, hogy a növénytermesztéshez nélkülözhetetlenek a jó növényfajták. Ezért kezdtek neveléssel, fajtafenntartással és honosítással is foglalkozni. Ezt igazolja, hogy 24 növényfajból (csemege bab, földimogyoró, fűszerpaprika, görögdinnye, kajszi, kender, kukorica, mohar, napraforgó, olajlen, őszi árpa, őszi búza, őszi zab, őszi barack, petrezselyem, rétipérje, ricinus, rizs, sárgadinnye, sárgarépa, seprűcirok, silócirok, tarackbúza, vöröshagyma) összesen 40 új fajtát neveltek. Ezen kívül sikeresen honosították a rizst, a földimogyorót, a ricinust és az édes cirkot.

E korszak nevelői: Csókás Gyula, Renzes Ferenc, Obermayer Ernő, Somorjai Ferenc, Jakobey István, Szalay Ferenc, Bruder János, Tóth Pál, Foki István, Bacsa Pál, Mohácsi Tibor, Lelley János, Parádi László, Fehér Károly, Szüllő Ferenc, Erdei István, Beke Ferenc, és Gráczol Géza.

1970-ben a Délalföldi Mezőgazdasági Kísérleti Intézetet jelentős átszervezéssel és profiltisztítással alakították át Gabonatermesztési Kutatóintézeté (GKI), amelynek feladata lett a kenyérgabona, a takarmánygabona, a hagyma, a seprűcirok, az olaj- és fehérjenövények nevelése és termesztésének kutatása. Ezután következő évtizedekben lett a cég nemzetközileg is híres nevelő intézet, 1997-2008 közt Kht. majd 2009-től Kft. 1970-től napjainkig 29 növényfajból több mint 400 új fajtát neveltek itt, és sikeresen honosították a durumbúzát.

Számos híres fajta született itt, csak néhány a sok közül:

Őszi búza: 'GK Tiszatáj', 'Öthalom', 'Zombor', 'Kalász', 'Garaboly', 'Petur', 'Déliab', 'Körös', 'Szilárd', 'Pilis', 'Békés', 'Csillag', 'Arató', Durumbúza: 'Bétadur', 'Julidur'. Tritikálé: 'Szemes', 'Maros', 'Temes'. Őszi árpa: 'Judy'. Tavasz árpa: 'Habzó', 'Toma'. Tavasz zab: 'Pillangó', 'Kormorán'. Őszi zab: 'Impala', 'Arany'. Kukorica: 'Beke' és 'Bekelux' hibridek, 'Bella', 'Szegedi 521', 'Kenéz', 'Anita', 'Silostar'. Szemescirok: 'Alföldi 1', 'Emese', 'Erzsébet', 'Zsófia'. Silócirok: 'Róna 1', 'Balázs'. Szudánifű: 'Akklimat', 'Zöldike'. Napraforgó: 'Viki', 'Bambo', 'Sonrisa', 'Magog'. Szója: 'Pannónia kincse'. Káposztarepce: 'Gabriella', Olajlen: 'Zoltán', 'Nikol'. Vöröshagyma: 'Makói bronz', 'Makói CR', 'Makói fehér'. Vöröshere: 'GKT Tetra', 'GKT Junior'.

A „GK korszak” növénynevelői: Bacsa Pál, Barabás Zoltán, Barnáné Bacsa Magdolna, Barnóczki Attila, Barnóczki Attiláné, Beke Béla, Bóna Lajos, Cseuz László, Csősz Lászlóné, Eöry Teréz, Erdei Péter, Falusi János, Falusi Jánosné, Fónad Péter, Fótos János, Fótosné Kádár Katalin, Frank József, Gyulavári Oszkár, Hollósi Szilárd, Iván József, Kálmán László, Kertész Zoltán, Kertész Zoltánné, Lantos Csaba, Léder László, Matuz János, Medovarszky Zoltán, Mesterházy Ákos, Mészáros Géza, Mihály Róbert, Miseta Vendel, Mórocz Sándor, Móroczné Salamon Katalin, Nagyné Kutni Rozália, Németh Gizella, Németh János, Óvári Judit, Palágyi András, Palágyi Andrea, Papp Mária, Pauk János, Pálvolgyi László, Petróczi István, Pintér Zoltán, Purnhauser László, Siklósiné Rajki Erzsébet, Szél Sándor, Széll Endre, Szirtes János, Toldiné Tóth Éva, Tomcsányi András, Wodring László.

A száz év alatt több mint 70 nevelő dolgozott a Gabonakutatóban, azzal a céllal, hogy új fajtáikkal a gazdák nagyobb jövedelmet érjenek el földjeiken. Az utóbbi két évben az új gazdasági helyzet miatt a cégben jelentősen csökkentek a nevelési kutatások.

A GABONAKUTATÓ SZÁZ ÉVÉNEK NÉHÁNY KIEMELKEDŐ KUTATÓJA

Pauk János, Lantos Csaba

Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft., Szeged

Amikor intézetünk százéves történetére visszpillantunk, először a döbbenet fog el bennünket, hiszen nincs már senki sem azok közül, akik az első kísérleteket megtervezték, de még azok közül is csak néhányan vannak, akik az ötven éves jubileumon itt voltak. A döbbenetből feleszmélve látjuk a névtelen és neves elődöket, akiknek a vállán állunk. Nekik köszönhetjük a százéves múltat, az eredményeket, a példamutatást. Persze a történelem és az idő nagyon keményen szelektál. A szürke, de nélkülözhetetlen munkatársak, a munkában élenjárók, a politika által félre állítottak, az évtizedek szűrőjén nem maradnak fenn. Először Nekik mondunk köszönetet. Köszönjük, hogy vittétek a zászlót, de a kapa, a kockás papír és a kémcső is szépen illett a kezetekbe. Képzeletünkben most is látjuk szemetek ragyogását, amikor örültetek munkahelyetek sikerének. Nagyon köszönjük! A villámlóadásban néhány percében öt fontos gabonakutató személyt szeretnénk nagyon röviden kiemelni, akiknek neve az elmúlt száz év alatt összeforrt intézetünkkel és rájuk emlékezve kimondhatjuk: szép volt Szeged!

Herke Sándor (1882-1970), a BME-n végzett, mint vegyészmérnök. Tizenhét évig volt igazgató Szegeden. A Duna-völgyi szikesek nagy ismerője és kutatója volt, de kidolgozta a sörárpa értékbírálatát, ami ma is remekmű és haszonnal forgatható könyv. Kiemelkedő kutató munkájáért 1955-ben Kossuth-díjat kapott. Az Új-Szegeden hozzánk vezető kis utca nevét viseli. Emlékplakett őrzi személyét és munkásságát a GK udvarán.

Obermayer Ernő (1888-1969) vegyészmérnökként végzett a BME-n, de kiváló növénynevelő vált belőle. Munkatársaival meghonosította hazánkban – a történelemben harmadszor - a rizst. Mint fűszerpaprika nevelő is nagyot alkotott és munkatársaival ezt a csodás magyar növényt hosszú évtizedekre Szegedhez kötötte. Szent-Györgyi Albert is többször konzultált vele a paprika C-vitamin tartalmáról. 1949-ben Kossuth-díjat kapott, majd 1953-ban első akadémikusa lett intézményünknek. Szobra a GK panteonjában található.

Lelley János (1909-2003), gazdaszként végzett Óváron. Fleischmann tanítványa volt Kompolton, majd a Szeged melletti Kiszomboron búzanevelési programot indított a Dél-Alföldön. Kiemelkedő újító és nagyszerű teoretikus nevelő volt. 'Wheat Breeding' c. könyvét sok helyen ismerik a világban és évtizedekig kézikönyvként használták. A II. világháború utáni évtizedekben politikailag nem hódolt be, búzanevelő és vérbeli kutató maradt. Korán nyugdíjazták. Szobra a GK panteonját díszíti.

Szániel Imre (1927-2019) a Gabonakutató mai infrastruktúrájának felépítője volt, a modern kutatóintézet létrehozója. Az Ő keze alatt vált világhírű kutatóintézetté a GKI. Húsz évig volt igazgató. Kapcsolatait az intézet fejlesztésére használta fel. A vetőmagüzem-, a laboratóriumok-, üvegházak-, és a CRC tudományos lap egyik megalkotója volt. A vezetés mellett kutatási szabadalmat (Moloquant) is jegyzett. Állami Díjjal (1988) ismerték el munkásságát.

Barabás Zoltán (1926-1993) gazdasz végzettségű, vérbeli innovatív alkat volt. Búzanevelő korszaka előtt, a cirok hibridnevelés elsőszámú kutatójaként írta be nevét a nevelés történetébe. Amit Szániel létrehozott az épületekben, azt Zoltán neveléssel és innovációval töltötte be. A szegedi kalászos nevelés módszere ma is az általa lerakott alapokon nyugszik. Hazánkban a növényfajták szabadalmaztatásának elindítója volt. Fajták, könyvek, kiváló cikkek (Nature) őrzik emlékét. A CRC létrehozásának gondolata tőle származott. A lap főszerkesztője volt haláláig. Intézetünk második akadémikusaként távozott el közülünk. A laborépületben bronz dombormű őrzi emlékét.

AZ ELSŐ MAGYAR SZENÁZS-CÉLÚ TRITIKÁLÉ FAJTA

Mikó Péter, Bányai Judit

HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

A termesztett kalászosok legfiatalabbika a tritikálé ($\times$ *Triticosecale* Wittm.), melyet a XIX. század végén a búza és rozs mesterséges hibridjeként hoztak létre. Az azóta véghezvitt intenzív nemesítése során – melyben úttörő szerepet vállalt Kiss Árpád – létrejött szekunder hexaploid tritikáléfajtákat ma már közel 4 millió hektáron termesztik világszerte. A többi kalászos közül abiotikus stressz-toleranciájával és hatalmas biomassza és szemtermés produktumával emelkedik ki, ezért a marginális szántóföldek egyik legkedveltebb kalászos növényévé vált, sőt sok helyen legeltetéssel is hasznosítják. A klímaváltozás hatására egyre nagyobb területek lesznek szélsőségesebb termesztési körülményekkel jellemezhetőek, ezért a tritikálé szerepe a jövőben várhatóan fel fog értékelődni. A kérődző állatokat tartó gazdaságok által igényelt hatalmas mennyiségű erjesztett tömegtakarmány (szilázs) alapját képező silókukorica egyre több, klímaváltozással érintett szántóról szorul ki, mely új betöltésére az egyik legalkalmasabb kalászos (a rozs mellett) a szárazságtűrő tritikálé (szenázs). A hazai tritikálé nemesítők előzetes kutatási eredményeikre alapozott együttes javaslata hívta életre a faj szemtermés-központú fajtaminősítése mellett/helyett kérhető tömegtakarmány-célú fajtaminősítési eljárást a NÉBIH állami fajtatesztjeiben, amelyek idén már a hatodik évükbe léptek. A nemesítők között konszenzus alakult ki a tekintetben is, hogy a zöldhozamot a beltartalmi érték szempontjából legoptimálisabb fenofázisban (kalász hasban, BBCH45-47) vizsgálják. A NÉBIH is ezt a módszert alkalmazza, a növényeket kb. 20%-os szárazanyag-tartalom mellett kaszálják és vizsgálják beltartalmukat: Hústermelési-, Létfenntartási- és Tejtermelési Nettó Energia mérését (MJ/kg szárazanyag), valamint ezek összegét és hektárra vetített értékét (Energiahozam: GJ/ha) határozzák meg. E minősítési rendszernek köszönhetően születhetett meg hazánk első kettős hasznosítású tritikáléfajtája ('GK Trivita') 2024 elején, valamint egy évvel később az első szenázs-célú tritikáléfajta, az 'Mv Eridanus'. Ez utóbbi fajta szárazanyaghozama (7,27 t/ha a 40,54 t/ha zöldhozamból) szignifikánsan 13,1%-kal, energiahozama (111,33 GJ/ha) 11,5%-kal haladta meg a standard fajták ('Mv Sámán', 'Dimenzio', 'Hungaro') átlagát a NÉBIH hároméves (2022-2024) vizsgálati rendszerében. A szenázs-termesztés sajátossága, hogy évente nagyobb mennyiségű vetőmag-vásárlást igényel, hiszen a saját magfogatás nehezebben kivitelezhető. A vetőmagtermesztés szempontjából lényeges kérdés, hogy egy zöldhozamban ilyen kimagaslóan teljesítő fajta (NÉBIH kísérletekben nem vizsgált) szemtermése is versenyképes legyen. A martonvásári tritikálé nemesítési programban ezért fontos szelekciós szempont a szenázs-célú törzsek szemtermés alapján való értékelése is, melyet minden évben két termőhelyen beállított, kisparcellás, háromismétléses kísérletben végzünk a NÉBIH fajtatesztjeiben szereplő standard fajták ('Mv Talentum', 'GK Maros') használatával. Az elmúlt 6 év eredményei alapján megállapítható, hogy az 'Mv Eridanus' szemtermése átlagosan csupán 6%-kal marad el a standard fajták átlagától, sőt a vizsgált évek felében (2021, 2023, 2024) meg is haladta azokét. Ennek alapján elmondható, hogy az 'Mv Eridanus' rendelkezik mindazon tulajdonságokkal, melyek egy sikeres tömegtakarmány-termelő fajtává teszik.

A kutatásokat a TKP2021-NKTA-06 projekt támogatja. Mikó Péter munkáját az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíj (BO/00206/24/4) támogatja.

A KALÁSZFUZÁRIUMMAL SZEMBENI REZISZTENCIA MÉRTÉKE, STABILITÁSA ÉS HATÁSA A FAJTAELISMERÉS ÉS A KUTATÁS, NEMESÍTÉS MÓDSZERTANÁRA

Mesterházy Ákos, Meszlényi Tamás János

Gabonatermesztési Nonprofit Kft, Szeged

A búza kalászfuzárium betegsége a kórokozó gombák termelte toxinokkal együtt a búza legveszélyesebb betegségét okozzák a legrosszabb vegyi védhetőség mellett. Köztudomású, hogy a fertőződés mértéke erősen környezetfüggő (ez egyébként minden betegségre igaz), ezért egyes járványokban tapasztalt tüneterősség, szemfertőzöttség vagy/és DON tartalom alapján a fajták rangsorolása és a betegségellenállóság mértékének valós megállapítása nem biztosítható. A fentiek okán újra értékeltük stabilitási szempontból az elmúlt 35 év három legfontosabb kísérletsorozatát 20 és 40 genotípussal 24-36 járványhelyzetben kalászfertőzöttségre, szemfertőzöttségre és DON tartalomra. A mesterséges inokulációt a már leírt permetező inokulációval végeztük (ez mutatja a teljes rezisztenciát) és értékeltük részben az Eberhart Russel (1966) szerinti termésérésre alkalmazott stabilitásvizsgálattal, ill. egyszerű varianciaszámítással (Excel egytényezős varianciaanalízis). A stabilitás mérésére alkalmasabb volt a variancia alkalmazása, a lineáris modellre alapozott stabilitás indexszel (b érték az $y=a+bx$ egyenletből) szemben. A különböző járványhelyzetekben kapott eredmények gyakran semmiféle összefüggést nem mutattak, igen jelentős volt a szórás minden esetben, viszont az ellenállóbbaknál a változások amplitúdója sokkal kisebb volt. Gyenge járványoknál a genotípusok nem, vagy gyengén differenciálódtak, azaz tudományos és gyakorlati értékük mérsékelt vagy nulla volt. A fentiek miatt a genotípus valódi értékét a 24-36 járványhelyzet alapján számított átlag mutatja. Ez mindhárom vizsgált bélyegre igaz volt, és a három bélyeg sem adott a genotípusok között szoros összefüggést, nem ritkán a kapcsolat nem volt szignifikáns. A fentiek alapján a vizsgált genotípusok kb. háromnegyede biztonságos szántóföldi termelésre alkalmatlan. Önmagában a mesterséges fertőzés alapján a fajtakockázat nehezen értékelhető, ezért igen fontos a természetes fertőződés és toxintartalom értékelése, ami mind a nemesítőnek, mind a termelőnek kiváló visszacsatolás és ezt a minősítésben is figyelembe kell venni. A *Fusarium* nemesítési programból a legellenállóbb anyag (Sgv/NB/Mini Manó/Sumai 3) 0.04-es stabilitási indexszel (meredeekséggel) rendelkezett, így a súlyosabb járványnál is alig mutatott toxinszennyezést a nagyon fogékony genotípus akár 100 mg/kg-ot meghaladó toxintartalmával szemben, és ami a 'GK Csillag' értékének a tizede sem volt. Ez az ellenállóság már őszi búza szinten is megvan. Ezek nagy része kiváló minőségi és levélbetegség ellenállósági értékekkel is rendelkezik. A fungicides védelem hatékonysága a rezisztencia mértékétől jelentősen függ. A gyakorlati és fungicidkutatási adatok alapján a határ a 'GK Csillag'-nál van, amelyik toxinadatai sok kísérletben és a gyakorlatban is piacképesnek bizonyultak és jól reagál a fungicidekre is. Ma Magyarországon termelési anarchia van, minőség és betegségellenállóság nélkül gazdaságos termelés nincs. Megfelelő vízgazdálkodás és szárazságtűrés hiánya ugyancsak kizáró tényező. Ehhez olcsóbb termelésre, nagyobb termésekre és kiváló minőségre van szükség. Ehhez pedig gabonatermesztési országos reform is szükségeltetik, amihez viszont szemléletváltás is kell.

Irodalom: Mesterházy A. *et al.* 1999: Nature of resistance of wheat to *Fusarium* head blight and deoxynivalenol contamination and their consequences for breeding. *Plant Breeding*, 118:97-110.; Mesterházy, A. *et al.* 2015: Breeding for FHB resistance via *Fusarium* damaged kernels and deoxynivalenol accumulation as well as inoculation methods in winter wheat. *Agricultural Sciences*, 6, 970-1002.; Mesterházy, A. 2024: What is *Fusarium* Head Blight (FHB) Resistance and what are its food safety risks in wheat? *Problems and solutions – A review. Toxins*, 16.

Pénzügyi támogatás: Innovációs és Techn. Min., TUDFO/51757/2019-ITM and TKP2020-NKA-21

ŐSZI BÚZÁK KALÁSZFUZÁRIUM-ELLENÁLLÓSÁGÁNAK GENETIKAI TÉRKÉPEZÉSE

Puskás Katalin¹, Cséplő Mónika¹, Hamow Kamirán Áron¹, Ambrózy Zsuzsanna¹, Cseh András¹, Molnár Orsolya², Karsai Ildikó¹, Vida Gyula¹

¹HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

²HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont, Növényvédelmi Intézet, Budapest

Az új búzafajták kalászfuzáriummal (FHB) szembeni rezisztenciájának javítása a kalászos gabonák nemesítőinek kiemelt törekvése, azonban a sikeres megvalósítást rendkívül nehezíti az FHB-ellenállóság összetettsége (több rezisztenciatípus) és mennyiségi jellegű öröklődése (önmagukban jellemzően kis hatású lokuszok). Ezen rezisztencia-QTL-ek a búzagenomban elszórtan, bármely kromoszómán elhelyezkedhetnek, így a kapcsoltan öröklődő – gyakran kedvezőtlen – tulajdonságok száma is nagy. A hazai búzanemesítés során ezért kiemelt szerepe lehet a mérsékelt FHB-ellenállósággal bíró, a helyi környezethez (éghajlathoz, biotikus és abiotikus faktorokhoz) adaptált genotípusok forrásként való felhasználásának.

Az asszociációs térképezéshez létrehoztunk egy 188 búzagenotípusból álló populációt, melynek fenotípusos jellemzésének módszerét és eredményeit a XXIX. Növénynemesítési Tudományos Napok keretében mutattuk be.

A szántóföldi rezisztencia vizsgálati parcelláiból betakarított kalászok terméséből teljes örleményt állítottunk elő, és saját fejlesztésű, UPLC-Unispray-MS/MS multitoxin-analízissel meghatároztuk a minták toxintartalmát. A dezoxinivalenol és származékai jelentős mennyiségben voltak jelen a termésben, a 2020-as mintákban a zearalenon is jól mérhető tartományban volt. A búzafajták és törzsek genetikai elemzése Illumina Infinium 25K wheat array (SGS Institut Fresenius) genotipizáló platformon történt. A fenotípusos adatbázis (évenkénti és átlagos kalász- és szemfertőzöttség, toxinszennyezettség) összeállítását követően az asszociációs térképezést az R statisztikai program GAPIT 3.0 (Genome Association and Prediction Integrated Tool) csomagjával végeztük el.

A CMLM (Compressed Mixed Linear Model) elemzés eredményeként minden búzakromoszómán azonosítottunk olyan markereket, melyeknek kapcsoltsága kimutatható volt valamelyik vizsgált tulajdonsággal, azonban azon markerek száma kevesebb volt, melyek évenként, illetve több tulajdonság esetében is meghatározónak bizonyultak. A permetezéses és alászórós inokulációs módszer adatainak elemzése egyaránt hozzájárult a 3B kromoszóma 53567352 és a 6A 567933422 pozíciójában található markerek azonosításához. Az 1A kromoszómán a 569390253 pozíciójú lokusz hatása leginkább a permetezéssel inokulált növények termésében volt kimutatható. A 2A kromoszómán a 24060452 pozíciójú marker hatása főként a permetezéses és kalászkainjektálós módszerrel volt azonosítható. A természetes fertőzési folyamatokat szimuláló alászórós inokulációs módszer eredményeként azonosítottuk a 6B kromoszómán a 662560072 pozíciójú markert a 6B kromoszómán. A 2D kromoszóma 414957067 pozíciójú markere kizárólag a II. típusú ellenállósággal bizonyult kapcsoltnak, a 2022. év *Fusarium graminearum* adatsora esetében a lokusz a fenotípusos variancia közel 16%-át magyarázta. A hazai termesztési körülményekhez adaptált búzagenotípusokban azonosított FHB-rezisztenciagének új lendületet adhatnak a betegséggel szembeni nemesítésben.

A kutatás a 2017-2.3.6-TÉT-CN-2018-00025 „Integrált és innovatív megoldások a kalászfuzárium probléma kezelésére búzában” és a TKP2021-NKTA-06 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

REZISZTENCIAVIZSGÁLATOK A MARTONVÁSÁRI BÚZANEMESÍTÉSI TENYÉSZKERTEKBEN, 2022–2024

**Cséplő Mónika, Puskás Katalin, Mészáros Klára, Tóth Viola, Varga Balázs, Mikó Péter,
Vida Gyula**

HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

Szántóföldi körülmények között vizsgáltuk a kalászosgabona-fajták és -törzsek ellenállóságát Martonvásár közelében a 2022/2023-as és 2023/2024-es tenyészidőszakokban. Nemesítési tenyészterületeinkben mesterségesen nem fertőzünk, azonban a váltóterületek közelsége miatt nagyobb kórokozónyomással lehet számolni. Emellett az eltérő mikroklimatikus környezeti körülményekkel rendelkező tenyészterületekben (például: Martonvásár, mélyebb fekvés, párásabb környezet; Lászlópuszta, szárazabb mikroklima, sekélyebb termőréteg) lehetőségünk volt megfigyelni a kórokozók terjedésének dinamikáját.

A vizsgált két tenyészidőszak időjárásában több hasonlóságot figyeltünk meg. Az enyhe, csapadékos telet szárazabb tavaszi periódus követte, majd a kalászosok és kórokozók fejlődése szempontjából is kedvező csapadékosabb május–június. A vizsgált két évszámot a különböző rozsdabetegségek dominanciája jellemezte. Az első évben az igen erős sárgarozsda-, a másodikban a levélrozsdá-epidémia jó lehetőséget teremtett az ellenálló törzsek szelekciójára. Mindkét évben megfigyeltünk jó ellenállóságú, toleráns kalászosgabona-fajtákat, -törzseket. Az árpa és a zab kórtani felvételezésekor szintén a rozsdagombák megjelenése, fertőzése volt jelentős mindkét tenyészidőszakban. Az árpa törperozsdájával szemben 2024-ben a vizsgált genotípusok több mint 60%-a jó ellenállóságot mutatott. A zabon a koronásrozsdá mindkét évben június elején jelent meg, a szárrozsdafertőzésre ekkor még csak egy-egy spóra hívta fel a figyelmet, hogy kedvező körülmények között akár erősebb tüneteket is okozhat a kórokozó. Mind a koronásrozsdá, mind a zab szárrozsdája a párásabb mikroklimájú martonvásári termőhelyeken okozott erősebb fertőzést.

A felvételezett vegetációs időszakokban a levélfoltosságot okozó kórokozók folyamatosan jelen voltak a gabonaállományokban. A mikroszkópos vizsgálatot követően több levélfoltosságot okozó kórokozót sikerült azonosítanunk, úgymint *Pyrenophora* fajokat, a szeptóriás levélfoltosság kórokozóját, a korábban *Septoria tritici* fajként (*Mycosphaerella graminicola*) ismert *Zymoseptoria tritici* gombát, valamint a pelyvafoltosság (*Parastagonospora nodorum*) kórokozóját, emellett *Fusarium* és *Alternaria* fajokat, valamint baktériumot is.

A 2022/2023-as és 2023/2024-es tenyészidőszakok megfigyelései is megerősítik azt a sokéves tapasztalatot, mely szerint az évszám mellett a fajta ellenállósága kiemelkedően fontos szerepet tölt be a kórokozókkal szembeni védekezésben és a sikeres gabonatermesztésben. Az Európai Unió a „Zöld megállapodás” keretében meghirdetett „Gazdától az asztalig” stratégiájának kiemelt sarokpontja a kijuttatott növényvédő szer mennyiségének felére csökkentése 2030-ig. Nyilvánvaló, hogy a kitűzött célok kizárólag akkor teljesíthetők a növénytermesztő gazdaságok helyzetének ellehetetlenítése nélkül, ha kevesebb növényvédelmi beavatkozást igénylő, a fontosabb betegségekkel szemben ellenálló fajtákat használnak az agráriumban. A martonvásári nemesítési programokban a nagy termőképességű, kiváló minőségű, ugyanakkor rezisztens fajták előállítására mindig prioritásként szerepelt.

A kutatás a TKP2021-NKTA-06 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

A KENYÉRBÚZÁBA BEÉPÍTETT 3ST *Thinopyrum* KROMOSZÓMA /3ST(3D) SZUBSZTITÚCIÓ/ HATÁSA A SZÁRAZSÁGTŰRÉSRE

Türkös Edina¹, Kruppa Klaudia¹, Darkó Éva¹, Varga Balázs¹, György Márton¹, Gulyás Zsolt¹, Jobbágy Kristóf¹, Holušová Kateřina², Gaál Eszter¹, Kalapos Balázs¹, Farkas András¹, Ivanizs László¹, Mikó Péter¹, Cséplő Mónika¹, Gulyás Andrea¹, Hidvégi Norbert¹, Kovács Péter¹, Lángné Molnár Márta¹, Bartoš Jan², Szakács Éva¹, Molnár István¹

¹HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

²Institute for Experimental Botany, Centre of Plant Structural and Functional Genomics, Olomouc, Czech Republic

A búza rokonsági körébe tartozó vad fajok, mint a tarackbúza-félék (*Thinopyrum* fajok), számos agronómiai hasznosítható alléllal rendelkeznek, amelyek kiaknázhatók a nemesítés során. Az *Agropyron glael* (*Thinopyrum intermedium* × *Thinopyrum ponticum* szintetikus hibridje) 2001-ben vonták be a martonvásári növénynevelési programba. A genomikai módszerek fejlődése, a búza vadon élő és termesztett rokonainak referencia genomjainak elérhetősége jelentősen növelte a kromoszóma-introgressziók előállításának hatékonyságát, elősegítve az idegenfajú kromoszómák beépítését a búza genomjába.

A keresztezési program során az Mv9kr1 martonvásári őszi búzavonalat kereszteztük az *Agropyron glael*-el, majd a steril hibridet szövettényezetben fenntartottuk. A regenerált növényeket egyszer vagy többszörösen visszakeresztettük hexaploid búzával. Az első generációkban (részleges amfiploidok) nagyszámban előforduló tarackbúza kromoszómák fokozatosan eliminálódtak, miközben a kívánt tulajdonságokat (betegségrezisztencia, virágzási idő, termésparaméterek) szántóföldi kísérletekben nyomon követtük. A BC₂F₇ generációban egy stabil, 42 kromoszómát hordozó genotípust azonosítottunk.

Genomi és fluoreszcens *in situ* hibridizációs módszerek (GISH, FISH) alkalmazásával megállapítottuk az introgressziós vonal kromoszómaösszetételét, amely 40 búzakromoszóma és 2 St genomhoz tartozó kromoszóma. A szekvencia-lefedettségi analízis (GBS coverage analysis) megerősítette a molekuláris citogenetikai vizsgálatok eredményét, kimutatta a szubsztitúciós kromoszóma hármas homeológ csoportba való tartozását, valamint a búza genomjában kisebb méretű kromoszóma deléciókat is. A 3St(3D) szubsztitúciós vonal és szülői búza genotípusainak (Mv9kr1 és Mv Karizma) szárazságtűrési vizsgálatát az újonnan üzembehelyezett martonvásári fenotipizálási platformon vizsgáltuk. A fenotipizáló platform mérőkamrájában elhelyezett fluoreszcens, infravörös, RGB, 3D lézerszkennelés és hiperspektrális detektorok segítségével a genotípusok morfológiai, és fiziológiai tulajdonságait határoztuk meg, majd aratást követően olyan paramétereket mértünk, mint a növénymagasság, biomassza tömege, főkalász hossza, fertilitás, steril kalászkák száma, növényenkénti szemszám, ezerszemtömeg, szemek szélessége és hosszúsága. Meghatároztuk továbbá néhány szárazságtűréssel erősen korreláló gén, úgymint a dehidrin-3, hősokkprotein, két akvaporin és a 4-kumarát-koenzim A ligáz-expresszióját. Az előállított introgressziós vonal agronómiai tulajdonságait három egymást követő évben vizsgáltuk szántóföldi és üvegházi kísérletekben.

Az elvégzett vizsgálatok a morfológiai, fiziológiai és biokémiai paraméterek tekintetében egyértelműen kimutatták, hogy a féltörpe, korai virágzású 3St(3D) szubsztitúciós vonal a szülői genotípusokhoz képest jelentősen jobb szárazságtűréssel rendelkezik, lehetővé téve felhasználását szárazságtűrő búzafajták előállításában.

Kutatásainkat az NKFIH FK145848, Advanced 150531 és a TKP2021-NKTA-06 számú pályázata, illetve az EU Horizon Europe projekt COUSIN (Nr. 101135314) támogatta.

A KUKORICA HAJTÁS- ÉS GYÖKÉRRENDSZERÉNEK KOMPLEX FENOMIKAI ELEMZÉSE A KORAI NÖVEKEDÉSI FÁZISBAN SZÁRAZSÁGTŰRŐ HIBRIDEK NEMESÍTÉSÉNEK ELŐSEGÍTÉSE ÉRDEKÉBEN

**Zombori Zoltán¹, Hóvári Miklós¹, Sass László¹, Rádi Feríz²,
Ferenc Györgyi¹, Dudits Dénes¹**

¹*HUN-REN Szegedi Biológiai Kutatóközpont, Növénybiológiai Intézet, Szeged*

²*Kiskun Kutatóközpont Kft., Kiskunhalas*

A mezőgazdaságban termesztett növények alkalmazkodó képességének javítása a szélsőséges környezeti feltételekhez a modern növénynemesítési programok egyik kulcsfontosságú célja, különösen olyan kihívásokkal szemben, mint a szárazság vagy az extrém hőmérsékleti viszonyok. A fenotipizáló platformok alkalmazása egyre inkább elengedhetetlen eszközzé vált a gazdasági növények, például a kukorica nemesítésében, mivel lehetővé teszi a növények különböző fenotípusos jellemzőinek gyors és pontos mérését. Kísérletünkben 14 különböző kukorica hibrid vonalat vizsgáltunk korai fejlődési szakaszban, automatizált fenotipizáló rendszerrel, üvegházi körülmények között. A növényeket plexiüvegből készült oszlopokban neveltük, ahol a vízellátást automata öntözőrendszer biztosította, a talaj vízkapacitásának 60%-ára (kontroll) és 30%-ára (szárazságstressz) beállítva. A kutatás során erős pozitív korrelációt ($r = 0,70$) figyeltünk meg a manuálisan mért növényi biotömegtől és a digitális imaging alapján becsült biotömegtől (pixelszám) között, ami arra utal, hogy a rendszer megbízhatóan alkalmazható a zöldtömeg becslésére. A szárazságstressz alatt tapasztalt biotömeg csökkenés alapján a hibrideket három különböző kategóriába soroltuk: Toleráns I, Toleráns II és Érzékeny csoportokba. Az Érzékeny csoportba tartozó hibridek rendelkeztek a legnagyobb biotömeggel kontroll körülmények között, míg a szárazságstressz esetén a Toleráns csoportok jobban teljesítettek; ezen belül a Toleráns II csoport növényei kontroll körülmények között is nagy biotömeggel rendelkeztek. A kísérlet során számos klorofill-fluoreszcencia markert elemeztünk; a paraméterek többsége pozitív (F_v/F_m , F_v/F_0 , PI , ΦP_0 , ABS/CSm , TR_0/CSm), egy részük pedig negatív korrelációt mutatott a biotömeggel (Sm , TR_0/RC), amely reláció a stressz hatására a különböző kategóriába sorolt növényeknél ellentétessé változott. A gyökérzet fejlődését vizsgálva szintén jelentős különbségek mutatkoztak a különböző kategóriák növényei között normál öntözés és szárazság esetén; a toleráns vonalak gyökérzetének mérete a stressz alatt kevésbé csökkent (21,8% és 23,6% illetve 40,6%). A szárazságstressz hatására a növények átlagos vízfogyasztása jelentősen visszaesett (3131 mL-ről 622 mL-re). Normál öntözésnél a gyökérzet mérete és a növények vízfogyasztása között mérsékelt pozitív korrelációt ($r = 0,213$), míg a gyökérzet és a vízhasznosítás ($WUE = \text{biotömeg}/\text{felvett víz}$) negatív korrelációt ($r = -0,457$) figyeltünk meg. Szárazság esetén a gyökérméret és a vízfogyasztás korrelációja megerősödött ($r = 0,510$), míg a WUE és a gyökérméret közötti negatív korreláció pozitívvá változott ($r = 0,505$). A vizsgált paraméterek, különösen a hajtás- és gyökérből jellemzők elemzése alapján a Toleráns II kategória egyik tagját, a PG6 jelű hibridet választottuk ki, mint ígéretes, szárazabb körülményekhez is jól alkalmazkodó hibrid kukoricavonal.

A kutatásokat a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal RRF-2.3.1-21-2022-00007 azonosítószámú „Agrárbiotechnológia és precíziós nemesítés az élelmiszerbiztonságért Nemzeti Laboratórium” támogatta.

ŐSZI BÚZA FAJTÁK KALÁSZFUZÁRIUMMAL SZEMBENI ELLENÁLLÓKÉPESSÉGÉNEK STABILITÁSVIZSGÁLATA

Meszlényi Tamás, Tóth Beáta, Mesterházy Ákos

Gabonakutató Nonprofit Kft., Szeged

A kalászfuzáriummal szembeni védekezés eszköztárában egyre nagyobb szerepe van a toleráns fajták alkalmazásának. A *Fusarium* fajokkal szembeni rezisztencia genetikai hátterének széleskörű tanulmányozása ellenére a fenotipikus kifejeződés stabilitása nem kap kellő figyelmet. A szelekciós és fajtaminősítési céllal beállított kórtani kísérletek megbízhatóságának biztosításához azonban elengedhetetlen az összefüggések alaposabb megismerése.

Egy hároméves szántóföldi kísérletben (2019-2021) 15 őszi búzafajta ellenálló képességének mértékét és stabilitását hasonlítottuk össze kalászfertőzöttségi (FHB), szemfertőzöttségi (FDK) és dezoxinivalenol (DON) szennyezettségi adatok alapján. A minták toxin tartalmát HPLC-MS módszerrel határoztuk meg. A provokációs körülményeket 4-féle fertőző anyag felhasználásával, csokorpermetezéses inokulációs módszerrel biztosítottuk. Az évjárat-inokulum kombinációk összesen 12 különböző járványhelyzetet reprezentáltak.

A modellezett szituációk eredményei alapján felállított fajta rangsorok nem minden esetben voltak összhangban az átlagok alapján meghatározott sorrenddel. Ez azt bizonyítja, hogy egy egyszeri, egy gomba izolátumra épülő teszt alapján nagyon könnyű téves következtetést levonni a vizsgált genotípusok betegség ellenállóságára vonatkozóan. A fajták ellenállóképességének mértéke között szignifikáns különbségeket mutattunk ki mind a három vizsgált paraméter tekintetében. A vizuális tünetek súlyossága és a toxin szennyezettség mértéke között nem volt szignifikáns összefüggés ($p < 0,05$). Néhány fajta esetében jelentős toxin felhalmozódást állapítottunk meg az enyhe kalászfuzárium tünetek ellenére. A fertőzöttségi és stabilitási adatokat együttesen figyelembe véve négy különböző csoportot azonosítottunk. A közepesen toleránsként jellemzett fajták az általuk mutatott eredmények variabilitásának függvényében két csoportot alkottak. Három kevésbé toleráns fajta esetén viszonylagosan magas fertőzöttségi értékeket és kisebb variabilitást figyeltünk meg. Az alacsony kockázattal természetű fajták csoportját a 'GK Pilis' és 'Genius' alkotta, amelyek esetében mérsékelt fertőzöttségi szinteket és magas stabilitást állapítottunk meg. Érdekes módon, korábbi vizsgálatok e két fajtából a 7 ismert fuzárium QTL egyikét sem mutatták ki, vagyis a rezisztencia genetikai háttere esetükben nem ismert. Eredményeink hangsúlyozzák a kísérleti évek és gomba izolátumok számának megbízhatóságra gyakorolt hatását és a stabilitásvizsgálat szükségességét, valamint a toxinszennyezettség meghatározásának kiemelt jelentőségét a kalászos rezisztenciaszintek felmérésekor.

HOSSZÚ FORRÓ NYÁR HATÁSA BELTENYÉSZTETT KUKORICAVONALAK LEVELEINEK KLOROFILLTARTALMÁRA

**Pintér János, Marton L. Csaba, Csepregi-Heilmann Eszter, Szőke Csaba, Áldott-Sipos
Ágnes, Berzy Tamás, Árendás Tamás, Bónis Péter, Spitzó Tamás**

HUN-REN ATK Mezőgazdasági Intézet, Kukoricanevelési Osztály, Martonvásár

A kukoricavetőmag-előállítás sikerét nagyban meghatározzák a beltenyészett szülői vonalak genetikailag determinált tulajdonságai. A kombinálódóképesség mellett a termőképesség, a virágzásszinkron, a pollenszolgáltatás egyaránt fontos értékmérő tulajdonságok. Az alapanyag-nevelítők új vonalaikról közlik az ún. PRF (Production Risk Factor) értéket is, ami annak használhatóságáról ad információkat.

A klímaváltozás a növénynevelítőket újabb kihívások elé állítja. A nagy termés és gyors vízleadás mellett előtérbe kerül a termésbiztonság is. Az új hibridek jelentős része „zöld száron” érő, melyek hatékonyabban asszimiláló, ún. „ideális” lombkoronájukkal (*ideal canopy structure*) nagyobb termésbiztonságot nyújtanak. Terjednek a korai vetést toleráló (hidegtűrő), rövidebb tenyészidejű hibridek, melyek a korábbi virágzásnak köszönhetően a legkritikusabb fenofázisban jobban termékenyülnek – megelőzve a szárazságot, hektikus hőmérséklet-ingadozásokat, hőhullámokat, a magas UV-B-sugárzás okozta pollenmortalitást.

Az alapanyagok jó minőségben történő előállítása a beltenyészett vonalak abiotikus stresszérzékenysége miatt különös szakértelmet, odafigyelést igényel. A növények tápanyag- és vízhiánya mesterséges pótlással megszüntethető, de az időjárás extrém anomáliáinak tompítására alig van eszközünk. Egy új hibrid sikere tehát nagyban függ annak abiotikus stresszfaktorokkal szembeni toleranciájától.

Évek óta vizsgáljuk beltenyészett vonalaink környezeti hatásokkal szembeni válaszait Martonvásáron és chilei tenyészertünkben. Az 1901-től végzett mérések szerint 2024-ben, a legforróbb magyarországi nyáron a virágzás-szemtelítődés időszakában (VI-VIII.) a 30 éves átlaghoz képest az átlaghőmérséklet 2,9 °C-kal volt magasabb, a hőségnapok száma a 25 éves átlaghoz mérten 34-ről 50-re emelkedett.

Kísérletünkben 21 vonal cső feletti levélszintjein mértük a levelek klorofilltartalmát a szemtelítődés során. Az értékek az első három mérés során szignifikánsan csökkentek, a legnagyobb (~46%) csökkenést az 1. és 2. időpont között mértük; a 3. és a 4. időpont között változás nem volt. A levélszinteket tekintve a felsőbb levelekben csökkent a klorofilltartalom, de szignifikáns eltérés csak néhány vonalnál volt.

A 21 vonalat virágzásuk alapján 4 éréscsoportba soroltuk. A 3. mérésig a SPAD-értékek csoportátlagai csökkentek, a 4. méréskor két csoportátlagnál emelkedés volt megfigyelhető.

Méréseinkkel azt szerettük volna számszerűsíteni, hogy az extrém hőmérséklet miként hat a beltenyészett vonalak cső feletti leveleinek klorofilltartalmára a generatív fázis legérzékenyebb szakaszában, a virágzást a követő 45-55 nap során. Eredményeink szerint extrém magas léghőmérsékleten a genotípusok fotoszintézisben legaktívabb leveleinek klorofilltartalma eltérő mértékben változhat. Egyes típusoknál már a generatív szakasz kezdetén igen jelentős (40-60%) lehet a csökkenés. Ez az „öregedési” tendencia a későbbiekben lassulhat. A nevelítés során tehát vizsgálni kell a vonalak extrém környezeti stresszekkel szembeni érzékenységét, tűrőképességét és toleranciáját.

A TKP2021-NKTA-06 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg

A RIZS LEVÉL CTR 2 ÉS NDRE REFLEKTANCIA INDEXEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA ARZÉN STRESSZ HATÁSÁRA KÜLÖNBÖZŐ ÖNTÖZÉSI MÓDOK MELLETT

Szalóki Tímea¹, Székely Árpád¹, Valkovszki Noémi Júlia¹, Tarnawa Ákos², Jancsó Mihály¹

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet, Öntözési és
Vízgazdálkodási Kutatóközpont, Szarvas

²Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési-tudományok Intézet, Gödöllő

A talajok és az öntözővíz esetleges magas arzéntartalma súlyos fiziológiai elváltozásokat okozhat a rizsben. A rizs körülbelül tízszer annyi arzént (As) képes felvenni a talajból, mint az egyéb gabonafélék, köszönhetően speciális termesztési körülményeinek. Anaerob körülmények között ugyanis az arzén mobilizálódik, így a növények számára hozzáférhetővé válik. A stresszre adott válaszok viszonylag könnyen detektálhatók kézi spektrométer segítségével, ami a növény leveleinek fényelnyelését (abszorbancia), fény visszaverődését (reflektancia) és fényáteresztő képességét (transzmittancia) méri a növény károsítása nélkül.

Tanulmányunkban két reflektancia indexet használtunk a rizs arzénstresszre adott reakciójának vizsgálatához. A Carter Index 2 (CTR 2) egy stresszindex, mely stressz hatására általában nő, míg a Normalised Difference Red Edge (NDRE) a levél N-tartalmával korrelál és stressz hatására csökken az értéke. Kísérletünkben két hazánkban termesztett rizsfajta, az 'M 488' és 'Szellő' fényvisszaverődésének mértékét vizsgáltuk kézi spektrométerrel (Cid-BioScience, U.S.A) 400 és 1100 nm közötti hullámhosszon. A növényeket üvegházban tenyészedényekben, árasztott, időszakosan árasztott és száraz (azaz esőszerűen öntözött) körülmények között neveltük. Az edényekbe 50-50 kg, rizskalitkából származó talajt töltöttünk. Az állomány 5-6 leveles fejlettségi állapotában, bokrosodáskor a tenyészedényeket nátrium-arzenáttal kezeltük, az As-koncentrációt 40 mg kg^{-1} -ra állítottuk be. A kezelés nélküli, kontroll edényekben a talaj As-koncentrációja 4 mg kg^{-1} volt. A kísérletben 6 kezelést alkalmaztunk: száraz kontroll (SZK), száraz As-kezelt (SZA), időszakosan árasztott kontroll (IK), időszakosan árasztott As-kezelt (IA), árasztott kontroll (ÁK) és árasztott As-kezelt (ÁA). A méréseket kezelés után 14 nappal a legfiatalabb leveleken 11 ismételtsben végeztük el. A CTR 2 index és az NDRE kiszámításához a következő képletet használtuk:

$$\text{CTR 2} = R_{695}/R_{760} \text{ (Carter, 1996)}$$

$$\text{NDRE} = (R_{790}-R_{720})/(R_{790}+R_{720}) \text{ (Rodriguez és mtsai., 2006)}$$

Az adatokat Microsoft Excel és IBM SPSS (v 29) segítségével elemeztük.

Eredményeink szerint az As-kezelés szignifikáns változásokat okozott a rizs levelek reflektanciájában. A fajták átlagában a CTR 2 mind időszakosan árasztott, mind árasztott körülmények között megemelkedett As stressz hatására a kontrolljukhoz képest, míg NDRE értékei csökkentek. A csak öntözött („száraz”) rizs esetében azonban nem volt a kezelésnek szignifikáns hatása egyik paraméter esetében sem. Jelentős fajtahatás nem volt kimutatható, az 'M 488' azonban erősebben reagált a stresszre, mint a 'Szellő'. A 'Szellő'-nél is detektálható volt az CTR 2 értékek csökkenése és az NDRE növekedése a stressz hatására, azonban a különbségek nem voltak szignifikánsak. Megállapítható, hogy az As-szennyezés hatással van a rizs fiziológiájára. A két használt index eredményesen használható stresszhatások kimutatására. Eredményeink arra is rávilágítanak, hogy a stresszt csökkenteni tudjuk alternatív öntözési módok és ellenállóbb fajták választásával.

A kutatásokat a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Növénytudományi Doktori Iskolája támogatta.

ÖMKI-VSZT-NÉBIH ÖKO ŐSZI KALÁSZOS ÉS ŐSZI BORSÓ POSZTREGISZTRÁCIÓS FAJTAKÍSÉRLETEK

Balog Emese¹, Dani Mária¹, Mikó Péter², Borbélyné Hunyadi Éva¹, Drexler Dóra¹

¹Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet, Budapest

²HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

Az ÖMKi-VSZT-Nébih ökológiai fajtateszt-hálózata célul tűzte ki az ökológiai vetőmaghasználat és fajtakínálat népszerűsítését, valamint az ökológiai fajtaválasztásának és a nemesítők munkájának elősegítését további kutatás-fejlesztési irányok meghatározásával. A Vetőmag Szövetség Szakmaközi Szervezet és Terméktanács (VSZT) Ökológiai Vetőmag Munkacsoportjának támogatásával és a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (Nébih) Növényfajta Kísérleti Állomásainak közreműködésével 2024. őszén már ötödik alkalommal kerültek elvetésre a fajták, melyek vizsgálata igazolhatja azok ökotermesztésben való alkalmasságát, illetve előnyeik bemutatásával ösztönözheti azok használatát.

Az országos lefedettségű, öko őszi kalászos fajtateszt-hálózat 7 helyszínen zajlik: (1) Debrecenben a DE Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság, Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet, (2) Karcagon a MATE Karcagi Kutatóintézet, Növénynevelési és Fajtafenntartási Osztály, (3) Hódmezővásárhelyen a Gabonakutató Nonprofit Kft. és a Búzavirág Kisbirtok - Bujdosó Dávid, (4) Martonvásáron a HUN-REN, Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Kalászos Gabona Nemesítési Osztály, (5) Száron az Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet Közhasznú Nonprofit Kft. és a Csoroszlya-Farm Kft., (6) Fertődön a Nébih Fertői és Röjtökmuzsaji Növényfajta Kísérleti Állomás, (7) Szemelyen pedig a Nébih Szalánta-Eszterárgpusztai Növényfajta Kísérleti Állomás és Decsi Árpád ökológiai jóvoltából. Az őszi takarmányborsó kísérletek négy helyen kerültek beállításra: (1) Karcagon, (2) Martonvásáron, (3) Száron, illetve (4) Tordason a Nébih Növényfajta Kísérleti Állomásának közreműködésével.

A 2020-as indulás óta összesen 48 őszi búza, 9 tönkölybúza és 6 őszi tritikálé fajta került elvetésre, mely további 7 őszi takarmányborsó fajtaval egészült ki. A 2023/2024-es szezonban 16 őszi búza és 9 tönkölybúza fajtát vizsgáltunk, melyben a magasabb beltartalmi értékeket képviselő fajták (nyersfehérje %, nedvessikér %) az 'Arnold' (14,41%, 30,21%), a 'KG Vitéz' (13,79%, 27,76%), a 'Bánkúti 1201' (13,60%, 27,86%), a 'KG Kunhalom' (13,40%, 27,51%), az 'Mv Pántlika' (13,31%, 26,77%) és az 'Edelmann' (13,26%, 26,99%) voltak, míg a magasabb hozamokat a legtöbb helyen átlagosan a 'GK Csanád', 'GK Hortobágy', 'Mv Szikra', 'Aurelius', 'Mv Jutas' és 'Christoph' fajták teljesítették. Fuzárium szemfertőzöttség vizsgálat (%) során az 'Edelmann' (0,29%), az 'Arnold' (0,93%), az 'Aurelius' (1,24%), a 'Christoph' (1,46%), a 'Capo' (1,49%) és a 'GK Magvető' (1,61%) mutatta a nagyobb betegség-ellenállóságot. Tönkölybúzáknak esetében az 'Mv Martongold' átlagos fehérje- és sikértartalma érte el a legjobb eredményeket (17,0% és 38,9%), mely a legnagyobb hozamokkal párosult. A helyszínek átlagában a 'GK Fehér' képviselt még magasabb beltartalmi értékeket (16,1% és 35,4%), melynek bokrosodása a legtöbb helyszínen átlag feletti értékeket mutatott. Hozamban nem sokkal maradt el a 'Paracelsus' fajta sem, melyet a fuzáriummal szembeni ellenállósága is kiemelt a többi fajta közül. Ökológiai fajtaösszehasonlító kísérleteink reményeink szerint hatékonyan támogatják az öko ágazat fejlődését – különös tekintettel a vetőmag ellátásra – felkészülve az [EU Zöld Megállapodásában](#), a [Nemzeti Cselekvési Terv az Ökológiai Gazdálkodás Fejlesztéséért](#) c. dokumentumban és az [\(EU\) 2018/848 rendeletében](#) foglaltakra.

A kutatás a Magyar Nemzeti Vidéki Hálózat támogatásával valósult meg.

POPULÁCIÓGENETIKAI VIZSGÁLATOK KIEMELT HAZAI AKÁC (*Robinia pseudoacacia* L.) MAGTERMELŐ ÁLLOMÁNYOKBAN

**Bross Tamás Vencel¹, Cseke Klára², Keserű Zsolt³, Ábri Tamás³, Lados Botond
Boldizsár²**

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Sopron

²Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet, Nemesítési Osztály, Sárvár

³Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet, Ültetvényes Fatermesztési Osztály,
Püspökladány

Hazánkban a fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.) az egyik legelterjedtebb erdei fafaj, mely erdészeti, méhészeti és ökológiai szempontból is jelentős. Ezért különösen fontos, hogy pontos ismeretekkel rendelkezünk genetikai tulajdonságairól, különösen a klímaváltozáshoz alkalmazkodni képes szaporítóanyagok szempontjából. Kutatásunkban ezért három szaporítóanyag termesztésre szelektált állományt, illetve ezek utódállományait vizsgáltuk, a hazai akác termesztés két központi területén a Nyírségben és a Duna-Tisza közén (Ófehértó és Pusztavacs községhatárokon). Genetikai vizsgálatainkra 10 nukleáris mikroszatellit markert alkalmaztunk a kiválasztott állományok genetikai diverzitásának és populációstruktúráinak felmérése céljából.

A genetikai diverzitás tekintetében az állományok többsége között nem volt számottevő különbség (relatív magas értékeket számítottunk), kivéve az Ófehértó 1/C állományt, ahol valamennyi mutató tekintetében a legkisebb értéket tapasztaltuk. A vizsgált állományokban három klón genotípust is azonosítottunk, amelyből kettő az Ófehértó 1/C állományban és egy az Ófehértó 2/G állományban fordult elő. Utóbbi klónok jelenléte adhat magyarázatot a kimutatott alacsonyabb diverzitás értékekre.

A populáció struktúrák vizsgálatára több megközelítésben is klaszteranalízist végeztünk. A genetikai távolság alapján származtatott főkoordináta elemzés során, a különböző állományokba tartozó egyedek között nem figyeltünk meg differenciálódást, ezek egymást átfedő csoportokat alkottak. Kivételt képeznek ez alól a klonális eredetű genotípusok az Ófehértó 1/C és az Ófehértó 2/G állományból. Ugyanezt a vizsgálatot elvégezve az állományok szintjén három csoport rajzolódott ki, amelyek közül a klónokat tartalmazó Ófehértó 1/C és Ófehértó 2/G állomány kiválasztását figyeltük meg. A Structure szoftverrel végzett elemzés szintén kimutatta az említett három genetikai csoport jelenlétét, amelyek közül kettőt egyértelműen a klón genotípushoz tartozó egyedek alkottak. A nem klonális egyedeket tehát nem lehetett különálló genetikai csoportokra bontani. Ebből kifolyólag nem tudtuk genetikailag elkülöníteni a jelenleg vizsgált ófehértói (Nyírség) és a pusztavacsi (Duna-Tisza köze) állományokat.

HAZAI NEMESÍTÉSŰ, MIKROSZAPORÍTOTT FEHÉR AKÁC (*Robinia pseudoacacia* L.) FAJTÁK GYÖKÉRFEJLŐDÉSÉNEK VIZSGÁLATA

Varga Balázs¹, Horváth Sándor², György Márton¹, Kirilla Zoltán³, Szabó Luca Krisztina³, Raisz Árpád⁴, Preininger Éva³

¹HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

²WOODTECH CAMPUS, Sopron-Gyomaendrőd

³MATE Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kertészettudományi Intézet, Gyümölcstermesztési Kutatóközpont, Budapest

⁴Alföldi Erdőkért Egyesület, Kecskemét

A globális klímaváltozás kapcsán fellépő időjárási szélsőségekhez való alkalmazkodás egyre nagyobb kihívás elé állítja az erdészetet és a mezőgazdaságot. Az agrárerdészeti rendszerek fejlesztése hozzájárulhat a talaj vízkészletének megőrzéséhez és a fenntartható növénytermesztéshez és faanyagtermeléshez egyaránt. Az akác jó alkalmazkodó-képessége révén megfelelő eleme lehet ezeknek a rendszereknek, azonban ennél a fajnál sem általános, hanem fajta/genotípus függő az alkalmazkodóképesség mértéke. A MATE KTI Gyümölcstermesztési Kutatóközpontja, illetve a WOODTECH CAMPUS együttműködésében új kísérletek indultak meglévő hazai akác fajták és klónok mikroszaporítással történő felszaporítására 2023-ban.

A HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont kísérleti üvegházában 3 mikroszaporított *Robinia pseudoacacia* L. fehér akác fajta (cv. 'Ulla', cv. 'Vacsí', cv. 'Oszlopos') gyökérfejlődését vizsgáltuk három ismétlésben homokcsöves kísérleti rendszerben. Mindhárom fajta az Erdészeti Tudományos Intézet által került nemesítésre, elismert magyar fajták. A mikroszaporított csemetéket két hónapos üvegházi akklimatizálás után, 15-20 cm-es méretben, H-30 szemcseösszetételű homokot tartalmazó, 80 cm magas 11 cm átmérőjű PVC csövekbe ültettük, majd Hoagland tápoldat adagolása mellett a növényeket négy hónapon keresztül neveltük. A kontroll kezelés mellett 10 mg L⁻¹ glutation növekedésszabályozót tartalmazó tápoldatot alkalmaztunk. A kísérletek végén a gyökérzetet folyó víz alatt kimostuk és a gyökérparamétereket WinRHIZO Plus program segítségével határoztuk meg.

Kontroll kezelésben az 'Oszlopos' fajta gyökérhossza (2562 mm) szignifikánsan nagyobb volt a másik két fajtánál, azonban szignifikáns különbség volt kimutatható az 'Ulla' (1549 mm) és 'Vacsí' (1030 mm) fajták gyökérhossza között is. A fajták eltérő reakciót mutattak a glutation kezelésre: míg az 'Oszlopos' fajta esetében nem tudtunk szignifikáns hormonhatást kimutatni, addig az 'Ulla' esetében a kezelés 26,5%-kal növelte, míg a 'Vacsí' fajtánál 48,6%-kal csökkentette a teljes gyökérhosszt, a kezeletlen kontrollhoz képest. A glutation kezelésnél nem volt szignifikáns különbség az 'Ulla' és 'Oszlopos' fajták gyökérhossza között. A hormonkezelés mindhárom fajtánál növelte a gyökérátmérőt, melynek eredményeként növekedett a gyökérfelszín. A gyökérzet teljes felszíne és a gyökérátmérő legnagyobb mértékben az 'Oszlopos' fajtánál növekedett a glutation kezelés hatására, 31,4 és 30,9%-kal.

A kutatást az „Akác iparifa célú bemutató ültetvények létesítése innovatív technológiákkal és új, nagyhozamú fajták termesztésbe vonásával” EIP projekt (projektazonosító: 1909440234,) valamint a BO/00384/23/4 számú Bolyai János Kutatási ösztöndíj pályázat támogatta.

A MARTONVÁSÁRI ZABNEVELÉSI PROGRAM ÉS LEGÚJABB EREDMÉNYEI

**Varga Balázs, Farkas Zsuzsanna, Károlyiné Cséplő Mónika, Mészáros Klára,
Puskás Katalin, Rakszegi Marianna, Mikó Péter, Veisz Ottó**

HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

A zab hazánkban klasszikus takarmánynövény. Termesztése a régmúltba nyúlik vissza, korábban jelentősen nagyobb területen vetették, még 2004-ben is a vetésterülete közelítette a 70.000 hektárt. Elsősorban a kisüzemi és háztáji állattartás hanyatlásával a vetésterület is jelentősen csökkent, 2024-ben már csak 25.376 hektár volt. Korábban hazánkban a zab tipikus tavaszi vetésű növény volt, azonban a fajták télállóságának javulása és a klímaváltozás hatására egyre enyhébbé váló telek az őszi vetésű fajták elterjedésének kedveznek. A zab értékes fehérje és szénhidrát forrás, kedvező esszenciális aminosav-összetétellel és rosttartalommal, ennek ellenére nagyüzemi állattartásban alig kap szerepet. A humán táplálkozásban egyre szélesebb körben terjed a zab alapú termékek fogyasztása, azonban a hazai élelmiszeripar a Magyarországon megtermelt zabban rejlő potenciált még alig fedezte fel.

Martonvásáron Veisz Ottó vezetésével 1992-ben indult el a zabnevelési program, kezdetben külföldi fajták honosításával, majd célirányos keresztezésekkel. A teljesítménykísérletek tapasztalatai alapján 1998-ban kaptak állami fajtaelismerést a lengyel nevelésű 'Kwant' és a 'Komes' fajták, majd 2000-ben a 'Cacko' csupasz zabfajta, melyek közül elsősorban a 'Kwant' tudott elterjedni szélesebb körben. A martonvásári nevelési program eredményeként először a máig piacon lévő tavaszi zab az 'Mv Pehely' kapott állami elismerést 2006-ban, melyet 2007-ben a szintén piacvezetőnek számító 'Mv Hópehely' őszi zabfajta követett. Mindkét fajta kiváló termés potenciállal, jó állóképességgel és a levélbetegségekkel szembeni megfelelő rezisztenciával rendelkezett. Az 'Mv Vasderes' bőtermő őszi zabfajta 2011-ben kapott állami fajtaelismerést, azonban elsősorban apró szemmérete és gyengébb állóképessége miatt a köztermesztésben nem tudott elterjedni. Nemzetközi együttműködésekkel származó genetikai alapanyagokkal végzett keresztezéseknek köszönhetően 2016-ban 3 őszi zabfajta kapott állami fajtaelismerése, az 'Mv Kincsem', az 'Mv Istráng' és az 'Mv Imperiál', melyek közül az 'Mv Kincsem' egy alacsony nagy termőképességű fajta, az 'Mv Imperiál' pedig az első hazánkban elismert fekete szemű őszi zabfajta. Ez utóbbi kiváló betegségtoleranciája miatt ökológiai termesztési rendszerekben is ajánlott kipróbálásra. A tavaszi zabfajták közül az 'Mv Ménes', 'Mv Szellő' és 'Mv Kengyel' fajták kaptak állami fajtaelismerést 2017-ben, 2018-ban és 2019-ben, mely fajták ugyan termőképességükben és betegségtoleranciájukban is előrelépést jelentettek az 'Mv Pehely'-hez képest, azonban nem tudtak széles körben elterjedni. Az 'Mv Hóka' őszi zabfajta magában ötvözte a nagy termőképességet, a jó betegségtoleranciát a kedvező agronómiai tulajdonságokkal, ezért 2022-ben elismert fajta lett. Az 'Mv Hóka' tavaszi vetésben is szárba megy és a tavaszi fajtákkal versenyképes termésre képes, az 'Mv Hópehely' méltó utódja lehet. 2023-ban minősítették az első hazai nevelésű őszi csupasz zabfajtát, az 'Mv Télgyöngy'-t, melynek szárszilárdsága kiváló, levélbetegségekkel szemben kiváló ellenállósággal rendelkezik. Termőképessége elérheti a pelyvás fajták 75%-át. Az 'Mv Fergeteg'-et az első intenzív típusú, törpe őszi zabfajtát 2024-ben minősítették, mely rendkívül bőtermő, kiváló agronómiai tulajdonságokkal rendelkezik. A Nébih kisparcellás kísérleteiben 19%-kal termett többet a standard fajták átlagánál a kétéves vizsgálatban.

A Kutatásainkat a TKP2021-NKTA-06 számú pályázat és a BO/00384/23/4 számú Bolyai János Kutatási ösztöndíj pályázat támogatta.

ŐSZI ÉS TAVASZI ZAB GENOTÍPUSOK MINŐSÉGVIZSGÁLATI EREDMÉNYEI

**Forgács Fanni Zsuzsa, Virág István Csaba, Bekir Bytyqi,
Gaganetz Dániel Zsolt, Kutasy Erika Tünde**

Debreceni Egyetem MÉK Növénytermesztési, Nemesítési és Növénytechnológiai Intézet, Debrecen

A Debreceni Egyetem Böszörményi úti Campusának Bemutatókertjében szántóföldi kisparcellás kísérletben teszteltünk hat őszi és hét tavaszi zabfajtát. Vizsgáltuk a szemminták fehérje- és elem (Na, Ca, Mg, Fe, Zn) tartalmát. A fehérjetartalom esetén a tavaszi zab fajták közül a 'GK Kormorán' (12,88%), az őszi zab fajták közül pedig a 'GK Arany' (13,87%) bizonyult a legkiemelkedőbbnek. A terméseredmények figyelembevételével számított hektáronkénti fehérjehozam az 'Mv Pehely' és a 'GK Kormorán' tavaszi és 'GK Arany' és 'Mv Istráng' őszi fajták esetében szignifikánsan magasabb volt. A tavaszi 'Lota' fajta mind az öt vizsgált tápelem esetén a legjobbak között szerepelt a 7 fajtából álló kísérletben, emellett nyersfehérje-tartalma is kedvező (11,54%) volt. Az 'Mv Szellő' fajta Na és Fe tartalma kiemelkedő volt. Az őszi zab genotípusok között a 'GK Impala' Fe tartalma minden fajtáét jelentősen meghaladta, míg az 'Mv Istráng' Ca és Zn és Mg tartalmát kell kiemelnünk. Az 'Mv Kincsem' fajtát kimagasló Na tartalom és igen kedvező Ca tartalom jellemezte.

Kulcsszavak: mikroelemek, makroelemek, fehérje, őszi zab, tavaszi zab

QUALITY ANALYSIS RESULTS FOR WINTER AND SPRING OAT GENOTYPES

F. Z. FORGÁCS¹, I. C. VIRÁG¹, B. BYTYQI¹, D. Z. GAGANETZ¹ AND E. T. KUTASY¹

¹University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Crop Production, Applied Ecology and Plant Breeding, Debrecen

In the Demonstration Garden of the University of Debrecen's Böszörményi Road Campus, we tested six winter and seven spring oat varieties in a small-plot field experiment. We measured the protein and element (Na, Ca, Mg, Fe, Zn) content of the grain samples. In terms of protein content, 'GK Kormorán' (12.88%) was the best among the spring oat varieties and 'GK Arany' (13.87%) among the winter oat varieties. The protein yields per hectare were significantly higher for the spring varieties 'Mv Pehely' and 'GK Kormorán' and the winter varieties 'GK Arany' and 'Mv Istráng'. For spring oats, the 'Lota' variety was among the best in all five nutritional elements tested in the trial of 7 varieties and also had a favorable crude protein content (11.54%). The Na and Fe content of the 'Mv Szellő' variety was outstanding. Among the winter oat genotypes, the Fe content of 'GK Impala' was significantly higher than that of all varieties, while the Ca, Zn and Mg content of 'Mv Istráng' should be emphasized. The 'Mv Kincsem' variety was characterized by an outstanding Na content and a very favorable Ca content.

Key words: microelements, macroelements, protein, winter oats, spring oats

Bevezetés

A zab (*Avena sativa* L.) kimagasló beltartalmi tulajdonságai, többek között magas kalcium- és fehérjetartalma miatt kiváló takarmányalapanyagként szolgál, ezen felül az emberi ételmezésben is fontos szerepet tölt be, szemtermésének ugyanis számos felhasználási módja van. Legnépszerűbb formában zabpehelyként fogyasztják, a zabliszt fehérjetartalma pedig általában nagyobb, mint a többi gabonaféléé (*Ikram és Rehman* 2020).

A zab az egészséges táplálkozásban is kiemelt figyelmet érdemel, ugyanis a zab fehérje, rost, magnézium, vas, cink és egyéb tápelemek (foszfor, réz, mangán, szelén) szempontjából jó forrás lehet. Összetevőinek köszönhetően antioxidáns, gyulladáscsökkentő, immunmoduláló, antidiabetikus és koleszterinszint-csökkentő hatású, ezáltal védelmet nyújt akut és krónikus betegségekkel szemben (*Chen et al.* 2021). A zab a gluténmentes étrend kulcsfontosságú összetevője lehet, mivel alacsonyabb a prolamin tartalma és jobb az emészthetősége, emiatt a búzaprolaminokhoz képest kisebb az allergia kiváltó potenciálja. A zab fehérjeösszetétele a cöliákiasok legtöbbjénél nem váltja ki az autoimmun reakciót (*Bugyi et al.* 2022).

A takarmány megfelelő ásványianyag-tartalmának meghatározó jelentősége van. A magnézium minden gazdasági haszonállat esetén javítja a takarmány emészthetőségét, emellett számos pozitív hatása van a tojótyúk, tehenek és sertések esetén szaporodási mutatóira, a brojleroknál pedig növelte a súlygyarapodást (Gaál *et al.* 2004). Intenzív tartási körülmények között az állatállomány cinkszükséglete általában magasabb, mint amit a takarmány által fel tudnának venni, ezért a nyomelemek terén kiegészítő takarmányozást alkalmaznak (Romeo *et al.* 2014). A takarmánykomponensek magasabb cinkkoncentrációjának hatására ennek mértéke csökkenthető. A kalcium mennyisége szintén meghatározó jelentőségű állategészségügyi szempontból, ráadásul azok közé az elemek közé tartozik, amelyekből a növények jellemzően kevesebbet tartalmaznak az állatok szükségleteinél. A Ca esetén még jelentős szerepet kap a rendelkezésre álló foszfor (P) mennyisége is, a két elem nem megfelelő aránya komoly egészségügyi problémákat okozhat (Bajnok *et al.* 2017).

Anyag és módszer

Kísérleteink a Debreceni Egyetem Böszörményi úti Campusán található Bemutatókertben valósultak meg. A terület jó humusztartalommal ($Hu\%=2,70-3,66$) rendelkező, enyhén lúgos ($pH_{H_2O}=8,30-8,43$) csernozjom talaj. A talaj foszforban és káliumban gazdag.

Az őszi zabot 2020. október 26-án, míg a tavaszi zabot 2021. március 8-án vetettük el, kisparcellás (3 m x 4 m) körülmények között, három ismétléses split-plot elrendezéssel. Mind a tavaszi, mind az őszi zab esetén kizárólag magyar nemesítésű, martonvásári, valamint szegedi és nyíregyházi fajtákat vizsgáltunk. Az őszi zab esetén alaptrágyaként NPK műtrágyát ($20\text{ kg ha}^{-1}\text{ N}$, $80\text{ kg ha}^{-1}\text{ P}_2\text{O}_5$, $120\text{ kg ha}^{-1}\text{ K}_2\text{O}$) juttattunk ki, valamint pétisót használtunk fejtrágyaként ($N=50\text{ kg ha}^{-1}$ hatóanyag). Tavaszi zab esetén a kijuttatott N-fejtrágya 60 kg ha^{-1} volt.

A vizsgált elemek (Na, Ca, Mg, Fe, Zn) koncentrációjának meghatározása a PerkinElmer Optima 3300 DV induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrométerrel (ICP-OES) történt, a fehérjetartalom meghatározásához először Kjeldahl-módszerrel meghatároztuk a zabminták nitrogéntartalmát, majd megszoroztuk a Jones-féle konverziós faktoral, ami zab esetében 5,83.

Az adatok statisztikai elemzéséhez varianciaanalízist, a páronkénti összehasonlításhoz pedig LSD post hoc tesztet futtatunk le. A korrelációvizsgálatot a Pearson-féle korrelációelemzés segítségével végeztük el. Mindehhez az IBM SPSS Statistics 22. verziószámú programját használtuk.

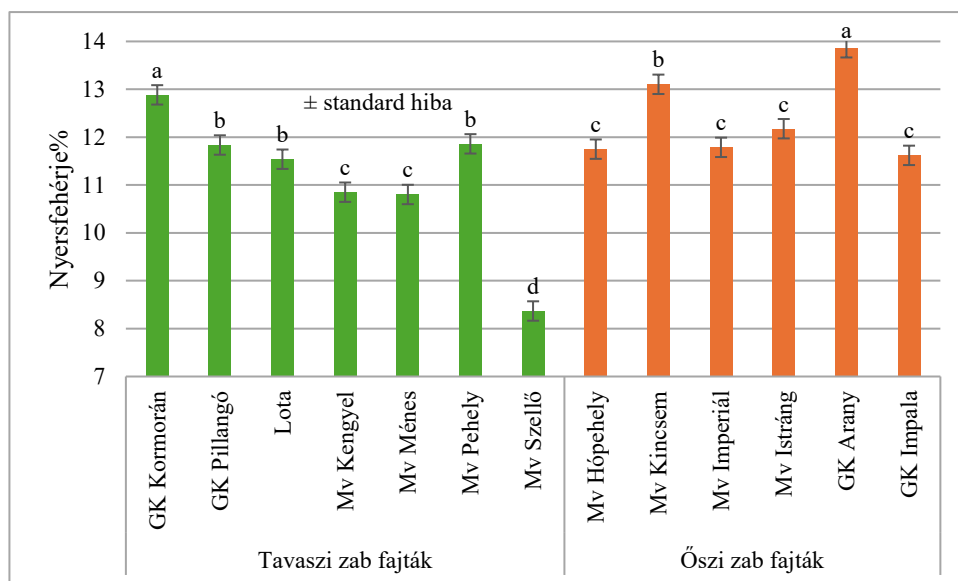
Eredmények

A zab fajták fehérjetartalmának vizsgálata

A legmagasabb átlagos fehérjetartalmat a tavaszi zabfajták közül a 'GK Kormorán', fekete pelyvájú fajta esetén mértük ($12,88\%$), ez az eredmény szignifikánsan kiemelkedett a többi fajta nyersfehérje% értékei közül. Az 'Mv Pehely', a 'GK Pillangó', valamint a 'Lota' ($11,54-11,86\%$) fehérjetartalma statisztikailag igazolhatóan nem tért el. Az 'Mv Kengyel' és az 'Mv Ménes' közel azonos nyersfehérje%-kal rendelkeztek. Az 'Mv Szellő' esetében meglepően alacsony, $8,38\%$ -os értéket mértünk (1. ábra). A tavaszi zab fajták szemtermésének átlagos fehérjetartalma $11,16\%$ volt, ami jelentősen, $1,22\%$ -kal elmaradt az őszi genotípusok átlagától a 2021-es évi vizsgálatok alapján.

Két fajta esetén mértünk 13% -nál magasabb értékeket, a 'GK Arany' fehérjetartalma ($13,87\%$) szignifikánsan meghaladta a többi genotípusét, azonban az 'Mv Kincsem' fajtánál is 13% feletti értéket mértünk. Elmondható, hogy minden őszi fajta fehérjetartalma magasabb volt $11,62\%$ -nál ('GK Impala'), azonban szignifikánsan nem tért el az 'Mv Imperiál'-tól, az 'Mv Hópehely'-től és az 'Mv Istráng'-tól. (1. ábra).

2. ábra A vizsgált tavaszi és őszi zab fajták mért fehérjetartalom adatai
Debrecen, 2021



Megjegyzés: Az eltérő betűk a fajták közötti szignifikáns eltérést jelzik $p = 5\%$ -os szinten az adott évben (tavaszi- és őszi zab esetében külön-külön).

A terméseredményeket figyelembe véve kiszámoltuk a hektáronkénti fehérjehozamot is. Az őszi zab fajták kedvezőbb termése és fehérjetartalma közel 200 kg-mal nagyobb hektáronkénti fehérjehozamot eredményezett (1. táblázat).

1. táblázat Tavaszi és őszi zab fajták fehérjehozama. Debrecen, 2021

Fajták		Nyersfehérje (%)	Termés (kg ha ⁻¹)	Fehérjehozam (kg ha ⁻¹)
Tavaszi zab fajták	GK Kormorán	12,88	4780	615,46 a
	GK Pillangó	11,84	4530	535,90 bc
	Lota	11,54	4980	574,85 ab
	Mv Kengyel	10,85	5390	584,74 ab
	Mv Ménes	10,80	4550	491,72 cd
	Mv Pehely	11,86	5340	632,63 a
	Mv Szellő	8,37	5070	425,34 d
Tavaszi fajták átlaga		11,16	4950	551,52
Őszi zab fajták	Mv Hópehely	11,75	6420	752,61 bc
	Mv Kincsem	13,10	5110	670,42 c
	Mv Imperiál	11,79	5490	647,22 c
	Mv Istráng	12,18	6750	822,09 ab
	GK Arany	13,87	6660	924,21 a
	GK Impala	11,62	5590	650,58 c
Őszi fajták átlaga		12,38	6000	744,52

Megjegyzés: Az eltérő betűk a fajták közötti szignifikáns eltérést jelzik $p = 5\%$ -os szinten az adott évben (tavaszi- és őszi zab esetében külön-külön).

A tavaszi zabfajták közül, az 'Mv Pehely' jó fehérjetartalma kiváló termőképességgel párosult, így a legnagyobb hektáronkénti fehérjehozamot eredményezte. Hasonlóan kedvező értékeket mértünk a 'GK Kormorán', a 'Lota' és az 'Mv Kengyel' fajtáknál is. Az őszi zab fajtáknál a 'GK Arany' és az 'Mv Istráng' szerepelt kiemelkedően jól.

Az elemtartalom-vizsgálat eredményei

A vizsgált elemek esetében lényeges eltérést az őszi és tavaszi fajták átlagában nem találtunk, azonban az egyes genotípusok között jelentős különbségek voltak (2. táblázat). Az 'Mv Szellő' fajtánál kiemelkedően magas Na-tartalmat mértünk ($80,46 \text{ mg kg}^{-1}$), 58%-kal többet a tavaszi fajták átlagához képest. Őszi zabfajták között hasonló értéket ($84,95 \text{ mg kg}^{-1}$) az 'Mv Kincsem'-nél találtunk. Szignifikánsan a legkisebb Na-tartalommal a tavaszi fajták közül az 'Mv Kengyel' ($41,82 \text{ mg kg}^{-1}$), míg az őszi fajták között az 'Mv Imperiál' ($34,19 \text{ mg kg}^{-1}$) rendelkezett.

A kalcium (Ca) tartalom esetén a fajták között ilyen jelentős eltérést nem találtunk. A tavaszi fajták között legnagyobb értéket a 'Lota' fajta esetében mértük ($1121,33 \text{ mg kg}^{-1}$), de az 'Mv Kengyel' ($1034,67 \text{ mg kg}^{-1}$) és az 'Mv Szellő' is ($1020,33 \text{ mg kg}^{-1}$) is kiemelkedő eredményeket mutatott. Az őszi fajták között az 'Mv Istráng' fajtánál mértük a legmagasabb értéket ($1071,33 \text{ mg kg}^{-1}$), ezt követte az 'Mv Kincsem' és a 'GK Impala' közel azonos értékkel ($987,73$ - $973,33 \text{ mg kg}^{-1}$). A statisztikailag igazolhatóan a legalacsonyabb értéket pedig az 'Mv Pehely' tavaszi fajtánál mértük ($759,37 \text{ mg kg}^{-1}$). Az őszi fajtacsoportban a 'GK Arany' Ca-tartalma volt a legkisebb ($819,07 \text{ mg kg}^{-1}$), ez az érték azonban statisztikailag nem tért el az 'Mv Hópehely' és az 'Mv Imperiál' értékeitől.

A tavaszi fajták között szignifikáns eltérést nem találtunk a magnézium (Mg)-tartalomban, az őszi fajták közül azonban az 'Mv Imperiál', valamint az 'Mv Istráng' statisztikailag is igazolhatóan több magnéziumot tartalmazott, mint a többi fajta, mindkét genotípus esetén meghaladja az 1600 mg kg^{-1} értéket. A többi fajta esetén statisztikailag igazolható eltérést nem találtunk, és a legkisebb érték is 1200 mg kg^{-1} feletti volt.

2. táblázat Tavaszi és őszi zabfajták elemtartalma. Debrecen, 2021

		Elemtartalom (mg kg^{-1})				
		Na	Ca	Mg	Fe	Zn
Tavaszi zabfajták	GK Kormorán	48,77 bc	909,93 b	1542,33 a	38,71 ab	14,11 b
	GK Pillangó	52,56 bc	966,07 b	1412,67 a	39,59 ab	17,67 a
	Lota	59,20 b	1121,33 a	1532,67 a	39,89 ab	17,29 a
	Mv Kengyel	41,82 c	1034,67 ab	1419,33 a	35,88 ab	14,09 b
	Mv Ménes	55,09 bc	959,83 b	1511,67 a	42,54 ab	17,24 a
	Mv Pehely	48,90 bc	759,37 c	1323,67 a	34,80 b	16,15 ab
	Mv Szellő	80,46 a	1020,33 ab	1373,00 a	43,48 a	17,21 a
Tavaszi fajták átlaga		55,26	967,36	1445,05	39,27	16,25
Őszi zabfajták	Mv Hópehely	57,20 bc	909,20 bc	1355,33 b	42,13 b	15,50 bc
	Mv Kincsem	84,95 a	987,73 ab	1429,67 b	39,15 b	14,66 c
	Mv Imperiál	34,19 d	897,70 bc	1671,33 a	43,01 b	15,78 bc
	Mv Istráng	46,60 cd	1071,33 a	1643,67 a	39,66 b	19,99 a
	GK Arany	53,89 bc	819,07 c	1322,67 b	37,71 b	17,80 ab
	GK Impala	61,91 b	973,33 ab	1246,67 b	59,05 a	18,91 a
Őszi fajták átlaga		56,46	943,06	1444,89	43,45	17,11

Megjegyzés: Az eltérő betűk a fajták közötti szignifikáns eltérést jelzik $p = 5\%$ -os szinten az adott évben (tavaszi- és őszi zab esetében külön-külön).

A mikroelemek közül a vas (Fe)-tartalom esetén az eltérés a fajták között viszonylag alacsony, szignifikáns eltérést a tavaszi fajtáknál csak az 'Mv Szellő' ($43,48 \text{ mg kg}^{-1}$) és az 'Mv Pehely' ($34,80 \text{ mg kg}^{-1}$) fajták között találtunk. Az őszi fajták közül csak a 'GK Impala'-nak volt igazolhatóan nagyobb Fe-tartalma, 46%-kal haladta meg a többi fajta átlagát az $59,05 \text{ mg kg}^{-1}$ -os értékével. A többi fajta Fe-tartalma szűk intervallumban mozgott ($37,71$ - $43,01 \text{ mg kg}^{-1}$).

Az őszi zab fajták átlagos cink (Zn)- tartalma ($17,11 \text{ mg kg}^{-1}$) kissé meghaladta a tavaszi fajtákét ($16,25 \text{ mg kg}^{-1}$). A 'GK Kormorán' és az 'Mv Kengyel' fajták Zn-tartalma ($14,09$ -

14,11 mg kg⁻¹) szignifikánsan alacsonyabb volt a többi tavaszi fajtaénál (16,15-17,67 mg kg⁻¹). Az őszi fajták közül az 'Mv Kincsem' Zn-tartalma volt a legkisebb (14,66 mg kg⁻¹). A legnagyobb értékeket az 'Mv Istráng' és a 'GK Impala' fajták esetén mértük.

Osszességében megállapítható, hogy a fehérjetartalom és a vizsgált mikroelemek (Fe, Zn) esetén az őszi fajták átlagosan kissé kedvezőbb értékeket mutattak, míg a Na, Ca és Mg vonatkozásában nem találtunk eltérést a két ökotípus között. A tavaszi fajták közül a vizsgált elemek vonatkozásában kiemelkedik az 'Mv Szellő' fajta és a 'Lota' fajta, azonban sajnos az 'Mv Szellő' fehérjetartalma lényegesen alacsonyabb volt a többi fajtaénál. Az őszi fajták közül az 'Mv Istráng' fehérje, Ca, Mg, és Zn-tartalma, valamint a 'GK Impala' Na, Ca, Fe, Zn-tartalma volt kiemelkedő.

Köszönetnyilvánítás

A Kulturális és Innovációs Minisztérium KDP-2023 kódszámú Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíj Programjának az NKFI Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült. Megvalósult a DE Tudományos Kutatási Alap (DETKA) Áthidaló Pályázat támogatásával.

Irodalom

- Bajnok, M., Halász, A., Török, G., & Tasi, J. (2017): Különböző típusú gyepek makro-és mikroelem tartalmának alakulása a hasznosítási gyakoriság függvényében. *Animal Welfare, Etológia és Tartástechnológia (AWETH)*, 13(1), 1-11.
- Bugyi, Z., Muskovics, G., Schall, E., Török, K., Hajas, L., Scherf, K., Xhaferaj, M., Koehler, P., Schoenlechner, R., D'Amico, S., Poms, R., & Tömösközi, S. (2022): Klasszikus témák új megvilágításban: a glutén mint speciális élelmiszerbiztonsági és analitikai kihívás. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 68(4), 4180–4189. <https://doi.org/10.52091/EVIK-2022/4-4-HUN>
- Chen, O., Mah, E., Dioum, E., Marwaha, A., Shanmugam, S., Malleshi, N., ... Chu, Y. (2021): The role of oat nutrients in the immune system: a narrative review. *Nutrients*, 13(4), 1048.
- Gaál, K. K., Sáfár, O., Gulyás, L., & Stadler, P. (2004): Magnesium in animal nutrition. *Journal of the American College of Nutrition*, 23(6), 754S-757S.
- Ikram, M., Rehman, A. P. D. H. U. (2020): Oats in a global importance [In.: production and improvement trends. *Cereal grain* (ed.: Fatih Ç.), p. 119. ISBN: 978-625-7687-40-9
- Romeo, A., Vacchina, V., Legros, S., & Doelsch, E. (2014): Zinc fate in animal husbandry systems. *Metallomics*, 6(11), 1999-2009.

NEMESÍTÉSI KÍSÉRLETI PARCELLÁK KÉPI OSZTÁLYOZÁSA 'ENVI' PROGRAMMAL

**Bányai Judit¹, Balassa György², Károlyiné Cséplő Mónika¹, Mészáros Klára¹,
Mikó Péter¹**

¹ HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

² AGRON Analytics Kft., Budapest

Az automatizált szántóföldi fenotípezési platformok kulcsfontosságú fenológiai tulajdonságok folyamatos és pontos mérésére alkalmazhatók a növénynevelésben. A növények növekedésének és fejlődésének gyakori és nagy felbontású monitorozása lehetővé teszi a genotípus – fenotípus kapcsolat, ezen belül a gének által szabályozott termés potenciál és környezeti adaptáció útvonalának megismerését.

A drónok mezőgazdaságban történő használata ma már mindennapos gyakorlat, azonban a növénynevelésben és kutatásban történő alkalmazásuk még sok kihívással néz szembe. Elsődleges feladatok közé tartozik az egyes berepülések/felvételezések során keletkezett rengeteg digitális képi adat értelmezéséhez szükséges helyes képfeldolgozási módszerek megismerése, hiszen alkalmazásukkal a fajták megkülönböztethetősége, fertőzési gócpontok, abiotikus és biotikus stresszfaktorok jelenlétének kimutatása hatékonyan érhető el.

Munkánk célja olyan osztályozási eljárás azonosítása, mely képes különbséget tenni multispektrális felvételeken szereplő különböző fajok és fajták között, a későbbiekben pedig akár a beteg (abiotikus/biotikus stressz által sújtott) és egészséges növények között is.

Ennek érdekében a HUN-REN ATK martonvásári Kalászos Gabona Nemesítési Osztály tenyészkertjében elindítottuk a 'Drón'-kísérletet, mely nyolc különböző érzékenységi szinttel jellemezhető őszi búzafajtát, egy durumbúzát, egy tritikálét és egy őszi árpát tartalmazott. A szántóföldi kísérlet fajtáinak kiválasztásánál fontos szempont volt, hogy betegségre fogékony és toleráns genotípusok is bekerüljenek a vizsgálatba.

A repüléseket két fenológiai fázisban végeztük, a fenotípusos adatok rögzítése pedig folyamatos volt az egész tenézszezon során. Megtörtént az ortofotók összefűzése, NDVI térképek készítése, a kísérlet maszkolásával pedig négy különböző osztályozási eljárás futtatása az ENVI programban. Kiértékeljük az eredményképeket és a statisztikai adatokat (hibamátrix, comission-omission osztályozási hibák).

Maximum Likelihood Classification osztályozási algoritmus esetén lett a legnagyobb a pontossági százalék (67,07%), Minimum Distance Classification és Mahalanobis Distance Classification metrikák közel azonos pontossági értékkel bírtak (45,84%, 53,28%), míg a legalacsonyabb érték a Parallelepiped Classification eljárás esetén volt (30,96%). Annak ellenére, hogy Parallelepiped Classification eljárás hibamátrix átlós értékei sok esetben nem mutatják a pixelek helyes osztályba sorolását, mégis érdemesnek tartjuk további tesztelését stressz által sújtott területek esetén.

Kutatásunk a TKP2021-NKTA-06 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával valósult meg.

AFRIKAI HARCSANEVELŐ TELEP ELFOLYÓVIZÉNEK AGRONÓMIAI HASZNOSÍTÁSA SILÓCIROK TERMESZTÉSÉBEN

Kolozsvári Ildikó¹, Kun Ágnes², Valkovszki Noémi Júlia², Palágyi Andrea³, Jancsó Mihály², Kovács Gergő Péter¹, Gyuricza Csaba¹

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési-tudományok Intézet

²Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet, Öntözési és
Vízgazdálkodási Kutatóközpont, Szarvas

³Gabonakutató Nonprofit Kft., Szeged

A klímaváltozás következtében világszerte növekszik az aszályos területek aránya, ami komoly kihívást jelent a mezőgazdasági termelés fenntarthatósága szempontjából. A csapadék mennyiségének csökkenése, valamint annak egyenetlen időbeli és térbeli eloszlása miatt egyre nagyobb szükség van az öntözés alkalmazására a növénytermesztés során. Azonban a megfelelő öntözővízforrások hiánya sok régióban korlátozza az öntözés lehetőségét, ezért alternatív vízforrások bevonása kulcsfontosságú a termésbiztonság fenntartásában. Egy potenciális megoldás az intenzív halgazdaságok elfolyó vizének hasznosítása mezőgazdasági öntözés céljából, amely nemcsak a víz újrahasznosítását teszi lehetővé, hanem hozzájárulhat a növények tápanyagellátásához is.

Kutatásunk célja egy intenzív haltenyésztésből származó elfolyóvíz öntözési célú alkalmazásának vizsgálata silócirok [*Sorghum bicolor* (L.) Moench *subsp. bicolor*] termesztésében. Kísérleteinkben három silócirok hibrid ('GK Áron', 'GK Balázs' és 'GK Erik') öntözési reakcióját elemeztük, kiemelt figyelmet fordítva a növények morfológiai és élettani jellemzőire. Vizsgáltuk a növénymagasság, a relatív klorofilltartalom és a biomassza mennyiségének változását a vegetációs időszak során, valamint a betakarításkor mértük a növényi részek N, P, K és Na elemösszetételét.

A kísérlet során öt különböző öntözési kezelést alkalmaztunk: egy nem öntözött kontrollt (C), valamint négy öntözési módot, ahol a Körös holtágából származó felszíni vízzel (K) és a halgazdaság elfolyóvizével (E) végeztünk öntözést két különböző vízádaggal (30 mm és 45 mm hetente). Az öntözés kivitelezése víztakarékos csepegtető rendszerrel történt, amely lehetővé tette az egyenletes és hatékony vízhasználatot.

Eredményeink alapján az elfolyóvízzel öntözött kezelésekben szignifikánsan nagyobb zöldhozamot mértünk a nem öntözött kontrollhoz képest. Az öntözött növények esetében a morfológiai és élettani paraméterek kedvezőbb alakulását figyeeltük meg, különösen a növénymagasság és a relatív klorofilltartalom esetében. A tápanyagelemzések kimutatták, hogy az elfolyóvízzel történő öntözés során a növények számára nélkülözhetetlen makroelemek (N, P, K) felvétele javult, ugyanakkor a nátrium (Na) koncentrációja is emelkedett, amely hosszú távon a termeszőközeg esetében talajdegradációs kockázatot jelenthet.

Összességében az eredmények arra utalnak, hogy a halgazdaságokból származó elfolyóvíz megfelelő alternatívát nyújthat a silócirok öntözésére, különösen olyan területeken, ahol a hagyományos öntözővízforrások korlátozottak. Az elfolyóvíz újrahasznosítása hozzájárulhat a fenntartható mezőgazdasági vízgazdálkodási stratégiák kialakításához, azonban a hosszú távú hatások további vizsgálatot igényelnek, különös tekintettel a talaj sótartalmának változására és a növények sótűrési mechanizmusaira.

A Kulturális és Innovációs Minisztérium EKÖP-MATE/2024/25/k kódszámú egyetemi kutatói ösztöndíj programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

KÖLES MARTONVÁSÁRON: ISMÉT FÓKUSZBAN

Kovács Viktória, Hamow Kamirán Áron, Benczúr Kinga, Darkó Éva

HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

A termesztett köles (*Panicum miliaceum* L.) kettős hasznosítású (ál)gabonaféle, amely magas ásványi anyag- és rosttartalma miatt fontos tápanyagforrás a speciális, pl. gluténmentes étrendet követők számára. Ezen kívül állati takarmányként is széles körben alkalmazott. Hasonló környezeti és tápanyagigénnyel rendelkezik, mint a közeli rokon kukorica, de szárazsággal szemben ellenállóbb annál. Alfajai sokszor fordulnak elő kukorica termesztési területeken gyomként, miközben jelentős mértékben fogyasztja a talaj tápanyagforrásait. Akár élelmezésre vagy takarmányforrásként, akár gyomosítóként vizsgálva fontos agronómiai szempont feltárni a köles tápanyag-hasznosítási, azon belül a nitrogén (N)-felhasználási folyamatait.

Jelen munka célja a martonvásári nemesítésű kölesfajták (a 'Martonvásári D', a 'Martonvásári 3' és a 'Martonvásári LE I') növekedésének és fejlődésének, morfológiai, fiziológiai és metabolomikai jellegzetességeinek feltárása különböző nitrogén-ellátottság mellett. Ennek érdekében a növényeket kontrollált környezeti körülmények között növénynevelő kamrában, cserépben neveltük plusz tápanyag (nitrogén, N) hozzáadása nélkül egy hónapig. Ezt követően a növények fele N-pótlást (80 kg N ha^{-1}) kapott. A N-pótlás előtt közvetlenül (T0), majd 1 héttel (T1) ill. 2 héttel (T2) azután számos morfológiai, fiziológiai, fotoszintézissel és stresszhatásokkal kapcsolatos paraméter meghatározásán keresztül nyomon lett követve a különböző fajták általános fejlődése. A T2 időpontban végzett mérések után a különböző N-ellátottságú növények leveléből mintát vettünk és meghatároztuk az egyes fajták szabad aminosav-, szabad cukor-, valamint polifenolprofiljait, továbbá az urea-ornitin ciklus és a trikarbonsav ciklus elemeinek mennyiségi változásait. Az eredmények alapján megállapítható volt, hogy a vizsgált időpontokban a különböző fajták fejlődési iránya eltért és ez megmutatkozott a köles metabolom profiljában is. Míg a 'Martonvásári LE I'-ben szignifikánsan magasabb mennyiségben voltak jelen a növényi növekedésben és fejlődésszabályozásban meghatározó szerepet játszó komponensek (pl. a különböző klorogénsavak, aszpartát, lizin, treonin, tirozin stb.) és a növényi védekezés kulcs komponenseinek inaktív formái (pl. az apigenin és a luteolin glükozidjai), addig a 'Martonvásári D'-ben és a 'Martonvásári 3'-ban a növényi védelem aktív komponensei vagy azok szintézisében szerepet játszó vegyületek domináltak. Ezek mennyisége a legtöbb esetben szignifikánsan nőtt a N-pótlás hatására. Mindezek az eredmények hozzájárulhatnak a köles hasznosíthatóságának és tápanyagigényének jobb megértéséhez.

A kutatásokat a 0205B1021P azonosítójú Fiatal Kutatói Pályázat támogatta.

POSZTEREK

A 'GUTHI' AKÁC: EGY ÍGÉRETES FAJTAJELÖLT KLÓN A NYÍRSÉGBŐL

Ábri Tamás¹, Cseke Klára², Hadházi Zoltán³, Keserű Zsolt¹

¹Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet, Ültetvényszerű Fatermesztési Osztály, Püspökladány

²Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet, Nemesítési Osztály, Sárvár

³Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Sopron, Magyarország

A nemzetközi szinten is elismert magyar akácnevelés története az 1960-as években vett nagy lendületet. Az Erdészeti Tudományos Intézet munkatársai által végzett kutatómunka célja az akác törzsmínőségének javítása, valamint a fatermes és nektártermelés fokozása volt. A szelekciós nevelés eredményeként ma számos akácfajtaival rendelkezünk. Az akác termelési technológiájának fejlesztése, új akácklónok előállítása és azok tesztelése napjainkban is zajlik. Ebben a tanulmányban a Soproni Egyetem Erdészeti Tudományos Intézet és a Nyírerdő Zrt. közös projektje, a 'GUTHI' akác fajtajelölt klón teljesítményének a közönséges akáccal történő összevetése kerül bemutatásra.

A Debrecen 17/C erdőrészletben, kis humusztartalmú ($Hu\% < 1$), savanyú ($pH_{KCl} 3,71-4,37$) kovárányos barna erdőtalajon 2003. tavaszán létesített kísérleti ültetvényben 2025. februárjában végeztünk állományvizsgálatot. A teljes fás felvételezés során a közönséges akác (nyírségi magcsemete) és a mikroszaporítással előállított 'GUTHI' akácklón faegyedek magasságát és mellmagassági átmérőjét mértük. Továbbá törzsmínősítési osztályozást végeztünk, mely alapján törzsmínőségi indexet (TMI) számoltunk. A törzsmínősítési osztályokat 1-4 skálán határoztuk meg, ahol az 1-es minősítés a legjobb, az egyenes, hengeres, egészséges, koronán végig futó törzset jelöli; a 4-es a leggyengébb, melyet a meglehetősen görbe, alacsonyan elágazó törzsű (térgörbe törzsalak) egyedekre használtunk.

A felvételi eredmények alapján megállapítható, hogy a 'GUTHI' akác mindegyik vizsgált paraméter tekintetében jelentősen jobbnak bizonyult. A szignifikáns különbségeket ($p < 0,01$) statisztikai módszerekkel (független mintás t -próba, Mann-Whitney-teszt) igazoltuk. A 'GUTHI' akácklónok átlagos ($\pm$ szórás) magassága 18,9 ($\pm 1,38$) m volt, 15 %-kal volt magasabb, mint a kontroll közönséges akác (16,5 $\pm$ 1,94 m). Az átlagos mellmagassági átmérő értékek alapján a különbség 21% volt a 'GUTHI' javára. Átlagos átmérő értéke 19,60 $\pm$ 3,99 cm volt, míg a közönséges akácé 16,25 $\pm$ 2,94 cm. A TMI eredmények azt mutatják, hogy a vizsgált akácklón (1,15 $\pm$ 0,40) jelentősen jobb törzsalakkal rendelkezett, mint a közönséges akác (2,63 $\pm$ 0,88). A 'GUTHI' vonatkozó értéke 56%-kal volt jobb a kontrollénál.

Összességében megállapítható, hogy az eddigi vizsgálatok alapján a 'GUTHI' fajtajelölt klón teljesítménye ígéretes növekedés és törzsalak szempontjából is, mindkét jellemző tekintetében felülmúlta a kontroll közönséges akácot. A 'GUTHI' akácnak várhatóan tág hálózatu, rövid vágásfordulóju, minőségi faanyag előállítását célzó iparifa-ültetvények létesítésénél vagy közönséges akácokban elegyként (30-35%) történő alkalmazása során lehet jelentősebb szerepe a jövőben.

A kutatás a "TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú ErdőLab" projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium (jogutód: Kulturális és Innovációs Minisztérium) Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg. Továbbá a szerzők ezúton szeretnének köszönetet mondani a Nyírerdő Zrt. munkatársainak.

KONZERVÁLT DNS-ALAPÚ POLIMORFIZMUS VIZSGÁLATA KAJSZIBARACKBAN (*Prunus armeniaca* L.)

**Bedő Janka¹, Eperjesi Sándor², Kovács Zsófia¹, Tóth-Lencsés Andrea Kitti¹,
Pápai Bánk¹, Mendel Ákos³, Veres Anikó¹, Kiss Erzsébet¹, Szőke Antal¹**

¹ MATE Genetika és Biotechnológia Intézet, Genetika és Genomika Tanszék, Gödöllő

² Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet, Nemesítési Osztály, Sárvár

³ MATE Kertészettudományi Intézet, Ceglédi Kutatóállomás

A kajsziarack (*Prunus armeniaca* L.) az egyik legjelentősebb gazdasági értékkel bíró csonthéjas gyümölcs. Termesztése elsősorban a mediterrán térségekben koncentrálódik, így a legnagyobb termelő országok közé tartozik Olaszország, Görögország és Spanyolország.

A globális éghajlatváltozás és az egyre változékonyabb környezeti tényezők jelentős kihívások elé állítják a növénynevelést, különösen a kajsziarack esetében. Az egyik legnagyobb probléma a korai virágzás és az ezzel együtt járó kora tavaszi fagyok, amelyek nagymértékben befolyásolják a termés mennyiségét és minőségét. E kihívások kezelése érdekében kiemelten fontos a fenntartható mezőgazdasági stratégiák fejlesztése, amelyek hozzájárulhatnak a terméshozam növeléséhez és a környezeti hatások minimalizálásához.

A növénynevelés hatékonyságának növelésében kulcsszerepet játszik a molekuláris markerek alkalmazása. A fás szárú növények, így a kajsziarack nevelése hosszadalmas folyamat, amely akár 5–10 évet is igénybe vehet. A marker-alapú szelekció (Marker-Assisted Selection, MAS) révén azonban ez az időtartam jelentősen lerövidíthető, mivel a kívánt genetikai tulajdonságok már a korai fejlődési szakaszban, DNS-alapú technikákkal azonosíthatók, függetlenül a környezeti tényezőktől. Ezáltal a nevelési folyamat költséghatékonyabbá és célzottabbá válik. Ezen módszerek továbbá pontosabb információt nyújtanak a vizsgált fajtákról, elősegítik azok azonosítását, valamint hozzájárulnak a genotípus és fenotípus közötti összefüggések feltárásához, ezáltal csökkentve a környezeti tényezők okozta bizonytalanságot.

A molekuláris markerek közül több technika is alkalmazható genetikai diverzitás vizsgálatára, például a RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism), SNP (Single Nucleotide Polymorphism) és SCoT (Start Codon Targeted) markerek.

Kutatásunk során hat CDDP (Conserved DNA-Derived Polymorphism) marker segítségével elemeztük 18 különböző kajsziarack-genotípus genetikai diverzitását. Az alkalmazott markerek közül egy nem bizonyult alkalmasnak fragmentumok amplifikálására, míg a legnagyobb polimorfizmust a WRKY-F1 és WRKY-R3 CDDP markerek mutatták.

Kulcsszavak: genetikai diverzitás, CDDP, kajsziarack

CONSERVED DNA-DERIVED POLYMORPHISM ANALYSIS IN APRICOT (*Prunus armeniaca* L.)

**JANKA BEDŐ¹, SÁNDOR EPERJESI², ZSÓFIA KOVÁCS¹, ANDREA KITTI TÓTH-LENCSES¹, BÁNK
PÁPAI¹, ÁKOS MENDEL³, ANIKÓ VERES¹, ERZSÉBET KISS¹, ANTAL SZŐKE¹**

¹MATE Institute of Genetics and Biotechnology, Department of Genetics and Genomics, Gödöllő

² University of Sopron, Faculty of Forestry,

³ MATE Institute of Horticultural Sciences, Research Centre for Fruit Growing, Cegléd

Apricot (*Prunus armeniaca*) is one of the most economically significant stone fruits. Its cultivation is primarily concentrated in Mediterranean regions, with the largest producing countries including Italy, Greece, and Spain.

Global climate change and increasingly variable environmental conditions pose significant challenges to plant breeding, particularly for apricot cultivation. One of the most pressing issues is early flowering and the associated risk of late spring frosts, which greatly affect both the yield and quality of the fruit. To address these challenges, the development of sustainable agricultural strategies is crucial, as they can enhance productivity while minimizing environmental impact.

The use of molecular markers plays a key role in improving breeding efficiency. The breeding of woody plants, such as apricot, is a time-consuming process that can take between 5 and 10 years. However, marker-assisted selection (MAS) significantly shortens this timeframe by enabling the identification of desirable genetic traits at an early developmental stage using DNA-based techniques, independent of environmental influences. This approach makes the breeding process more cost-effective and targeted. Additionally, molecular markers provide more precise information about different varieties, facilitate their identification, and help reveal correlations between genotype and phenotype, thereby reducing uncertainties caused by environmental factors.

Several molecular marker techniques are suitable for genetic diversity analysis, including RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism), SNP (Single Nucleotide Polymorphism), and SCoT (Start Codon Targeted) markers.

In our study, we analyzed the genetic diversity of 18 apricot genotypes using six CDDP (Conserved DNA-Derived Polymorphism) markers. Among the applied markers, one failed to amplify fragments, while the highest level of polymorphism was observed with the WRKY-F1 and WRKY-R3 CDDP markers.

Key words: genetic diversity, CDDP, apricot

Bevezetés

Az éghajlatváltozás és a kiszámíthatatlan környezeti hatások komoly kihívást jelentenek a növénynemesítés számára, különösen a kajsziparack esetében, mivel a korai virágzás és az azt követő kora tavaszi fagyok jelentősen befolyásolják a termés mennyiségét és minőségét.

A napjainkban molekuláris markerek használata alapvető fontosságú a növénynemesítés eredményességének javításában. A modern növénynemesítés egyik legjelentősebb előrelépését a molekuláris markerek fejlődése eredményezte, amelyek széles körben alkalmazhatók, például kapcsoltsági térképek készítésére, valamint genetikai variabilitás meghatározására (Kondrostami és Rahimi 2015). A DNS-alapú markerek két fő kategóriába sorolhatók: az egyik a hibridizáción alapuló markerek (pl. RFLP), míg a másik a PCR-alapú technikák, mint például RAPD, AFLP, SSR, SNP és CDDP markerek.

Collard és Mackill, a CDDP technika kidolgozói, 2009-ben elsőként alkalmazták ezt az eljárást rizsgenotípusok polimorfizmusának vizsgálatára. A módszer alapját olyan primer szekvenciák alkotják, amelyeket különböző növényfajok jól ismert génjeinek fehérjeszekvenciái alapján terveztek meg (Collard és Mackill 2009, Liu 2020). Ez a megközelítés kifejezetten a génrégiókra összpontosít, ami előnyt jelent a kvantitatív tulajdonságok térképezésében (QTL-mapping) a véletlenszerű markerekkel szemben. A CDDP technika rövid, konzervált szekvenciákat céloz meg, amelyek a növényi genomban több helyen is előfordulnak, ezáltal számos primerkötő helyet biztosítanak (Collard és Mackill 2009).

A módszer egyik fő alkalmazási területe a funkcionális gének azonosítása, amelyek szerepet játszanak a növények fejlődésében, valamint az abiotikus és biotikus stresszhatásokra adott válaszaikban. Ennek köszönhetően olyan molekuláris markerek fejleszthetők ki, amelyek szoros kapcsolatban állnak bizonyos fenotípusos tulajdonságokkal (Igwe et al. 2021).

A CDDP technika széles körben alkalmazható különböző növény- és gombafajok genetikai vizsgálatára, valamint tulajdonságaik és termőképességük javítására. Ezt az eljárást már sikeresen alkalmazták többek között a japán rózsza (*Rosa rugosa*), a krizantém (*Chrysanthemum*), a bazsarózsa (*Paeonia*), a datolyapálma (*Phoenix dactylifera*), a csicseriborsó (*Cicer arietinum*) (Hajibarat et al. 2015), a rizs (*Oryza sativa*), az áfonya (*Vaccinium* spp.) (Igwe et al. 2021, Liu 2020, Jiang és Zang 2017), valamint a késői laskagomba (*Pleurotus ostreatus*) (Golian et al. 2022) genetikai elemzésére és nemesítésére.

A CDDP markerek előnyös tulajdonságainak kihasználása kajsziparack-genotípusokat vizsgáltunk, hogy elemezzük genetikai variabilitásukat.

Anyag és módszer

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kertészettudományi Intézet Ceglédi Kutatóállomásától kapott 18 kajsziparack genotípus (1. táblázat) levélmintáit használtuk fel vizsgálatunkhoz.

1. táblázat A vizsgált kajsziarack genotípusok neve és eredete

No.	Genotípus	Eredete
1	'Bergeval'	'ORANGERED [™] Bhart' x 'Bergeron'
2	'Rózsakajsi C. 1406'	tájszelekció
3	'Bergeron'	francia eredetű magonc
4	'Gönci 83'	tájszelekció
5	'Ceglédi szilárd'	'Magyar kajsi' x 'Biborkajsi'
6	'Ceglédi zamatos'	'Rózsakajsi' x 'Mandulakajsi'
7	'Magyar Kajsi C. 256'	tájszelekció
8	'Ceglédi bájos'	'Ceglédi hajnalpír' x 'Korai piros'
9	'Ceglédi biborkajsi C. 307'	tájszelekció
10	'Ceglédi biborkajsi'	magyar eredetű magonc
11	'Farco'	francia szelekció
12	'Harcot'	('Geneva' x 'Naramata') x ('Modern 604') x ('Phelps' x 'Perfection')
13	'Harval'	'Veecot' x 'HW435'
14	'H-IV. 2/14'	szelekció
15	'H-III. 10/21'	szelekció
16	'H-II. 45/58'	F2 hibridje a ('Rózsakajsi' x 'Mandulakajsi') x 'Magyar kajsi'
17	'H-II. 50/58'	F2 hibridje a ('Rózsakajsi' x 'Mandulakajsi') x 'Magyar kajsi'
18	'Tsunami'	francia szelekció

A DNS-extrakciót a NucleoSpin® Plant II DNS-kivonó készlet gyártói protokollja alapján végeztük, polivinil-pirrolidon (PVP) hozzáadásával a kivonás hatékonyságának növelése érdekében. A DNS-minták minőségét agaróz gélelektroforézissel és NanoDrop spektrofotométerrel ellenőriztük, majd a megfelelő tisztaságú és koncentrációjú mintákat használtuk fel a további molekuláris elemzésekhez. A polimeráz láncreakcióhoz (PCR) Phusion (ThermoFisher) nagyfidelitású polimerázt alkalmaztunk a gyártói előírásoknak megfelelően, 10 µl végső reakcióterfogat. Az amplifikációt Bioer PCR készüléken végeztük, a 2. táblázatban feltüntetett CDDP primerek és a 3. táblázatban meghatározott paraméterek szerint. Az így keletkezett PCR-termékeket 1%-os TBE agaróz gélen elektroforézissel választottuk szét a fragmentumokat.

2. táblázat A 18 kajsziarack elemzése során használt 6 CDDP marker neve, szekvenciája és GC%-a

Locus	Sequence (5'→3')	GC%
MADS-4	CTSTGCGACCGSGAGGTG	72
WRKY-F1	TGGCGSAAGTACGGCCAG	67
WRKY-R1	GTGGTTGTGCTTGCC	60
WRKY-R2	GCCCTCGTASGTSGT	67
WRKY-R3	GCASGTGTGCTCGCC	73
WRKY-R3B	CCGCTCGTGTGSACG	67

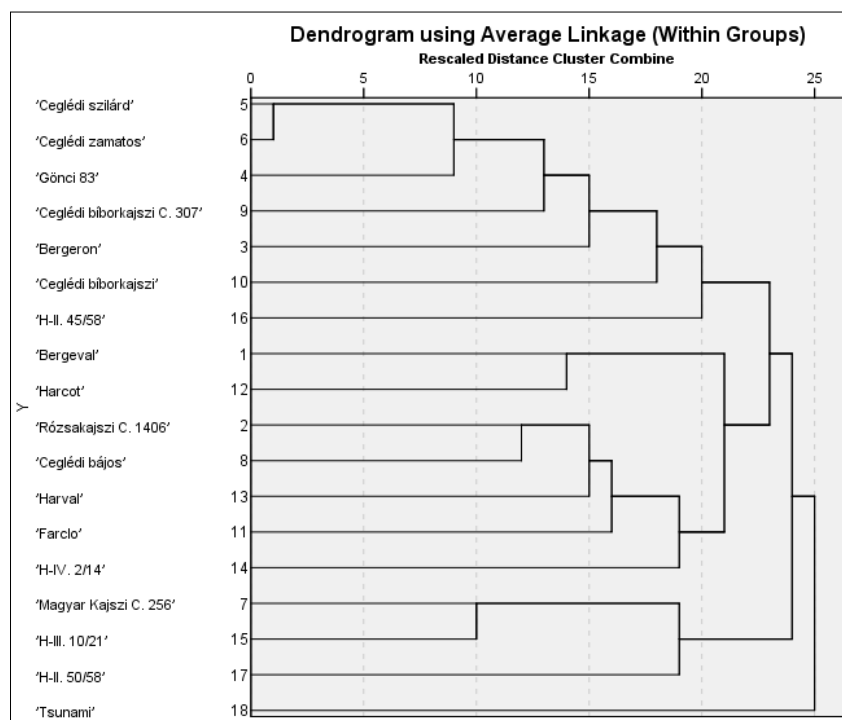
3. táblázat A vizsgálat során alkalmazott PCR program paraméterei

Lépés neve	Hőmérséklet	Idő	Ciklus
elődenaturálás	98 °C	3 min	1x
denaturálás	98 °C	10 s	
primerkitapadás	50 °C	15 s	32x
lánchosszabbítás	72 °C	45 s	
végső lánchosszabbítás	72 °C	5 min	1x

Eredmények

A 18 kajsziarack genotípust 6 CDDP primerrel vizsgáltunk, melyek közül a WRKY-R2 nem amplifikált fragmentumot. A WRKY-F1 és a WRKY-R3-as markerek mutatták a legnagyobb polimorfizmust, az előbbi 366, míg az utóbbi 296 fragmentumot szaporított fel a genotípusokban összesen. A kielemezett gélek alapján az eredményekből bináris táblázatot készítettünk, majd hierarchikus klaszteranalízissel dendrogramot rajzoltunk, melyet a 1. ábra mutat be. A dendrogramon öt nagyobb csoportot lehet látni. Önállóan alkot egy csoportot és genetikailag a legtávolabb áll a többi genotípushoz képest a 'Tsunami'. Egy másik csoportot csak 3 genotípus alkotja, a 'H-III. 10/21', a 'Magyar kajszi C. 256', valamint a 'H-II. 50/58'. A harmadik csoportot mindössze kettő genotípus, a 'Bergeval' és a 'Harcot', míg a többi genotípus a másik két csoportban oszlik el. Mindezek mellett az is látható ábrán, hogy a 'Ceglédi szilárd'-ot és a 'Ceglédi zamatos'-t nem sikerült elkülöníteni egymástól.

1. ábra A 18 kajsziarack genotípus 6 CDDP markerrel készített dendrogram eredménye



A vizsgált mintákat annak ellenére, hogy viszonylag alacsony markerszámmal vizsgáltuk meg, jól el tudtuk különíteni egymástól, egyedül a 'Ceglédi szilárd'-ot és a 'Ceglédi zamatos'-t nem sikerült, így a későbbiekben érdemes lenne több CDDP markert bevonni a kísérletekbe, illetve esetleg egy új markertechnika bevonásával el tudjuk választani a korábban említett két genotípust.

Irodalom

- Kondrostami, M. és Rahimi, M. (2015): Molecular Markers in Plants: Concepts and Applications. Department of Biotechnology, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
Department of Biotechnology, Institute of Science and High Technology and Environmental Sciences, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran
- Collard, B. C. Y. és Mackill, D. J. (2009): Conserved DNA-Derived Polymorphism (CDDP): A Simple and Novel Method for Generating DNA Markers in Plants. *Plant Molecular Biology Reporter*, **27**, 558-562.
- Liu, H.; Zang, F.; Wu, Q.; Ma, Y.; Zheng, Y. és Zang, D. (2020): Genetic diversity and population structure of the endangered plant *Salix taishanensis* based on CDDP markers. *Global Ecology and Conservation*, **24**, e01242.

- Igwe, D. O.; Iheahalu, O. C.; Osano, A. A.; Acquah, G. és Ude, G. N. (2021): Genetic Diversity and Population Assessment of *Musa* L. (*Musaceae*) Employing CDDP Markers. *Plant Molecular Biology Reporter*, **39**, 801-820.
- Hajibarat, Z., Saidi, A., Hajibarat, Z., Talebi, R. (2015): Characterization of genetic diversity in chickpea using SSR markers, Start Codon Targeted Polymorphism (SCoT) and Conserved DNA-Derived Polymorphism (CDDP). *Physiol Mol Biol Plants*, **21**(3), 365-373.
- Jiang, L., Zang, D. (2020): Genetic diversity and population structure of the endangered plant *Salix taishanensis* based on CDDP markers. *Global Ecology and Conservation*, **24**, e01242.
- Golian, M., Chlebová, Z., Žiarovská, J., Benzová, L., Urbanová, L., Hovanáková, L., Chlebo, P., Urminská, D. (2022): Analysis of Biochemical and Genetic Variability of *Pleurotus ostreatus* Based on the Glucans and CDDP Markers. *Journal of Fungi*, **8**, 563.

KUKORICA CROPEX FAJTAÖSSZEHASONLÍTÓ KÍSÉRLET ÉRTÉKELÉSE MULTISPEKTRÁLIS UAV SEGÍTSÉGÉVEL

Bódi Zoltán

Syngenta Kft, Budapest

A Syngenta Kft. zeleméri CropEx bemutató helyszínén, barna erdőtalajon beállított fajtaösszehasonlító kísérletben vizsgáltam a kukorica hibridek tőszám és műtrágyareakciójának hatását multispektrális UAV segítségével. A multispektrális UAV alkalmazása egy hatékony módszer a kísérletek gyors és a terepi méréseknél jelentősen részletesebb adatok gyűjtését lehetővé tevő nyomon követésére, új lehetőségeket biztosítva a tudományos kutatásban. Számos terepi mérést és légi felmérést végeztem az új bevezetésű Syngenta kukorica hibridek műtrágya és biostimulátor kezelésekre adott válaszána vizsgálatára, ezáltal követve azok élettani, termelési és stressztűrő képességére gyakorolt hatását. A kapott terméseredmények és a légi úton gyűjtött adatok (NDVI, GCI) alkalmazása változatos adatforrást biztosított az értékeléshez. A vizsgálatok alapján, a kezelések hatékonyságát kiválóan lehet detektálni UAV eszközzel. A kiválasztott kukoricagenotípusoknál megállapítható volt a statisztikailag igazolható különbség minden kezelés esetén. Gyakorlati tapasztalat volt, hogy az UAV-val a V6-V8 időszakban kiválóan el lehet különíteni a lombzat felvételezés alapján az egyes genotípusokat növekedési erély, levélfelület, esetleges fattyasodás alapján. A szántóföldi kezelések (N trágyázás kultivátorral, biostimulátorok) kijuttatás előtti és időjárás függvényében (legalább 20 mm lehulló csapadék a kezelést követően) 4 héttel elvégzett UAV felvételezés között megbízható eredményt kaptunk. A kezelések hatása jól kimutatható volt a kapott GCI és NDVI értékeken. A légi felvételezés és az utómunka a terepi méréseket a szakirodalom alapján megbízhatóan helyettesítheti, nem kevés idő és anyagi ráfordítás csökkentés mellett. A mai feldolgozási technológiák révén szoftveresen egy mezoparcellában számos elrendezést és ismétlésszámot lehet beállítani, ezzel növelve az adatok megbízhatóságát és lehetőséget biztosít a terepi heterogenitási problémák kiszűrésére is.

Kulcsszavak: multispektrális UAV, kukorica, GCI, NDVI

EVALUATION OF CORN CROPEX VARIETY COMPARISON EXPERIMENT USING MULTISPECTRAL UAV

Z. BÓDI

Syngenta Kft., Budapest

In a variety comparison experiment set up on brown forest soil at the CropEx demonstration site of Syngenta Kft. Zelemér, I examined the effect of plant density and fertilizer response of corn hybrids using a multispectral UAV. The use of multispectral UAV is an effective method for monitoring experiments quickly and allowing for the collection of significantly more detailed data than field measurements, providing new opportunities in scientific research. I conducted numerous field measurements and aerial surveys to examine the response of newly introduced Syngenta corn hybrids to fertilizer and biostimulant treatments, thereby following their effects on their physiological, production and stress tolerance. The obtained yield results and the use of aerial (NDVI, GCI) surveys provided a diverse data source for the evaluation. Based on the studies, the effectiveness of the treatments can be detected excellently with a UAV device. A statistically verifiable difference could be established for the selected corn genotypes in each treatment. It was a practical experience that the UAV survey performed during the V6-V8 period can excellently separate the individual genotypes based on canopy recording based on growth vigor, leaf area and possible tillering formation. We obtained reliable results between the UAV recording performed before the field treatments (N fertilization with a cultivator, biostimulants) and 4 weeks after the application, depending on the weather (at least 20 mm of precipitation after the treatment). The effect of the treatments was clearly visible on the obtained GCI and NDVI values. Aerial recording and post-processing can reliably replace field measurements based on the literature, while significantly reducing time and financial expenditure. Thanks to today's processing technologies, numerous layouts and replication numbers can be set in a mesoplot by software, thus increasing the reliability of the data and providing the opportunity to filter out field heterogeneity problems.

Key words: multispectral UAV, corn, GCI, NDVI,

Bevezetés

A precíziós gazdálkodás napjainkban a különböző szenzorok és eszközök használatával gyors és objektív, adat alapú döntéshozatalt tesz lehetővé. A mezőgazdasági megfigyelésekhez valós idejű adatokra van szükség a vizsgált parcellákról. Az NDVI a fotoszintetikusan aktív vegetáció indikátora és értéke egybeesik a terület növényzettel borítottságának fajlagos klorofill- és biomassza-tartalmával, ezért a gazdálkodók számára létfontosságú információkat ad. A nagy térbeli és időbeli felbontású képeket tartalmazó multispektrális kamerák a növényzet borításának és tipológiájának, a biomassza- (Spitkó et al. 2022) és vegetációelemzésnek és a tápanyagellátás meghatározásában is kiváló eszközt adnak a kezünkbe. A megfelelő időpontban végzett optikai felvételezésekkel jól becsülhető a kukorica biomassza mennyisége és az egyes műtrágyakezelések hatékonysága is (Illés et al. 2024). A tápanyagok célzott kijuttatása alapvető fontosságú a termelékenység csökkenéséhez vezető hiányok elkerülése érdekében (Árendás et al. 2020). A kukoricatermesztés során a genotípushoz jól megválasztott tőszám alkalmazása, a hibridspecifikus nitrogén kiadása (Csajbók et al. 2024) vagy a célzott biostimulátorok fokozhatják (Ssemugenze et al. 2025) az egészséges állomány kialakulását, növekedését, fejlődését és termését, csökkentve az abiotikus és a biotikus stresszek káros hatását a növényi élettani folyamatok elősegítésével.

A távérzékelésen alapuló mezőgazdasági monitoring rendszerek alkalmasak a tápanyag-ellátottság állapotáról, a növekedési fázisokról és a várható terméshozamokról azonnali tájékoztatást adni, kiegészítve a kézi mérési eszközökkel. A növények egészségügyi állapota, az egyes kezelésekre (legyen az tápanyagkijuttatás, vagy agrotechnikai elem megváltoztatása) adott genotípus válaszreakció vagy épp a terméshozam becslése kritikus fontosságú ahhoz, hogy a gazdálkodók, felvásárlók korrekt döntéseket hozhassanak. A gazdálkodók gyorsan azonosíthatják azokat a táblákat, ahol az agrotechnika beavatkozásra szorul vagy a kapacitásuk felhasználását ésszerűsíteni kell.

Jelen tanulmány célja, az volt, hogy megfigyeljük az összefüggést a különböző szántóföldi és távérzékelési mérések között kukorica mezoparcellában. Összehasonlítva a helyszíni méréseket és UAN (drón) alapú felvételekből származó vegetációs indexekkel. Ezen kölcsönhatások mélyebb ismerete lehetővé teszi a biomassza jobb kvantitatív becslését és a korai hozamelőrejelzését spektrális érzékeléssel, figyelembe véve a napi és szezonális változásokat. Lehetőséget biztosíthat különféle, az abiotikus stressztényezők eliminálást elősegítő beavatkozások (biostimulátorok, célzott tápelemek kijuttatása) elvégzésére.

Anyag és módszer

A vizsgálat helyszíne a Syngenta Kft. CropEx bemutatóhelye volt Zeleméren (47° 37, 46" É, 21° 34, 03" K, 142 m tsz) 2023-ban. A barna erdőtalajon, jó kultúrállapottal bíró helyszínen, periodikusan szerves trágyával és magas termőszinthez mért tápanyagutánpótlásban részesült a kísérleti tér. Az elővetemény kukorica volt. A pH 6,2-6,4 között alakult. Az előzetes talajvizsgálatot a Syngenta precíziós, nagyfelbontású Interra® Scan szolgáltatásával végeztük, ez alapján helyeztük el a kísérletet az adott blokk, talajra alapozott leghomogénebb területére. Kálium és foszfor-ellátottsága jó, humusztartalma 2,7%. A kísérletet nem öntöztük, április 1-től augusztus végéig 313 mm csapadék hullott le, a kukorica termesztés szempontjából optimális időközönként. Az akkumulált GDD érték vetéstől a fiziológiai érésig szintén magasnak tekinthető 1378 °C, így optimális napsugárzási viszonyok valósultak meg. Az átlaghőmérséklet 27,2°C maximum és 15,6°C minimum volt, a hőségnapok száma (30 °C feletti napi maximum hőmérséklet) 36 nap volt a vegetáció során. A kísérletet május 2-án vetettük.

A tőszám és nitrogéntrágyázási blokkban változtatható tőszámkijuttatásra képes nagyüzemi vetőgéppel (Väderstad Tempo) valószínűsítettük meg az 55, 75 és 90 ezer tő/ha blokkokat alacsony (60 kg ha⁻¹) és magas (170 kg ha⁻¹) N-szintekkel. A kísérleti blokkban még Vixeran és Quantis baktérium és biostimulátor kezelést is végeztünk, de jelen dolgozatban e kezelések hatását nem tárgyaljuk. A vetéssel egy menetben talajfertőtlenítő (Force Evo, 20 kg ha⁻¹ dózisban) is kijuttatásra került, illetve a pontos N dózisokat, kultivátorral egy menetben folyékony formában juttattuk ki a területre (a talajba közvetlen bekeverve, pontos számítógép vezérelt adagolással).

A multispektrális UAN repülést (DJI Phantom 4) június 13-án végeztem közvetlen a N kijuttatás előtt. A június 13-i drónos repülés előtt két héttel (V6-V8), az állomány homogenitását, növényborítottságát (canopy) már előzetesen drónnal meghatároztuk, de

terjedelmi okok miatt e mérés eredményeit nem részletezem. Ugyanakkor megjegyzem, hogy a légi és a vizuális mérések eredményei a fejlődési erélyt tekintve megegyeztek. A kezelés után 56 mm csapadék hullott, így a műtrágya hasznosulásának a víz, mint „oldószer”, nem volt gátja. A következő mérést július 12-én végeztem. A képi adatok feldolgozásához a Skygliph és a Solve felhő alapú adatfeldolgozási rendszerét használtam.

A normalizált vegetációs index (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) egy dimenzió nélküli mérőszám, amely célzott területi felbontással kifejezi egy vizsgált terület vegetációs aktivitását. A kukorica (kezdeti) fejlődésének megfigyelésére, egészségi állapotának felmérésére, a tápanyagellátottság mérésére, a nitrogénhiány területileg differenciált meghatározására kiválóan felhasználható. Szintén hasznos növényi vegetációs index a Zöld klorofill vegetációs index (GCI). A távérzékelés során a GCI vegetációs index használható a levél klorofilltartalmának becslésére. A klorofilltartalom a növényzet élettani állapotát tükrözi; stresszes növényekben csökken, ezért a vegetáció egészségének mérésére is felhasználható. A betakarítást négy ismétlésben kisparcellás kombájnnal végeztük.

Eredmények

A genotípusok között jelentős eltéréseket mértünk a termés mennyiségében (1. táblázat). Köszönhetően a kedvező időjárási (csapadékeloszlás) viszonyoknak, a 90 ezer tő/ha sűrítési szinten sem voltak a vizsgált hibrideknél termékenyülési (meddő tő nélkül) és agronómiai (szárszilárdsági, szárkannibalizmus nélkül) problémák még az alacsony intenzitási szint mellett sem. A legmagasabb termésszinteket itt kaptuk, az 'SY Solandri' (FAO380-400) 16,52 t ha⁻¹, míg az 'SY Minerva' (FAO420-440) esetében 16,18 t ha⁻¹ volt. A kontroll (alacsony intenzitás) kezelések közötti adatok szignifikánsan eltértek egymástól, ez összefügg a hibridek tápanyagreakciójával és karakterisztikájával.

A vizsgálataink kiemelt célja volt, hogy a különböző intenzitási szintek és tőszámok elkülönítése lehetséges-e az optikai eszközzel (multispektrál UAV). Létezik-e összefüggés egy számszerűsített fotoszintetikus-aktivitás adat (NDVI, GCI) és a realizált termésmennyiség között? A kezelések hatása, az emelkedő N szint és a tőszám változását mennyire lehet nyomon követni az optikai felvételezéssel? A kézi SPAD mérés időigényes folyamat, mely után táblázatkezelés, feldolgozás szintén jelentős óraszámot feltételez. Az UAN repülés az egész blokk (1,5 ha) felett, alacsony magasságon (50 m) és magas felbontási szint mellett közel 40 percet vett igénybe. Az ortofotó készítése feltöltéssel együtt a mai technológiával kb. 1 óra időintervallum, a térinformatikai rendszerek felhasználóbarát megoldásaival, az egész terület parcellánkénti elosztása szintén kb. 1 óra munkaidőt jelent. Tehát a kézi felvételezés és az UAN felvételezés közül a légi felvételezés abszolút gyorsabb. Hátránya az időjárási faktorokból ered, napszak, felhőzet, szélsősebesség mértéke erősen befolyásolja a munkavégzés lehetőségét. A szakirodalmi adatok alátámasztják a kézi és a légi felvétel közötti erős korrelációt (Csajbók *et al.* 2022), melyet a gyakorlati tapasztalataim alapján megerősíték, a kézi SPAD (Konica Minolta 502) méréseim erős korrelációt mutattak ($r = 0,78-0,94$) a légi felvételek (GCI) adataival mindkét mérés esetén. A kezelés előtti GCI értékek az 'SY Solandri' esetében 2,632 és 3,958 között változtak, az átlag 3,32 volt. Az NDVI értéke ugyanezen genotípusnak 0,723 és 0,792 között változott. Az 'SY Minerva' esetében a GCI érték 3,066 és 4,18 között volt, az NDVI esetében 0,698 és 0,749 között változott. A nitrogén trágyázásnak szignifikáns hatása volt a fotoszintetizáló levélfelület alakulására. A kedvező csapadékelátottságú körülmények között nevelt növények a kezelés után egy hónappal az alacsony intenzitás mellett GCI átlaga 9,57 volt illetve magas intenzitás mellett 10,174 az 'SY Solandri' esetében. Ugyanez az érték az 'SY Minervá'-nál 9,57 és 9,96 volt. Az NDVI értékük kezelés után az 'SY Solandri'-nál a három tőszám átlagában 0,891 és 0,894 volt, az 'SY Minervá'-nál pedig 0,892 és 0,895.

A Pearson-féle korreláció igen erős kapcsolatot ($r = 0,89-0,98$) mutatott mindkét felvételezési időpont adatainak a terméssel kapott értékekkel, minden tőszám és nitrogéntrágyázási szinten. A fotoszintetikus aktivitás a legnagyobb mértékben a magas intenzitású szinten mutatkozott meg az 'SY Solandri' hibrid esetében, ez a hibrid, trágyareakciója alapján a „versenyló” kategóriába esik, magas nitrogén dózis szint mellett, ha az időjárási feltételek kedvezőek, igen magas termésszintre képes.

1. táblázat Az intenzitási szint és a tőszám hatása a két vizsgált hibrid terméseredményére (t ha⁻¹) Zelemér, 2023

Intenzitási szint	Kezelés (tőszám ezer tő/ha)			SzD _{5%}
	55	75	90	
SY Solandri				
Alacsony	12,71	14,19	15,16	0,48
Magas	13,31	15,16	16,52	0,31
SY Minerva				
Alacsony	13,21	14,83	15,08	0,72
Magas	14,13	15,32	16,18	0,29

2. táblázat. Az intenzitási szint és a tőszám GCI és NDVI értékei kezelés előtt és kezelés után, Zelemér, 2023

Kezelés előtti felmérés június 13.						
Intenzitási szint és tőszám (e tő/ha)						
Alacsony				Magas		
GCI	55	75	90	55	75	90
SY Solandri	3,092	3,552	3,958	2,632	3,226	3,491
SY Minerva	3,066	3,655	4,188	3,308	3,852	4,170
Alacsony				Magas		
NDVI	0,723	0,753	0,79	0,733	0,765	0,792
SY Solandri	0,722	0,749	0,771	0,698	0,734	0,744
SY Minerva						
Kezelés utáni felmérés július 12.						
Alacsony				Magas		
GCI	55	75	90	55	75	90
SY Solandri	8,991	9,633	10,108	9,582	10,275	10,665
SY Minerva	8,989	9,712	10,009	9,591	10,079	10,235
Alacsony				Magas		
NDVI	0,886	0,891	0,896	0,888	0,895	0,901
SY Solandri	0,886	0,893	0,897	0,890	0,895	0,900
SY Minerva						

Eredményeinek alapján igazoltuk, hogy a megfelelő időpontban végzett optikai felvételezéssel egyaránt jól becsülhető a kukorica válaszképzése a műtrágya kezelésekre és az egyes műtrágyakezelések hatására kialakuló jövőbeli terméskülönbség mértéke is.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a GINOP-2.1.2-8-1-4-16-2019-00769 támogatásával készült.

Irodalom

- Árendás, T., Bónis, P., Fodor, N., Marton, L. Cs., Balassa, Gy. (2020): Hibridspecifikus nitrogéntrágyázás – Örök futurizmus vagy alkalmazott technológiai elem? *AGROFÓRUM EXTRA*, **87**, 70-72.
- Csajbók, J., Buday-Bódi, E., Nagy, A., Fehér, Z.Z., Tamás, A., Virág, I.C., Bojtor, C., Forgács, F., Vad, A.M., Kutasy, E. (2022): Multispectral Analysis of Small Plots Based on Field and Remote Sensing Surveys—A Comparative Evaluation. *Sustainability*, **14**, 3339.
- Csajbók, J., Kutasy, E., Ábrahám, É. B., Seres, E., Szabó, A., Dóka, L. F., Virág, I. C., Vad, A., Pepó, P. (2024): A nitrogénmegosztás hatása a csemegekukorica (*Zea mays* L. *convar. saccharata* Koern) hibridek növényfiziológiai tulajdonságaira és termésére. *Növénytermelés*, **73**, 67-88.
- Illés, Á., Széles, A., Harsányi, E., Nagy, J., Bojtor, C. (2024): Vizuális alapon történő biomassza becslés multispektrális uav segítségével szántóföldi kisparcellás tartamkísérletben. In: LXV. Georgikon Napok Tudományos Konferencia = 65th Georgikon Days Scientific Conference /szerk. Pőr Csilla, Szabó-Soós Adrienn, Szabó Péter, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Georgikon Campus, Keszthely, 135-136.
- Spitkó T., Szőke, Cs., Sipos, Á., Kovács, A., Csepregi-Heilmann, E., Pintér, J., Berzy, T., Marton, L. Cs. (2022): A kukorica eltérő fenofázisában mért NDVI értékei és terméskomponensei közötti összefüggés vizsgálata. *Növénytermelés*, **71**, 211-223.
- Ssemugenze, B., Ocwa, A., Kuunya, R., Gumisiriya, C., Bojtor, C., Nagy, J., Széles, A., Illés, Á. (2025). Enhancing Maize Production Through Timely Nutrient Supply: The Role of Foliar Fertiliser Application. *Agronomy-Basel*, **15(1)**, 1-17.

MÓDSZEROPTIMALIZÁLÁS A HEI10 MEIOTIKUS
REKOMBINÁCIÓS JAVÍTÓFEHÉRJE GENOMSZINTŰ
KIMUTATÁSÁRA: IMMUNCITOKÉMIAI ALKALMAZÁSOK A
KROMOSZÓMÁLIS CROSSING OVER HELYEK FELTÁRÁSÁRA
KENYÉRBÚZÁBAN

**Chonata Jiménez Erika^{1,2}, Cseh András¹, Makai Diána^{1,2}, Czuprák-Szabados Fanni,^{1,2}
Polgári Dávid^{1,2}, Sepsi Adél¹**

¹HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

²Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Genetika és Biotechnológia Intézet, Gödöllő

A meiózis során a kromoszómaszám a felére csökken, majd a kialakult haploid ivarsejtek a megtermékenyítés során egyesülnek, lehetővé téve a diploid organizmusok ivaros reprodukcióját. A meiózis kulcs folyamata a fertilitásért és a genetikai sokféleségért felelős rekombináció, amely DNS kettős szálú törések (DSB) genomszerte történő kialakulásával kezdődik. Ezen DNS törések némelyike a homológ kromoszómapárok közötti kölcsönös genetikai cserén keresztül, úgynevezett crossoverek (CO-k) révén javítható. A DNS törések javításáért felelős egyik fehérje a HEI10 ligáz javítófehérje. A CO-k gyakorisága és eloszlása döntő fontosságú. Legalább egy genetikai átkereszteződés szükséges a homológ kromoszómák megfelelő szegregációhoz. Azonban az átkereszteződések pozíciója a kromoszómák mentén szabályozott, egyenetlen elosztást mutat, korlátozva a rekombinációt bizonyos régiókban. Korábbi kutatások citológiai analízist használtak a CO-k kiazmaként való megjelenítésére és azonosítására a metafázis első fázisában. A metafázis rövid időtartama a kromoszómák gyors mozgása és a preparálás minősége ebben a meiotikus fázisban befolyásolhatja a kromoszóma szerkezetét és az azonosítás pontosságát. A CO-k pontos mérése létfontosságú a meiotikus rekombinációt szabályozó mechanizmusok megértéséhez. A jelen kutatás során immuncitokémiai módszereket optimalizáltunk, hogy pontosan lemérhessük a CO-k gyakoriságát és eloszlását kenyérbúzában (*Triticum aestivum* L.). A különböző fixálási technikák összehasonlításával azonosítottuk a leghatékonyabb módszert a pontos CO jelek kimutatására. Különböző búzafajtákban a citológiai protokollok optimalizálásával és a HEI10 rekombinációs fehérje immunlokalizációjával sikeresen mutattunk ki az adott genotípusra jellemző frekvencia eltéréseket. A kidolgozott megközelítés hasznos lesz új allélkombinációk létrehozására, majd a nemesítési programokon keresztül jobb termés hozam elérésére.

A kutatást a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (TKP2021-NKTA) és a Nemzeti Laboratóriumok Program támogatta (RRF-2.3.1-21-2022-00007).

AZ EPIGENETIKAI MÓDOSULÁSOK SZEREPE A MEIOTIKUS REKOMBINÁCIÓ SZABÁLYOZÁSÁBAN – A DNS METILÁCIÓ VIZSGÁLATA CRISPR-CAS TECHNOLÓGIA ALKALMAZÁSÁVAL

Czuprák-Szabados Fanni^{1,2}, Éva Csaba¹, Kis András², Polgári Dávid^{1,2}, Fábíán Attila¹, Cseh András¹, Makai Diána^{1,2}, Erika Chonata Jiménez^{1,2}, Sepsi Adél¹

¹HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

²Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Genetika és Biotechnológia Intézet, Gödöllő

Az epigenetikai módosulások dinamikus változásai, úgymint a DNS metilációja és demetilációja, kulcsszerepet játszanak a gamétaképződéshez kapcsolódó folyamatok szabályozásában. A DNS metilációs mintázatának változása szabályozza a kromatin kondenzációját, befolyásolva ezzel a DNS hozzáférhetőségét a szabályozó elemek számára, valamint hat a DNS hasítási és javítási mechanizmusaira. A meiózis I. profázisában bekövetkező DNS kettősszalú törések, és azoknak crossover-ként történő javítása hozzájárul a genetikai változatosság kialakításához a szülői allélok átrendeződésével. A homológ kromoszómák közötti rekombinációs események elhelyezkedése és gyakorisága agrárgazdasági jelentőséggel bír kultúrnövényeink esetében. A nagy genommal rendelkező gabonafélékben, például az árpában (*Hordeum vulgare* L.) a túlnyomórészt szubtelomerikus elhelyezkedésű crossoverek proximális régiók felé történő eltolása lehetőséget teremthet az agronómiailag fontos tulajdonságokat kódoló gének más génekkel együtt történő öröklődésének (ún. linkage-drag) megszüntetésére.

A kromometilázok (CMT-k) növény-specifikus citozin DNS-metiltranszferázok, amelyek a DNS CHG metilációjának fenntartásában vesznek részt. Kutatásainkban célul tűztük ki a kromometiláz 1 (*chromomethylase 1*, CMT1) gén hatásának vizsgálatát a meiotikus sejtosztódásra és a fertilitásra. CRISPR Cas9 genomszerkesztési technológia alkalmazásával sikeresen létrehoztuk a gén funkcióképtelen mutáns vonalait. A mutáns vonalak immunohisztokémiai és fenotípusos jellemzése révén betekintést nyerhetünk a CMT1 gén reprodukív folyamatokban és genetikai rekombinációban betöltött szerepére, amely új megközelítést nyújt a biotechnológián alapuló hatékony növénynevelési programok kialakításához.

A kutatást a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (TKP2021-NKTA) és a Nemzeti Laboratóriumok Program támogatta (RRF-2.3.1-21-2022-00007). A Kulturális és Innovációs Minisztérium EKÖP-MATE/2024/25/D kódszámú Egyetemi kutatói Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

CSÍRÁZTATÓKÖZEG HATÁSA A KUKORICA GENOTÍPUSOK CSÍRAKORI HIDEGTŰRÉSÉRE

Csepregi-Heilmann Eszter¹, Spitkó Tamás¹, Szőke Csaba¹, Áldott-Sipos Ágnes¹, Pintér János¹, Berzy Tamás¹, Széles Adrienn², Marton L. Csaba¹

¹ HUN-REN ATK, Mezőgazdasági Intézet, Kukoricanemesítési Osztály, Martonvásár

² Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet, Kerpely Kálmán Doktori Iskola, Debrecen

Az elmúlt évek szélsőséges időjárási anomáliái, az éves csapadékmennyiség egyenlőtlen eloszlása és az Európa-szerte extrém magas hőmérsékletű, csapadékszegény nyarak, nem kedveztek a kukoricatermesztésnek. Az abiotikus stresszekkel (hideg és aszály) szembeni tűrőképesség javítása folyamatos kihívást jelent a növénynevelőknek.

A kukorica C4-es típusú, melegkedvelő növény, minden fenofázisában magas hőmérséklet mellett (30 °C) fejlődik leggyorsabban. A kukorica – tenyészidőszaka alatt – vetéskor, és az azt követő fenofázisban legérzékenyebb a hidegre. A vetés utáni alacsony talajhőmérséklet, a nem megfelelő hibridválasztás, elhúzódó csírázást és hiányos kelést okozhat.

Az a kukorica genotípus, amely jobban tolerálja a korai fejlődési szakaszában a hideget, gyorsabban fejlődik – lehetőséget ad a korai vetésre –, biztosítani tudja a magas kelési százalékot, és egyben a magas terméshozamot is. A korábban vetett kukorica vegetatív fejlődése is korábban befejeződik, melynek köszönhetően a reprodukív szakaszba hamarabb kerül. Így a nagy meleget és csapadékhiányos július közepi időpontot megelőzve, nagyobb biztonsággal ér el jó termékenyülést, majd magas hozamot, ami kulcsfontosságú kérdés a kukorica jövőbeni gazdaságos termesztésében.

Hét kukorica genotípust vizsgáltunk, két kezelést (kezeletlen/csávázott), és négyféle csíráztatóközeget alkalmazva. Kétféle alapközeget – csernozjom barna erdőtalajt és homokkal és marhatrágyával kevert kerti földet – és azok sterilizált (100 °C/24 óra) változatát használtuk. A sterilizált talajban a kórokozók fertőzésének veszélye kisebb, így magasabb kelési százalékra számítottunk, csakúgy, mint a csávázott vetőmagok esetében. Memmert-típusú klímasekrényben végeztük a kísérletet (8 °C/10 nap, majd 13,5 °C/30 nap; 10^h/14^h, sötét/világos periódus) csírákori hidegtűrés megfigyelésére kontrollált körülmények között.

Az eredmények részben megerősítették a várakozásunkat: a sterilizált kukoricaföldben volt a legmagasabb a kelési százalék, valamint a csávázás hatása is igazolható volt minden alkalmazott közegben. Azonban a kerti föld/homok/marhatrágya keverék sterilizált változata bizonyult a leggyengébbnek a kelési eredmények tekintetében.

A TKP2021-NKTA-06 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

FÖLDIMOGYORÓ A MAGYAR MEZŐGAZDASÁGBAN: NEMZETKÖZI KITEKINTÉS, KIHÍVÁSOK ÉS LEHETŐSÉGEK

Csizi Balázs¹, Széles Adrienn¹, Nagy János¹, Balla Zoltán²

*¹Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Földhasználat, Műszaki és Precíziós Gazdálkodási Technológiai Intézet, Kerpely Kálmán
Doktori Iskola, Debrecen*

²Magyar Földimogyoró[®], Zákányszék

A földimogyoró világszerte népszerű olajos mag, amelynek globális termelése 2024-ben elérte az 50,48 millió tonnát az USDA adatai szerint. Sokoldalúan felhasználható: snackként, édességekben, mogyoróvajként, valamint fehérjében gazdag takarmányként az állattenyésztésben. A földimogyoróolaj sütésre, a mogyoróliszt főzésre, a héja pedig fűtésre is alkalmazható. Az egyre növekvő kereslet – különösen az egészségtudatos fogyasztók körében – új lehetőségeket nyithat a hazai mezőgazdaság számára.

A földimogyoró termesztése globális szinten egyre nagyobb jelentőséggel bír, mivel táplálkozási értéke és sokoldalú felhasználhatósága kiemelkedő. Kína vezeti a világ földimogyoró-termelését, míg Argentína és az Egyesült Államok a kiváló minőségű terményéről ismert. Ázsiában is jelentős mennyiségben termesztik. Európába először 1840-ben hozta be Jaubert a Zöld-foki-szigetekről Marseille-be. A múltban kávépótlóként is használták, és olyan nevenek forgalmazták, mint „afrikai diókávé” vagy „osztrák kávé”.

Magyarországon a földimogyoró-termesztési kísérletek az 1930-as években kezdődtek a Magyar Alföldi Mezőgazdasági Kísérleti Intézetben. Az 1950-es években, Bruder János irányítása alatt, Mezőhegyes és Medgyesegyháza térségében mintegy 300 hektáron folyt a termesztés. Bár kezdetben ígéretesnek bizonyult, a földimogyoró hosszú ideig nem vált jelentős kultúrnövénné Magyarországon. Az utóbbi években azonban a klímaváltozás következtében egyre jobban alkalmazkodik a hazai körülményekhez, ami rámutat arra, hogy a földimogyoró jelentős szerepet tölthet be a magyar mezőgazdaság jövőjében.

A TKP2021-NKTA-32 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

TÁROLÁSI KÓROKOZÓK HATÁSA PAPRIKA TERMÉSEK MINŐSÉGI PARAMÉTEREIRE

**Danielle Raviv-Garbi¹, Aline Martin Hoepers¹, Juhász Ákos², Tarnawa Ákos³, Csilléry
Gábor⁴, Kovács Zsófia¹**

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, GBI, GGT, Gödöllő

²Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, GBI, MABT, Gödöllő

³Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, NTTI, GACS, Gödöllő

⁴PepGen Kft., Budapest

A paprika tárolásának megfelelő körülményei kulcsfontosságúak a minőség megőrzése és a veszteségek minimalizálása érdekében. A nem megfelelő hőmérséklet és páratartalom elősegítheti a mikrobiológiai romlást, amelyet főként gombák (pl. *Botrytis cinerea*, *Alternaria sp.*) és baktériumok (*Erwinia sp.*, *Pseudomonas sp.*) okoznak. Ezek a kórokozók rothadáshoz, elszíneződéshez és állagromláshoz vezethetnek, csökkentve a paprika eltarthatóságát és piaci értékét. Munkánk során egy tárolási kísérlet keretein belül, illetve mesterséges fertőzések elvégzésével vizsgáltuk, hogy a különböző termésszínű, és különböző érésfázisú paprika termékek hogyan reagálnak az egyes mikroba fertőzésekre.

A vizsgálatokhoz használt termékek Csilléry Gábor nemesítőtől származtak. Közel izogén vonalakat használtunk, melyek gazdasági érettségükben zöld, illetve lila színűek, majd biológiai érettségben mindkét esetben pirosak. A termékeket 20 perces hipós rázatással felület sterilizáltuk, majd steril edényekbe helyeztük. A mesterséges fertőzéseket előzetesen beállított spóraszámú ($4,5 \times 10^5$ spóra/ml) *Alternaria alternata* kórokozóval végeztük. Ehhez a termékeken egy 5 mm széles és 2 mm mély sebet ejtettünk, ebbe pipettáztuk 5 μ L gomba szuszpenziót. A fertőzött termékeket 25 °C-on tartottuk magas páratartalom mellett. A fertőzések fenotípusát a 13. napon felvételeztük. A fenotípusos felvételezés mellett meghatároztuk a gomba DNS és paprika DNS arányát a mintákban qPCR segítségével.

A felületi sterilizálást követően, a tárolási kísérlethez használt közel izogén vonalakat 10 °C, illetve 25 °C-on tartottuk. A felületi sterilizálás ellenére romlásnak indult termékekből mikrobákat izoláltunk, majd ezekből tiszta tenyészetet hoztunk létre, melyeket DNS szekvencia és biokémiai tesztek segítségével azonosítottunk. Mind a fertőzött, mind pedig a romlásnak indult termékeknek vizsgáltuk a totál polifenol tartalmát, antioxidáns kapacitását, illetve pH-ját.

A mesterséges fertőzések kiértékelésekor azt tapasztaltuk, hogy a gazdasági érettségű lila színű termékek mind fenotípusosan mind a qPCR-rel történő meghatározás szerint szignifikánsan alacsonyabb fertőzöttségi mértéket mutattak, mint a biológiai érettségű piros termékek. A két érésfázis közt is szignifikáns különbségeket mutattunk ki a fenotípusos értékelések esetén, a mennyiségi meghatározáskor ezt már csak trendszerűen tudtuk igazolni.

A tárolás során romlásnak indult tenyészetek vizsgálatakor *Bacillus sp.*, *Serratia sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Klebsiella sp.* illetve *Lactococcus lactis*-t azonosítottunk.

A Kulturális és Innovációs Minisztérium EKÖP-MATE/2024/25/K kódszámú Egyetemi Kutatói Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

SZÁRAZSÁGI HATÁRON ELŐFORDULÓ KOCSÁNYTALAN TÖLGYESEK GENETIKAI TARTALÉKAI AZ ERDÉSZETI SZAPORÍTÓANYAG-GAZDÁLKODÁS SZEMSZÖGÉBŐL ÉRTÉKELVE

**Eperjesi Sándor Miklós¹, Móricz Norbert², Németh Tamás Márton², Lados Botond
Boldizsár¹, Cseke Klára¹**

¹*Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet, Nemesítési Osztály, Sárvár*

²*Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet, Ökológiai Osztály, Sárvár*

Magyarországon, akárcsak Délkelet-Európa jelentős részén, a zárt koronaszintű erdei ökoszisztémák életfeltételének a határán vannak, ahol a csapadék, a vízellátás képezi a vegetáció minimum tényezőjét. Hazánkban a szárazsági határ minden ökológiailag és gazdaságilag fontos fafaj esetében befolyásoló hatással bír. A kocsánytalan tölgyes állományaink egy része a száraz termőhelyeken tenyészik, és ahol eléri a termőhelyének szélső értékét, ott molyhos tölgygel képez elegyes állományokat. Az európai fehér tölgyek (*Lepidobalanus*) alnemzettségéhez tartozó két fajkomplex közötti reprodukciós gát hiánya miatt hibridizáció lép fel, de ennek mértékével kevés kutatás foglalkozott hazánkban.

Kutatásunkban országunk öt tájegységének (Bakony, Vértes, Mecsek, Börzsöny, Aggteleki-karszt) szárazsági határon előforduló kocsánytalan-molyhos tölgyes állományát tervezzük felmérni a genetikai mintázat és az aszálytolerancia szempontjából. A genetikai struktúra elemzésére sejtmagi mikroszatellit (nSSR) markereket alkalmazunk. A kutatás második pilléréként, dendrokronológiai elemzésekkel vizsgáljuk az aszályos években adott válaszreakciókat.

Jelen vizsgálatban egy előzetes genetikai elemzést végeztünk két kiemelt hazai régióból (Vértes, Aggteleki-karszt) származó mintasor, összesen 39 egyedén, amelyből 15 egyed Gánt, 24 pedig Jósvalő környékéről került begyűjtésre. A minták között egyaránt szerepeltek morfológiailag a két alapfajhoz (kocsánytalan tölgy és molyhos tölgy) sorolható egyedek, illetve hibrid bélyegekkel rendelkező egyedek is. A célunk az volt, hogy megtaláljuk azokat a potenciális marker szetteket, amelyek alkalmasak lesznek a rutinszerű elemzések kivitelezésére. Fontos szempont volt, hogy olyan markereket találjunk, amelyek alkalmasak lesznek mind a fajok elkülönítésére és az esetleges hibridek azonosítására, illetve a különböző földrajzi régiók megkülönböztetésére.

A két kiválasztott régió előzetes genetikai elemzése alapján a földrajzi és taxonómiai csoportok is elkülöníthetők voltak az alkalmazott 21 nSSR markerrel. A hibrid egyedek inkább a molyhos tölgyekhez állnak genetikailag közelebb. Csoportszinten értékelve ugyanakkor a hibrid csoportok a két alapfajhoz képest köztes pozíciót foglalnak el.

A mintaszám növelése, illetve a további populációk bevonása tovább segíti majd a hazai kocsánytalan tölgyes állományok genetikai struktúrájának feltárását, amelyhez az alkalmazott markerszettek megfelelő eszközként szolgálnak. Kutatásunk hozzájárul az erdészeti szaporítóanyag-gazdálkodás fejlesztéséhez, és végső soron a tartamos erdőgazdálkodás tervezéséhez is. Tölgyeseink genetikai szerkezetének, diverzitásának megismerése és a felelősen megtervezett és nyomon követett szaporítóanyag mozgatás növelheti a változatosságot, ami végső soron a zárt erdőállományok fennmaradását szolgálhatják.

TÖNKÖLY ÉS ŐSZI BÚZA GENOTÍPUSOK FEHÉRJE- ÖSSZETÉTELÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉSE

Fenyvesi Beáta¹, Tóth Viola², Jaksics Edina¹, Mikó Péter²
Tömösközi Sándor¹ és Rakszegi Marianna²

¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar,
Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék Gabonatudományi és Élelmiszerminőség
Kutatócsoport, Budapest,

² HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

Tizenkét genetikailag változatos tönköly és tizenkét kenyérbúza fehérjetartalmát és -összetételét vizsgáltuk két éves kísérletben (2021, 2022), beleértve a mérgező akrilamid képződésért felelős szabad aszparagin aminosav-tartalmát. Mértünk továbbá néhány sütőipari minőségi tulajdonságot (sikértartalom, Farinográf paraméterek). Megállapítottuk, hogy a két faj közül a tönköly szignifikánsan kisebb glutenin/gliadin és oldhatatlan polimer frakció aránnyal rendelkezik és ezek szignifikáns hatással vannak a sütőipari minőségre is. A tönköly nagyobb fehérjetartalma nagyobb szabad aszparagin aminosav-tartalommal is együtt járt, azonban ennek mennyisége a gabonafélékre jellemző átlagos értékekhez képest az alacsonyabb tartományban maradt, hasonlóan a kenyérbúzáéhoz. Az aszparagin mennyiségét szignifikánsan befolyásolta a fajta, ugyanakkor a környezet hatása elhanyagolható volt ebben a kísérletben, feltehetően a két év hasonló időjárási körülményeinek köszönhetően. Összességében azonban a két faj feltehetőleg közel hasonló veszélyességi szintet jelent a belőlük készült termékek akrilamid szintje tekintetében.

Kulcsszavak: tönköly, fehérje, őszi búza, diverzitás

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PROTEIN COMPOSITION OF SPELT AND WINTER WHEAT GENOTYPES

B. FENYVESI¹, V. TÓTH², E. JAKSICS¹, P. MIKÓ², S. TÖMÖSKÖZI¹ and M. RAKSZEGI²

¹Research Group of Cereal Science and Food Quality, Department of Applied Biotechnology and Food Science,
Faculty of Chemical Technology and Biotechnology, Budapest University of Technology and Economics

²HUN-REN Centre for Agricultural Research, Agricultural Institute, Martonvásár

We investigated the protein content and composition of twelve genetically diverse spelt and twelve bread wheat varieties in a two-year experiment (2021, 2022), including the free asparagine amino acid content responsible for toxic acrylamide formation. We also measured some baking quality traits (gluten content, Farinograph parameters). We found that from the two species, spelt has a significantly lower glutenin/gliadin and insoluble polymer fraction ratio, and these also have a significant impact on baking quality. The higher protein content of spelt was also associated with a higher free asparagine amino acid content, however, its amount remained in the lower range compared to the average values typical for cereals, similar to bread wheat. The amount of asparagine was significantly influenced by the variety, while the effect of the environment was negligible in this experiment, presumably due to the similar weather conditions of the two years. Overall, however, the two species probably pose a similar level of hazard in terms of acrylamide levels in products made from them.

Key words: spelt, protein, winter wheat, diversity

Bevezetés

A búza technológiai minőségének változatossága a raktározó fehérjékben található nagyfokú polimorfizmus eredménye (Shewry 1995). Különösen a gluteninek járulnak hozzá a tészta erősségéhez és rugalmasságához, míg a gliadinok a tészta nyújthatóságát határozzák meg (Ma et al. 2019). A gliadinok és gluteninek relatív aránya mellett, az oldhatatlan glutenin polimer frakció (UPP%) relatív mennyisége is meghatározza a búza technológiai minőségét (Shewry et al. 2003). Bár a sütőipari tulajdonságok genetikailag meghatározottak, a környezeti feltételek, így a gazdálkodási rendszerek, a genotípus-környezet kölcsönhatások, szintén

befolyásolják a gabona minőségét, különösen a fehérje- és sikértartalmat (Schober *et al.* 2006, Rakszegi *et al.* 2016).

A búzafehérjék bizonyos esszenciális aminosavakban, különösen lizinben és treoninban hiányosak, azonban gazdagok glutaminban és prolinban, amelyek fontos szerepet játszanak a térszaktaképzésben. Az esszenciális aminosavak aránya nagymértékben meghatározza a fehérjék hasznosságát az emberi szervezet számára, mivel ezeket az emberi szervezet nem képes szintetizálni (Azam *et al.* 2024; Hu *et al.* 2022; Rakszegi *et al.* 2023). Az aszparagin az egyik legnagyobb mennyiségben előforduló szabad aminosav a gabonában, és sokoldalú biológiai funkciói vannak. A szabad aszparagin reakcióba lép a redukáló cukrokkal, és egy káros melléktermék, az akrilamid képződik a Maillard-reakció révén, amelyet a magas hőmérséklet és az alacsony nedvességtartalom még inkább elősegít. Az akrilamid monomer egyszerre neurotoxikus és karcinogén. Így az akrilamid élelmiszerekben való jelenléte ma már fontos szabályozandó tényező az élelmiszeriparban. A gabonanemesítők a gabonafélék szabad aszparagin szintjének csökkentésével járulhatnak hozzá az élelmiszerek akrilamid szintjének csökkentéséhez. A szabad aszparagin mennyisége eltérő lehet a különböző gabonafajokban, így a rozsban találták a legnagyobb értékeket, míg árpában a legalacsonyabbat (Žilic *et al.* 2017). A környezeti tényezők és a szántóföldi kezelési gyakorlatok is befolyásolhatják a gabonafélék aszparagin szintjét. Az aszparagin mennyisége a késleltetett betakarítással, több napsugárzással és betegségnomással nőtt, míg a kénellátás és a gombaölő kezelés hatására csökkent a gabonaszemekben. Ez is hozzájárulhatott a megfelelő génforrások kiválasztásának sikertelenségéhez. (Curtis *et al.* 2009).

Célunk volt ezért két gabonafajban, a tönköly és a kenyérbúza fajtákban vizsgálni a szabad aszparagin aminosav mennyiségét és ennek összefüggését a gabonafehérje-tartalommal, valamint vizsgáltuk a tartalékfehérje összetételt és annak összefüggését néhány sütőipari tulajdonsággal.

Anyag és módszer

Két évjáratban (2021, 2022) vizsgáltunk 12 őszi búza és 12 tönköly fajtát, amelyeket a martonvásári HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézetében választottunk ki ötven genetikailag diverz őszi búza és ötven tönkölybúza genotípus két évjáratának (2021, 2022) néhány alapvető feldolgozóipari vizsgálati eredménye alapján végzett hierarchikus klaszter- és főkomponensanalízis alapján. A két évjárat időjárási körülményei hasonlóak voltak. A búzaszemek 15,5%-os nedvességtartalomra kondicionálását követően a teljes kiőrlésű mintákat Perten Laboratory Mill 3100, míg a fehér lisztet Chopin CD1 Laboratory Mill (CHOPIN Technologies, Villeneuve-la-Garenne, Franciaország) készülékekkel őrlöttük. Elementar Rapid N III Analyzer (Elementar Analysensysteme GmbH, Langenselbold, Németország) készülékkel történt a teljes kiőrlésű minták fehérjetartalmának mérése Dumas módszerrel az ICC 167 szabvány alapján. FOSS Tecator 1241 (FOSS, Hilleroed, Dánia) alkalmazásával és NIR módszerrel határoztuk meg a betakarított szemek keményítőtartalmát az ICC 202 szabvány szerint. A sikerfehérjék, a gluteninek és a gliadinok (Glu/Gli) mennyiségi arányának, valamint az extrahálhatatlan polimer fehérjék (UPP) mennyiségének meghatározása méretkizárásos nagy teljesítményű folyadékkromatográfiával (SE-HPLC) történt (Larroque és Békés 2000). Az aszparagin aminosav mennyiségének mérése a Megazyme L-ASPARAGINE/L-GLUTAMINE/AMMONIA (RAPID) módszerével történt (Megazyme, Írország). Glutomatic 2200 (Perten, Hamburg, Németország) műszerrel mértük a nedvessikértartalmat, majd számítottuk a sikerindexet (GI) az ICC 137/1 és ICC 155 szabványok szerint. A Zeleny-féle szedimentációs térfogat (ICC 116/1) mérését SediCom System készülékkel végeztük. Brabender Farinográf (Brabender, Duisburg, North Rhine-Westphalia, Germany) segítségével történt a térszta legfontosabb tulajdonságainak (térsztakialakulási idő, térszta stabilitás, vízfelvétel, térszta ellágyulás, farinográf értékszám) a meghatározása ICC 115/1 szabvány alapján.

Eredmények

A vizsgált 12 tönköly és 12 kenyérbúza fajta glutenin és gliadin, valamint oldhatatlan polimer fehérje frakciójának aránya (Glu/Gli és UPP%) szignifikánsan különbözött mindkét vizsgálati évben (1. táblázat). A szabad aszparagin aminosav mennyisége szintén különbözött a két fajban. A tönkölyben átlagosan kisebb volt a gluteninek és oldhatatlan fehérje polimerek aránya, de nagyobb a fehérjetartalom és az aszparagin aminosav mennyisége. A fajta hatása

szignifikáns volt a fehérjetartalom, a Glu/Gli arány és az aszparagin-tartalom esetén mindkét évben. A vízdíszható albumin és globulin fehérjék mennyiségét viszont a fajta nem befolyásolta egyik évben sem (2. táblázat).

1. táblázat A tönköly és a kenyérbúza fehérjetartalma és -összetétele közötti különbségek (2021, 2022)

		Fehérje-tartalom (%)	Glu/Gli	UPP (%)	A+G/ total	Glu/ total	Gli/ total	Asp (mmol/kg)
2021	Búza	13,45	1,06	59,04	17,07	42,59	40,34	2,55
	Tönköly	15,58	0,95	34,94	15,35	41,11	43,54	3,65
	Sig faj	**	*	***	**	n.s.	**	***
2022	Búza	14,82	1,02	55,86	14,13	43,27	42,6	2,48
	Tönköly	15,07	0,83	35,11	14,87	38,22	46,91	3,68
	Sig faj	n.s.	**	**	n.s.	**	**	***
2 év	Búza	14,14	1,04	57,45	15,6	42,93	41,47	2,52
	Tönköly	15,32	0,89	35,02	15,11	39,66	45,23	3,67
	Sig faj	n.s.	**	***	n.s.	**	**	***

A+G- albumin és globulin, Asp- aszparagin, Gli- gliadin, Glu- glutenin, UPP- oldhatatlan polimer fehérje

2. táblázat A fajta és az évjárat hatása a tönköly és a kenyérbúza fehérjetartalmára és -összetételére (2021, 2022)

		Fehérje-tartalom (%)	Glu/ Gli	UPP (%)	A+G/total	Glu/total	Gli/total	Asp (mmol/kg)
Tönköly	2021	15,58	0,95	34,94	15,35	41,11	43,54	3,65
	2022	15,07	0,83	35,11	14,87	38,22	46,91	3,68
	Sig fajta	**	**	n.s.	n.s.	**	*	***
	Sig évek	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	**	n.s.
Búza	2021	13,45	1,06	59,04	17,07	42,59	40,34	2,55
	2022	14,82	1,02	55,86	14,13	43,27	42,6	2,48
	Sig fajta	***	**	**	n.s.	**	**	***
	Sig évek	**	n.s.	n.s.	***	n.s.	**	n.s.
2 faj	2021	14,51	1,01	46,99	16,21	41,85	41,94	3,10
	2022	14,95	0,92	45,48	14,5	40,74	44,76	3,09
	összes átlag	14,73	0,97	46,23	15,36	41,30	43,35	3,09
	Sig fajta	***	***	***	n.s.	***	***	***
	Sig évek	n.s.	***	n.s.	***	n.s.	***	n.s.

A+G- albumin és globulin, Asp- aszparagin, Gli- gliadin, Glu- glutenin, UPP- oldhatatlan polimer fehérje

Az évjárat hatása szignifikáns volt a tönköly Glu/Gli arányára és a kenyérbúza teljes és vízdíszható fehérje tartalmára, valamint a gliadinok mennyiségére. A két faj átlagos adatai közül a Glu/Gli arányt, a vízdíszható albumin és globulin fehérjék arányát, valamint a gliadinok arányát befolyásolta az évjárat (2. táblázat).

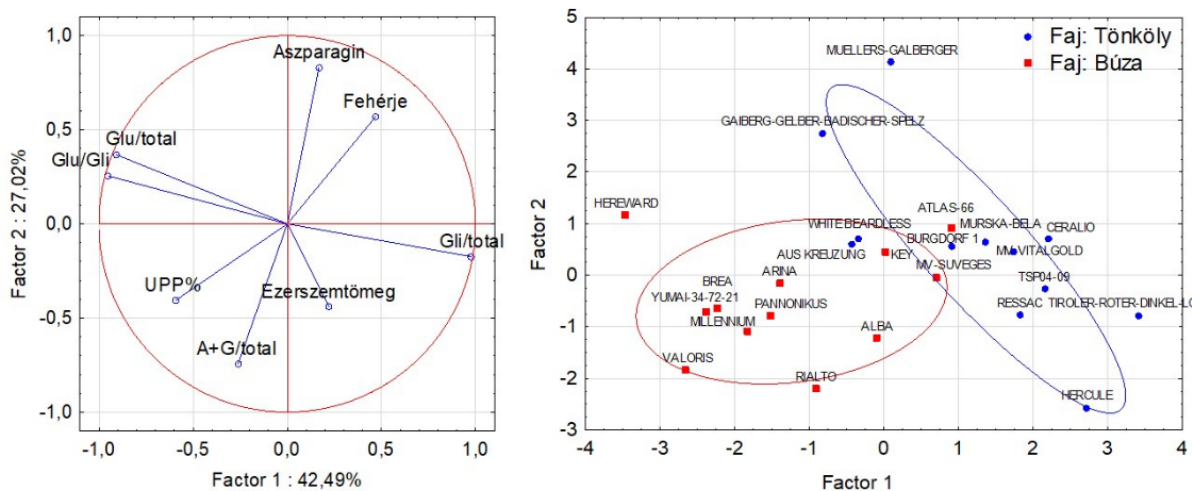
Az ezerszemtömeg, azaz a szem mérete nem befolyásolta a szemek beltartalmi összetételét ebben a kísérletben, ezért a fajták jó megbízhatósággal összehasonlíthatók. A fehérjék mennyisége és aránya szignifikáns hatással volt a tönköly és a kenyérbúza sütőipari minőségi paramétereire (3. táblázat). A szemben a nagyobb fehérjetartalmat a kisebb keményítőtartalom kompenzálta és viszont. A nagyobb fehérjetartalom együtt járt a szabad aszparagin aminosav tartalom növekedésével, ami leginkább a tönköly esetén volt jellemző (1. ábra). Megjegyzendő azonban, hogy az aszparagin mennyiségének variabilitása 1-12 mmol/kg a gabonafélékben, így a mért értékek valójában mindkét faj esetén az alacsony tartományba estek.

3. táblázat A tönköly és a kenyérbúza fehérjetartalmának és -összetételének hatása a sütőipari tulajdonságokra (2021, 2022)

	Fehérje	Glu/Gli	UPP%	A+G/total	Glu/total	Gli/total	Asp
Ezerszemtömeg (g)	-0,0102	-0,2279	0,1768	0,0834	-0,2492	0,2005	-0,3758
Keményítő tartalom (%)	-0,7381	0,2989	0,4971	0,3574	0,2047	-0,3493	-0,4381
Aszparagin (mmol/kg)	0,3581	0,0040	-0,2709	-0,2795	0,0841	0,0412	1,0000
Sikér tartalom (%)	0,7305	-0,2926	-0,4156	-0,3258	-0,2012	0,3322	0,3382
Sikér terület (mm)	0,3644	-0,7413	-0,5931	-0,1337	-0,7273	0,7487	0,0800
Sikér Index	-0,2784	0,7402	0,5591	0,1557	0,7097	-0,7416	-0,1653
Zeleny szedimentáció (ml)	0,3430	0,5361	0,4368	-0,1355	0,5846	-0,4965	0,0389
Tésztakialakulási idő (perc)	0,1102	0,4264	0,6160	-0,0902	0,4559	-0,3939	0,0059
Tészta stabilitás (perc)	-0,0127	0,5362	0,4317	0,0749	0,5152	-0,5218	0,0246
Tészta ellágyulás (10 percnél) (FU)	-0,1276	-0,5189	-0,3089	0,0624	-0,5612	0,5060	-0,0871
Tészta ellágyulás (12 percnél) (FU)	-0,0308	-0,5732	-0,5198	0,0095	-0,5961	0,5621	0,0688
Vízfelvétel (14% nedvességnél) (%)	0,4518	0,1008	0,3204	-0,4823	0,2357	-0,0149	-0,1007
Tészta ellágyulás (15 percnél) (FU)	-0,0555	-0,5972	-0,4072	-0,0002	-0,6182	0,5873	0,0283
Farinográf minőségi értékszám	0,1663	0,5248	0,4622	-0,0850	0,5661	-0,5009	0,0537

A+G- albumin és globulin, Asp Aszparagin, Gli- gliadin, Glu- glutenin, UPP- oldhatatlan polimer fehérje

1. ábra A tönköly és a kenyérbúza fajták fehérjetartalmának és -összetételének eltérései (2021, 2022)



A sütőipari minőségi paramétereket a fehérjeösszetétel jóval nagyobb mértékben befolyásolta ebben a kísérletben, mint a fehérjetartalom. A legnagyobb hatása a polimer gluteninek és a monomer gliadinok mennyiségi arányának, illetve az oldhatatlan polimer fehérje frakció mennyiségi arányának volt. A vízoldható albuminok és globulinok, valamint a szabad aszparagin-tartalom csak a sikértartalommal mutatott összefüggést, az előző negatív, míg az utóbbi pozitív összefüggést adott.

Köszönetnyilvánítás

A kutatásokat a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal K135211 és K135343, valamint a TKP2021-NKTA-06 pályázatok támogatták.

Irodalom

- Azam N., Bashir M., Imtiaz I., Khan T., Afzal N. (2024): Amino acid profiling of wheat grain. *Scientific Research Timelines Journal.*, **2**, 21-23.
- Curtis, T.Y., Muttucumaru, N., Shewry, R.P., Parry, M.A.J., Powers, S.J., Elmore, J.S., Mottram, D.S., Hook, S., Halford, N.G. (2009): Effects of Genotype and Environment on Free Amino Acid Levels in Wheat Grain: Implications for Acrylamide Formation during Processing. *J. Agric. Food Chem.* **57**, 1013-1021.
- Hu X., Ma J., Qian W., Cao Y., Zhang Y., Liu B., Tang L., Cao W., Zhu Y., Liu L. (2022): Effects of Low Temperature on the Amino Acid Composition of Wheat Grains. *Agronomy.* **12**, 1171.
- Larroque, O.R., Békés, F. (2000): Rapid Size-Exclusion Chromatography Analysis of Molecular Size Distribution for Wheat Endosperm Protein. *Cereal Chem. J.*, **77**, 451-453.
- Ma, W., Yu, Z., She, M., Zhao, Y., Islam, S. (2019): Wheat Gluten Protein and Its Impacts on Wheat Processing Quality. *Front. Agric. Sci.Eng.*, **6**, 279.
- Rakszegi, M., Mikó, P., Löschnerberger, F., Hiltbrunner, J., Aebi, R., Knapp, S., Tremmel-Bede, K., Megyeri, M., Kovács, G., Molnár-Láng, M. et al. (2016): Comparison of Quality Parameters of Wheat Varieties with Different Breeding Origin under Organic and Low-Input Conventional Conditions. *J. Cereal Sci.*, **69**, 297-305.
- Rakszegi, M., Tóth, V., Mikó, P. (2023): The place of spelt wheat among plant protein sources. *Journal of Cereal Science*, **114**, 103813.
- Schober, T.J., Bean, S.R., Kuhn, M. (2006): Gluten Proteins from Spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) Cultivars: A Rheological and Size-Exclusion High-Performance Liquid Chromatography Study. *J. Cereal Sci.*, **44**, 161-173.
- Shewry, P.R. Plant storage proteins. *Biol. Rev.* (1995): **70**, 375-426.
- Shewry, P.R., Halford, N.G., Lafandra, D. (2003): Genetics of wheat gluten proteins. In *Advances in Genetics*, 1st ed.; Hall, J.C., Dunlap, J.C., Friedmann, T., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2003; Volume 49, pp. 111-184.
- Žilić, S., Barać, M., Pešić, M., Dodig, D., Ignjatović-Mićić, D. (2011): Characterization of Proteins from Grain of Different Bread and Durum Wheat Genotypes. *International Journal of Molecular Sciences*, **12**, 5878-5894.

CSICSÓKA (*Helianthus tuberosus* L.) *IN VITRO* MIKROSZAPORÍTÁSÁNAK TECHOLÓGIAI FEJLESZTÉSE

Földvári Máté, Koroknai Judit, Domokos-Szabolcsy Éva, Kaszás László

Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Alkalmazott Növénybiológiai Intézet

A csicsóka (*Helianthus tuberosus* L.) Észak-Amerikából származó ággumós zöldség-, illetve ipari növény. Pszeudoannual faj, tehát botanikai tekintetben évelő, ám a tenyészidőszak végére a növény minden része elpusztul csak a gumók maradnak meg a talajban. Mezőgazdasági tekintetben egyéves termesztésű. A napraforgóval (*Helianthus annuus* L.) pedig közeli rokonságban áll.

A szakirodalmi források azt mutatják, hogy a csicsóka gyakorlati felhasználása rendkívül sokrétű. A szakmai ajánlások alapján a vetésforgóba is jól beilleszthető. Gumójának fogyasztása humán- és állat táplálkozás-élettani hatása pozitív, amely főként inulin-, B-vitamin-, flavonoid- és kedvező aminosav-tartalmának köszönhető. Zöld leveles szára, pedig jelentős biomasszát biztosít, amely eddig szinte kiaknázatlan lehetőségeket jelent a zöld biofinomítás számára. Mindezek ellenére a mezőgazdasági gyakorlatban termesztése nem terjedt el, pedig hazánk adottságai alapvetően alkalmasak lennének termesztésére.

A csicsóka többféle-képpen is szaporítható; generatív és vegetatív úton is. A generatív, azaz maggal történő szaporítása a gyakorlatban nem terjedt el. Azonban a maggal történő szaporodás elengedhetetlen a csicsóka nemesítési folyamataiban. Ugyanakkor ennek gátja, hogy a csicsóka virágai magas szintű ön-inkompatibilitással (*self-incompatibility*) rendelkeznek, ez meggátolja az öntermékenyítést. A gyakorlatban a gumóról történő vegetatív szaporítás terjedt el. Ez azonban kockázatot is rejt magában, ugyanis az esetleges növénypatogén fertőzések is tovább terjedhetnek. Ezért van szükség alternatív szaporítási és nemesítési módszer kidolgozására. A szövettenyésztés egy kiváló lehetőség lehet a csicsóka szaporítására és nemesítésére. Nem csak nagy mennyiségben lehet így előállítani szaporítóanyagot, hanem annak kórokozó mentességét is biztosítani lehet.

Kutatásunk a csicsóka primer hajtástenyészetből indított, direkt organogenezissel végzett szaporítási módszerre és annak technológiai fejlesztésére összpontosít. A kísérletben a 'Rubik' fajtát vizsgáltuk. A növényi anyag előkészítése, sterilizálása után egy (maximum két) nodális szegment került lehelyezésre. Hat táptalaj kombinációt vizsgáltunk, ezek különböző koncentrációban és összetételben tartalmaztak BAP (6-benzil-aminopurin) és GA₃ (gibberellinsav) növekedésszabályozókat. Az elkészült tenyészeteknek szabályozott körülmények között történt a nevelésük 40 napon keresztül.

A kísérlet kiértékelése steril boxban, sztereomikroszkóp alatt történt. Jól megfigyelhető volt, hogy egy hajtáson számos új hajtás jelent meg. A levelek eltávolítása után láthatóvá vált a számos rügy fejlődése.

Eredményeinkből megállapítható, hogy a legtöbb hajtás a 0,5 mg L⁻¹ BAP tartalmú táptalajon fejlődött. A legtöbb atipikus hajtás pedig a 1,0 mg L⁻¹ BAP + 0,1 mg L⁻¹ GA₃ tartalmú táptalajon fejlődött.

KÖRTE GENOTÍPUSOK PERRY KÉSZÍTÉSRE VALÓ ALKALMASSÁGÁNAK VIZSGÁLATA

Gergely Mátyás^{1,2}, Sólyom-Leskó Annamária², Ficsek Gitta¹, Simon Gergely¹

¹MATE, Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Tanszék

²MATE, Szőlészeti és Borászati Intézet, Borászati Tanszék

Az alma és körtebor készítésről az első írásos forrás idősebb Pliniustól származik az időszámítás szerinti első századból. Az azóta eltelt időszakban ezen italoknak a népszerűsége folyamatosan változott, komoly, máig tartó hagyományuk elsősorban azokon a területeken alakult ki, ahol a szőlő termesztése hosszú távon nem volt jövedelmező. Ma elsősorban az Egyesült Királyságban, Franciaország északi területein, Baszkföldön, Belgiumban, Németországban, illetve az Egyesült Államokban fogyasztják őket. Mindazonáltal a gyümölcsös íz, az alacsony alkoholtartalom, a frissítő, enyhén szénsavas jellegük miatt az almából készülő cider, és körtéből készülő párja, a perry, hazánkban is növekvő népszerűségnek örvendenek, minek köszönhetően az elmúlt években több kisebb vállalkozás is létrejött a hazai igények kiszolgálására.

Vizsgálataink célja, hogy a hazai körte génbanki gyűjteményekből kiválasszuk azokat a genotípusokat, amelyek alkalmasak minőségi körtebor készítésére. Többlépcsős vizsgálataink során megmértük a gyümölcsök fizikai és beltartalmi paramétereit. Kémiai összetétel esetében első lépésben a brix^o-ot, az összes titrálható savtartalmat (g/100g), és a polifenol-tartalmat (mg/l GE) vizsgáltuk. A 2023. évben összesen 126 genotípust vizsgáltunk, 2024-ben az ígéretes genotípusok közül 29-ből sikerült ismételt mintát gyűjteni, további 39 új tétel mellett. A két évben összesen 165 genotípust vizsgálatára került sor.

A brix^o a 2023-ban mért tételek esetében 10,8 (3-51 TA) és 23,0 (Mézes körte-Vácegres-szottyós) között mozgott, míg a 2024-es tételek esetében 11,7 (Árpával érő-Tök) és 23,1 (Mézes körte-Vácegres) között alakult. Borászati felhasználás esetén a megfelelően magas cukortartalom lényeges szempont így a további vizsgálatokra a magas, 15 brix^o feletti tételeket választottuk ki. Az összes titrálható savtartalom a 2023-as minták esetében 0,19 g/100g (K36) és 3,33 g/100g (Kesztyeli gb vackor) között alakult, míg a 2024-es mintáknál 0,1g/100g (Dachy úri körte) volt a legalacsonyabb és 1,96g/100g (4/6 Fertőd) a legmagasabb. Borászati alkalmazás esetén a közepes savtartalom a kedvező, bár a savak pótlására is ad lehetőséget a szabályozás. A polifenol-tartalom a 2023-as minták esetében 165,2 mg/l GE (Ihar körte-szottyós) és 21727,1 mg/l GE (4/6 Fertőd) közt alakult, míg a 2024-es minták esetében 353,4 mg/l GE (Ihar körte) és 15472,5 mg/l GE (4/6 Fertőd) voltak a szélső értékek. A polifenolok bizonyos típusai fontos szerepet játszanak a bor több tulajdonságának kialakításában is, azonban ezek arányáról az összes polifenol-tartalom nem ad elegendő információt, így a részletes fenolprofil megállapítása jövőbeni vizsgálataink részét fogja képezni. A mért alapvető beltartalmi értékek alapján 47 genotípust választottunk ki további vizsgálatokra.

ŐSZI BÚZAFAJTÁK GYÖKÉRFEJLŐDÉSÉNEK ÉS SZÁRAZSÁGTŰRÉSÉNEK KOMPLEX VIZSGÁLATA ELTÉRŐ KÖRNYEZETI FELTÉTELEK MELLETT

György Márton, Farkas András, Varga Balázs

HUN-REN, Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

Az éghajlatváltozás következtében egyre gyakoribbá és súlyosabbá váló aszályok miatt kiemelten fontossá váltak azok a kutatások és nemesítési programok, amelyek célja a jobb aszálytűrő bűzafajták előállítása, hozzájárulva ezzel a termésbiztonság növeléséhez. Az aszály átvészelésében meghatározó szerepet játszik a gyökérzet fejlődése és szerkezete, hiszen ezek egyrészt alapvetően befolyásolják a vízfelvétel hatékonyságát, másrészt víz és tápanyagraktárként járulnak hozzá ahhoz, hogy a növény a generatív fázis végéig elhúzódo száraz időszakot átvészélhesse.

Martonvásáron, a HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézetben a kalászos gabonák gyökérfejlődését többféle kísérleti módszerrel vizsgáltuk. Mivel minden eljárásnak megvannak a maga korlátai, ezért a különböző vizsgálati módszerek együttes alkalmazásával kaphatunk teljesebb képet a fajták gyökérfejlődési sajátosságairól.

Jelen tanulmányban négy őszi búzafajta — 'Aura' (Románia), 'Mv Kolompos' (Magyarország), 'Feng-you 3' (Kína) és 'Mv Verbunkos' (Magyarország) — gyökérfejlődését és szárazságtűrését vizsgáltuk. Korábbi eredményeink alapján az 'Aura' és 'Mv Kolompos' szárazságtűrő, míg a 'Feng-you 3' és 'Mv Verbunkos' szárazságérzékeny genotípusnak tekinthetők.

A kísérletek során három különböző kísérleti rendszerben elemeztük a gyökérfejlődést. Elsőként fiatal csíranövények korai gyökérfejlődését vizsgáltuk hidropóniás rendszerben, ahol ozmotikus stresszt szimuláltunk polietilén-glikol (PEG) alkalmazásával. Második kísérleti rendszerünkben a növényeket osztályozott homokkal töltött, 75 cm magas és 11 cm átmérőjű csövekben neveltük, ahol a kísérlet során végig optimálisan öntözött kontroll mellett, a szárbaindulás idejétől teljes vízmegvonással szimuláltunk aszályt. A növények víz- és tápanyagellátására feles töménységű Hoagland-oldatot használtunk. A viaszérés stádiumában a növények gyökérzetét kimostuk a homokból és ennek mennyiségét WinRHIZO Plus programmal mértük. Harmadik kísérletként szántóföldi körülmények között, 450 növény/m² sűrűséggel vetett növényállományból vett talajmintákból határoztuk meg a teljes gyökértömeget és gyökérfelszínt.

Az eredmények mindhárom vizsgálati módszer esetében szignifikáns különbségeket mutattak a fajták között. A PEG-kezelés hatására bekövetkező gyökérhossz- és felszíncsökkenés összhangban volt a homokcsöves kísérlet viaszéréskori adataival. Ugyanakkor vizsgálataink azt is igazolták, hogy önmagában a nagy gyökértömeg nem függ össze közvetlenül a szárazságtűréssel: ezt példázza az 'Mv Verbunkos' fajta is, amely kontroll körülmények között ugyan nagy gyökértömeget fejlesztett, ám stresszhatásra gyökérzete jelentősen csökkent. Így a gyökérhossz és gyökérfelület stresszhatásra bekövetkező változása lehet a megfelelő indikátor, fajták szárazságtűrésének megítéléséhez.

A kísérleteket a TKP2021-NKTA-06 számú pályázat és a BO/00384/23/4 számú Bolyai János Kutatási ösztöndíj pályázat támogatta.

A BURGONYA (*Solanum tuberosum* L.) NEMESÍTÉS EREDMÉNYEI A DEBRECENI EGYETEM NYÍREGYHÁZI KUTATÓINTÉZETÉBEN

Györgyi Gyuláné, Sipos Tamás, Tóth Gabriella, Henzsel István

Debreceni Egyetem, AKIT Nyíregyházi Kutatóintézet, Nyíregyháza

A burgonya, mint fontos népelelmezési cikkünk nemesítése az intézetünk jogelődjénél Teichmann Vilmos irányításával 1943-ban kezdődött a kisvárdai telephelyen. Az 1970-es évekig a termesztésben vezető szerep jutott az itt nemesített burgonya fajtáknak ('Gülbaba', 'Kisvárdai rózsza'). 1965-től a nemesítés Nyíregyházán folytatódott a *S. chacoense* vadfaj bevonásával. Az 1988-ban átadott biotechnológiai laboratóriumban később lehetőség nyílt a Szegedi Biológiai Központtal együttműködve a *S. brevidens* vadfaj nemesítésbe vonására is. Jelenleg is a termesztési tájhoz jól alkalmazkodó, bőtermő, piacos és rezisztens fajták előállítására a célunk. A nemesítés jelenleg ivaros keresztezéssel történik.

A jelenlegi publikációnkban 5 perspektivikus hibridünket mutatjuk be két év terméseredménye, valamint 2024-ben virágzáskor mért magasság és öt időpontban mért NDVI értékek alapján. Kontrollként az intézet 'Boglárka' fajtája szerepelt. A kísérletet homokos vályog talajon, öntözetlen körülmények között állítottuk be, 2019 óta szántóföldön visszaültetett vetőgumók felhasználásával. A termésbecslés 3 tő mintavételezésével történt.

A hibridek lombozatának nagysága és habitusa egymástól eltérő volt. A 640-es és a 367-es hibridek magassága meghaladta az 50 cm-t, míg a 717-es, 620-as és 670-es hibrideké elmaradt attól.

Az étkezési méretű gumók átlagsúlya két év átlagában meghaladta a 'Boglárka'-ét (178 g/db) a 717-es (197 g/db) és a 620-as (184 g/db) hibridek esetében. A 367-es (165 g/db) és a 640-es (124 g/db) hibridek étkezési méretű gumóinak átlagsúlya elmaradt a 'Boglárka'-étól, azonban lényegesen kiegyenlítettebbek voltak a két évben. A 670-es hibrid átlagos gumó súlya 167 g/db volt. 2024-ben a hektáronkénti termésmennyisége a 717-es és a 620-as hibrideknek a 'Boglárka'-éhoz hasonló (32 t/ha) volt, a 367-esé pedig meghaladta (33 t/ha) azt. 2023-ban a 620-as hibrid hektáronkénti termésmennyisége (40 t/ha) a 'Boglárka'-éhoz hasonló (41 t/ha) volt. A többi hibrid közül a 640-es (36 t/ha) és a 367-es (32 t/ha) a nagyobb termésmennyiségűekhez tartoztak. Két év átlaga alapján a 620-as hibrid termésmennyisége (36 t/ha) hasonlóan magas volt, mint a 'Boglárka'-é (36,5 t/ha), azonban az étkezési méretű termésmennyisége (26 t/ha) lényegesen meghaladta a 'Boglárka'-ét (7 t/ha). Két év átlaga alapján a 620-as (36 t/ha) és a 367-es (33 t/ha) hibridek hektáronkénti termésmennyisége, azon belül az étkezési méretű termésé (26 t/ha₆₂₀, 17 t/ha₃₆₇) stabil volt. 2023-ban a 640-es hibrid étkezési méretű termésmennyisége 25 t/ha volt. Az étkezési méretű frakció aránya két év átlaga alapján kiemelkedő volt a 620-as (72%) és a 367-es (52%) hibrideknél. A kontroll 'Boglárka' fajta étkezési méretű termésmennyiségét és arányát (7 t/ha, 20%) a két év átlagában mindegyik hibrid meghaladta.

A leghosszabb tenyészidejű hibridünk a 367-es volt, melyet az NDVI értékekkel jól nyomon tudtunk követni. A többi hibrid érési üteme egymáshoz hasonló volt. Július közepéig a 670-es hibridnél mértük a legalacsonyabb értékeket, amely a legkisebb fotoszintetikus aktivitást jelezte, ezáltal a legalacsonyabb hibrid is volt, a legalacsonyabb hektáronkénti termésmennyiséggel.

Legígéretesebbeknek a 620-as és 367-es hibrideket tekintjük, mert étkezési méretű termésmennyiségük nagyobb és termésbiztonságuk stabilabb volt a 'Boglárka' fajtánál.

STRESSZ INDEX SZÁMÍTÁSI MÓDSZEREK ÖSSZEHOSONLÍTÓ ELEMZÉSE OZMOTIKUMOKKAL KEZELT BURGONYA HAJTÁSTENYÉSZETEKEN

Hanász Alexandra, Magyar-Tábori Katalin, Mandler-Drienyovszki Nóra, Zsombik László

*Debreceni Egyetem, Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság, Nyíregyházi Kutatóintézet,
Nyíregyháza*

Az egyik legfontosabb abiotikus stresszfaktor a vízhiány, mely a globális felmelegedés hatására egyre jellemzőbb klimatikus állapot. A mezőgazdasági növények, szűkebb körben a burgonya esetében is jelentős termés kiesést okozhatnak az ilyen időjárási anomáliák, ezért az egyik alapvető nemesítési feladat a szuboptimális vízellátottsághoz jobban alkalmazkodó genotípusok létrehozása. Az *in vitro* kísérletekben környezeti feltételektől független, irányított körülmények adóttak, ezért a nemesítéshez kapcsolható szelekciós folyamat is hatékonyabbá, gyorsabbá válik. Az eredmények esetében a megfelelő stressz index alkalmazásával lehetőség nyílik a különböző egyedi fejlődési tulajdonságokkal rendelkező genotípusok összehasonlítására.

Kísérletünkben 9 burgonya (*Solanum tuberosum* L.) nemesítési vonal – C2, C5, C8, C11, C12, C14, C30 – és szülőpárjaik – C103 és C107 – ozmotikus stressztűrési képességét vizsgáltuk, melyhez alapanyagként *in vitro* hajtástenyészetek szolgáltak. Az ozmotikus stressz kiváltása MS (Murashige és Skoog, 1962) táptalajhoz adagolt polietilén-glikol (PEG 6000, 7,5 % és 10,0 % koncentrációban) és D-mannit ozmotikumokat használtunk (0,2 M és 0,3 M koncentrációban). A stressz indexek számítása során a hajtástenyészetek hajtáshosszait (HH) vettük figyelembe. Az összehasonlító elemzés 5 féle stressz index számítási módszeren – TOL (tolerance), MP (mean productivity), SSI (stress susceptibility index), GMP (geometric mean productivity) és STI (stress tolerance index) – alapult.

Elemzéseink során azt kívántuk meghatározni, hogy mely számítási módszer/módszerek lehetnek alkalmasak a különböző vizsgált burgonya nemesítési vonalak ozmotikus stresszel szembeni eredményes szelekciójához, valamint, hogy ezek egymáshoz viszonyítva milyen mértékben korrelálnak. Az indexek egymással történő összevetésekor az indexek között általában erős korrelációt találtunk, azonban a burgonya *in vitro* hajtástenyészetek ozmotikus stresszre történő szelekciójához a GMP és STI indexek mutattak erős korrelációt (0,838 és 0,833), illetve SSI index esetében fordított irányú (-0,786) kapcsolatot. A különböző koncentrációkban alkalmazott ozmotikumok a D-mannit esetében 0,64 és 0,81, valamint a PEG esetében 0,59 és 0,6 stressz intenzitással (SI) hatottak a genotípusok hajtáshossz paramétereire. A három kiemelt stressz index figyelembevételével az ozmotikus kezelések hatására a genotípusok sorrendje ugyan minden esetben változást mutatott, azonban három genotípus minden esetben az első 5 hely egyikén helyezkedett el (C11, C2 és C30), valamint két genotípus minden alkalommal az utolsó három hely valamelyikén volt (C107 és C14). A kiválasztott indexeket alkalmasnak találtuk a genotípusok ozmotikus stresszre történő szelekciójához az alkalmazott ozmotikumok és azok koncentrációjától függően és függetlenül is.

GEMMOTERÁPIÁS KIVONATOK ANTIMIKROBIÁLIS HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA

**Héjja Melinda¹, Pecsénye Bence¹, Bancea Gábor¹, Pacza Tünde¹, Nagy Róbert³, Oláh
Neli-Kinga², György Éva³, Máthé Endre¹**

¹Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Táplálkozástudományi Intézet, Debrecen

²„Vasile Goldiş” Nyugati Egyetem, Gyógyszerésztudományi Kar, Gyógyszerészi Kémia
Tanszék, Arad, Románia

³Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszeredai Kar, Élelmiszertudományi
Tanszék, Csíkszereda, Románia

A gemmoterápia a fitoterápia egyik ága, amely a növényi embrionális szöveteket, különösen a rügyeket használja bizonyos betegségek kezelésére. Mivel a rügyekből előállított kivonatokban a másodlagos metabolitok mellett egyéb értékes komponensek is fellelhetők, mint például enzimek, hormonok, citokinek és nyomelemek, feltehetőleg hatékonyabbak, mint a termésekből előállított extraktumok. A szakirodalomban kevés adat található a rügykivonatok mikrobaellenes tulajdonságairól, ezért kutatásunk célja feltérképezni hét növényi rügykivonat antimikrobiális hatását 13 mikroorganizmusra, olyan különböző módszerek használatával, mint az agar-diffúziós módszer és a táplevesben történő tenyésztési eljárás. Az agar-diffúziós módszer alkalmazásával a gátlási zónák nagyságát mértük, míg hét mikroorganizmus esetében táplevesben történő tenyésztési eljárást is alkalmaztunk, amely során a minimális gátló- és baktericid koncentrációkat (MIC és MBC) határoztuk meg.

Az agar-diffúziós módszer eredményei alapján a vizsgált rügykivonatokkal szemben leginkább érzékeny mikroorganizmus a *Bacillus cereus*, míg a leginkább ellenállóak a *Salmonella enterica* subsp. *enterica*, *Escherichia coli* és az *Aspergillus niger*. A kivonatok eltérő hatásokat fejtettek ki, de általánosságban az olajfa (*Olea europaea* L.), a dió (*Juglans regia* L.) és a szeder (*Rubus fruticosus* L.) rügykivonatok bizonyultak a leghatásosabbnak.

A táplevesben történő tenyésztési eljárás során mindegyik mikroorganizmus esetében megfigyelhető volt bizonyos gátló hatás, de a legérzékenyebbnek akárcsak az agar-diffúziós módszer esetében a *Bacillus cereus* baktérium bizonyult, esetében egyes kivonatok 10%-os koncentrációja is gátló hatást fejtett ki. A leginkább ellenálló mikroorganizmus a *Saccharomyces cerevisiae* volt, egyes kivonatok esetében csak a 80-90%-os és a magasabb kivonat-koncentrációknak volt gátló hatása. A kivonatok közül ezen módszer esetében is az olajfa rügykivonata bizonyult a leghatásosabbnak. A baktericid hatás nem volt számottevő, a *Bacillus cereus* és *Escherichia coli* esetében szinte egyáltalán nem volt megfigyelhető. A kivonatok tekintetében az olajfa és a fekete áfonya (*Vaccinium myrtillus* L.) mutatott jelentősebb baktericid hatást, míg a fekete ribizlire (*Ribes nigrum* L.) egyáltalán nem volt jellemző ez a tulajdonság.

A kutatás a Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-23-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs alapról finanszírozott szakmai támogatásával készült.

TRÁGYÁZÁS HATÁSA A 'BOGLÁRKA' BURGONYAFAJTA TERMÉSÉRE

**Henzsel István, Sipos Tamás, Tóth Gabriella, Makádi Marianna, Almási Csilla,
Demeter Ibolya, Orosz Viktória, Bogdányi Zsolt, Györgyi Gyuláné**

Debreceni Egyetem, AKIT, Nyíregyházi Kutatóintézet, Nyíregyháza

A burgonya az egyik legjelentősebb élelmisznövényünk, amely a fejlődésének kezdetétől nagy mennyiségű, könnyen felvehető tápanyagokat igényel, azonban trágyázását meghatározhatja a fajta eltérő tápanyag-igénye is. Publikációnkban bemutatjuk, hogy különféle trágyázási módok hogyan befolyásolják a 'Boglárka' burgonyafajta gumókötését, gumótermését és termésstabilitását a Westsik-féle vetésforgó tartamkísérletben. A 'Boglárka' egy 2011-ben elismert, korai érésű burgonyafajta. Gumója hosszú-ovális, rózsás héjú. Húsa világossárga színű, konzisztenciája kissé lisztes. Jó ízű burgonyafajta. Az 1929-ben létrehozott tartamkísérletben a tápanyag-utánpótlás szalma-, istálló- és zöldtrágyázással, valamint a szerves trágyák NPK műtrágya kombinációival történik, savanyú homoktalajon. A 'Boglárka' vizsgálata a kísérletben három évben, 2015-ben, 2016-ban és 2017-ben történt.

A 'Boglárka' termését a trágyázási módok befolyásolták. A három legkisebb termést (<10 t/ha) a trágyázás nélküli (I.), a műtrágya nélküli szalmatrágyás (VII.) és a műtrágya nélküli másodvetésű zöldtrágyás (XV.) vetésforgóban takarítottuk be. A 'Boglárka' termése istállótrágyázás hatására (X.) jelentősen növekedett, és meghaladta a 15 t/ha mennyiséget. A termést az NPK műtrágya növelte. A gumótermés a zöldtrágya+NPK műtrágya kombinációjában (II., XII., XIII., XIV.) 10,9-14,3 t/ha és a szalmatrágya+NPK műtrágya kombinációjában (IV., V., VI.) 13,5-16,6 t/ha között alakult. A csillagfürt magtermesztés+NPK műtrágyás (III., VIII.) és a csillagfürt zöldtakarmány-termesztés+NPK műtrágyás vetésforgó (IX.) gumótermése (12,3-14,5 t/ha) jelentősen nem különbözött a csillagfürt zöldtrágyás kezelésektől. A 'Boglárka' a legnagyobb gumótermést (23,0 t/ha) istállótrágya és NPK műtrágya együttes alkalmazásakor (XI.) adta.

A trágyázás befolyásolta a 'Boglárka' gumókötését és a termések változékonyságát is. A kicsi termést adó I., VII. és XV. vetésforgóban a gumókötés is kicsi volt (<25 db/m²), a termések változékonysága azonban viszonylag magas volt, a vetésforgók átlagához hasonlított (CV% 39). A 'Boglárka' termése a zöldtrágyás XV. vetésforgóban stabilabb volt (CV% 35), mint az I. vetésforgóban, ahol trágyázást nem alkalmaztunk (CV% 41). A nagy termést eredményező műtrágya nélküli istállótrágyás vetésforgóban (X.) a 'Boglárka' sokkal több gumót kötött (35,9 db/m²), mint a műtrágya nélküli szalmatrágyás (VII.), vagy zöldtrágyás (XV.) vetésforgóban. A gumótermés változékonysága a X. vetésforgóban nagyobb volt (CV% 47), mint a VII., vagy a XV. vetésforgóban (CV% 35-38). A 'Boglárka' a legtöbb gumót a legnagyobb termésű istállótrágyás+NPK műtrágyás (XI.) vetésforgóban kötötte (43,2 db/m²), azonban a gumótermés ebben a kezelésben volt a legváltozékonnyabb (CV% 54). A 'Boglárka' a legstabilabb termést a VIII. vetésforgóban adta, ahol csillagfürt magtermesztést és egy másik szakaszában másodvetésű csillagfürt zöldtrágyázást is végeztünk. A 'Boglárka' a VIII. vetésforgóban a főátlaghoz hasonló számú gumót kötött, és a gumótermés sem volt kiemelkedő, azonban a főátlagot így is meghaladta, és erre a termésre kedvezőtlen időjárási körülmények között is számítani lehet.

A 'Boglárka' a trágyázásra jól reagáló burgonyafajta. Kísérletünkben az istállótrágya jobban növelte a 'Boglárka' gumótermését, mint a zöldtrágya, vagy a szalmatrágya, azonban a termés stabilitására a csillagfürt elővetemény (magtermesztés+zöldtrágya) hatott a legjobban.

A KÖRNYEZETI HŐMÉRSÉKLET HATÁSA A KENYÉRBÚZA FŐ CIRKADIÁN ÉS FOTORECEPTOR GÉNJEINEK NAPI EXPRESSZIÓS MINTÁZATÁRA, ILLETVE EGYMÁS KÖZÖTTI KAPCSOLATRENDSZERÉRE

Horváth D. Ádám¹, Kiss Tibor^{1,2}, Cseh András¹, Kalapos Balázs¹, Karsai Ildikó¹

¹HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

²Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Kutatás és Fejlesztési Központ, Élelmiszer-tudományi és Borászati Tudásközpont, Eger

A növényi cirkadián gének, illetve fényérzékelő receptorok közötti kölcsönhatásokat már jelentős mértékben feltárták *Arabidopsis* fajban és számos homológ gént írtak már le kalászos gabonafélék esetében is. Hexaploid búzában azonban még csak kevés ismeret áll rendelkezésre a géncsaládok közötti kapcsolatrendszeréről, illetve a környezeti hőmérséklet e gének expressziós mintázatára kifejtett hatásairól.

Ezért célul tűztük ki, hogy kontrollált körülmények között részletesebben megvizsgálunk három eltérő egyedfejlődési dinamikát mutató őszi búzafajta ('Mv Toborzó', 'Tommi' és 'Charger') fő cirkadián (*CCA1*, *PRR95*, *TOC1*, *LUX*, *ELF3*, *CO* és *GI*) és fotoreceptor (*PHYA*, *PHYB*, *PHYC*, *CRY1* és *CRY2*) génjeinek napi szinten megmutatkozó expressziós mintázatát optimális (konstans 18 °C) és szupraoptimális (konstans 25 °C) hőmérsékleti tartományban, hosszúnappalos (16 óra) megvilágítást alkalmazva. További célunk volt, hogy meghatározzuk e gének közötti lehetséges kölcsönhatásokat.

A cirkadián gének átlagos expressziója kezeléstől és fajtától függetlenül határozott napi aktivitást mutatott. Míg a korai kalászos fajta ('Mv Toborzó') *CCA1* génjének kifejeződése 18 °C-on közel a duplájára nőtt, addig a késői kalászos genotípusoknál ('Tommi' és 'Charger') a *LUX* gén aktivitásában mutattunk ki hasonló előjelű tendenciát (közel háromszoros növekedés). Ezen a hőmérsékleten a *PRR95* gén átlagos expressziója az 'Mv Toborzó' és a 'Charger' vonatkozásában a kétszeresére emelkedett, míg a 'Tommi' esetében ez a különbség háromszoros volt. Ugyancsak ezen a kezeléssel a korai fajta *ELF3* génjének napi átlagos kifejeződése öt-tízszerezére emelkedett a késői genotípusokkal szemben. A késői 'Charger' genotípusnál 18 °C-on a *GI* gén átlagos expressziója közel kétszeres, a *CO1* gén esetében 25 °C-on három-ötszörös csúcserőket mutatott a vizsgált másik két fajtaival szemben. A fényérzékelő receptorok esetében a *PHYA*, *PHYB*, és *CRY1* gének expresszióját a környezet, a *PHYC* és *CRY2* gének vonatkozásában a genotípus, környezet, illetve a gének napi dinamikája jelentős mértékben befolyásolta. A *PHYA* és *PHYB* gének átlagos napi expressziója közel a tízszerezére emelkedett 18 °C-on az összes vizsgált fajtában.

Mindkét kezelésben szoros pozitív korrelációt mutattunk ki a *PHYC* és *ELF3*, a *PHYC* és *CRY1*, valamint a *LUX* és *TOC1*, illetve a *LUX* és *GI* gének között. Ezzel szemben a *CCA1* és *TOC1*, illetve a *CCA1* és *LUX* gének között határozott negatív kölcsönhatást állapítottunk meg a két kezelés vonatkozásában. Pozitív előjelű erős kölcsönhatás volt megfigyelhető a magasabb hőmérsékleti kezelés hatására a *PRR95* és *LUX*, a *PRR95* és *GI*, illetve az *ELF3* és *CRY1* gének között. Ugyancsak ezen a kezeléssel negatív előjelű erős kölcsönhatást mutattunk ki a *LUX* és *CRY2* gének között.

A fenti eredmények segíthetik az abiotikus környezeti hatások mélyebb szintű megértését a gabonafélék hőmérséklet adaptációs folyamataiban.

A kutatásaink az NKFIH-FK-134234-es, az NKFIH-K 142934-es számú pályázatok és a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj (BO/00396/21/4 és BO/00416/23/4) támogatásával készült.

HOGYAN BEFOLYÁSOLJA A SZUPRAOPTIMÁLIS HŐMÉRSÉKLET A KÜLÖNBÖZŐ MÉRTÉKBEN VERNALIZÁLT KENYÉRBÚZAFAJTÁK EGYEDFEJLŐDÉSÉT?

Kiss Tibor^{1,2}, Horváth D. Ádám¹, Cseh András¹, Karsai Ildikó¹

¹HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

²Kutatási és Fejlesztési Központ, Élelmiszertudományi és Borászati Tudásközpont, Eszterházy
Károly Katolikus Egyetem, Eger

A vernalizációs (hidegkezelés) igény telítődési üteme, amely a vegetatív fázis hosszát alapvetően meghatározza, függ a hőmérséklettől és a hidegkezelés időtartamától is. Azonban a globális éghajlatváltozás következtében a mérsékelt éghajlati övbe eső területeken egyre inkább megfigyelhető a téli, viszonylag melegebb időszakok előfordulási gyakoriságának növekedése, amely csökkentheti a hidegkezelést igénylő növények alkalmazkodóképességét is.

Kísérletünk fő célkitűzése az volt, hogy 19 eltérő egyedfejlődési dinamikát mutató búzafajtán megvizsgáljuk a vernalizációt követő rövid ideig (2 hét) tartó supraoptimális hőmérséklet (konstans 25 °C, 16 órás nappalhossz) hatását az egyedfejlődési dinamikára. A vizsgálatba vont fajták eltérő ideig tartó (30, 45 és 60 napos) hidegkezelésben részesültek majd az optimálisnál magasabb hőmérsékleti kezelést követően a növényeket üvegházban neveltük tovább (16–20 °C, 16 órás nappalhossz). Kontrollként pedig a különböző hidegkezelésben részesült, majd csak üvegházi körülmények között tartott növényeket alkalmaztunk. A növényeket rendszeresen felvételeztük és a következő egyedfejlődési paramétereket határoztuk meg: ZD31 (a főhajtás első szárcsomójának megjelenési ideje), ZD37 (a zászlóslevél megjelenési ideje), ZD39 (a zászlóslevél teljes kifejlődési ideje), ZD49 (a kalász hasban stádium) és ZD59 (a teljes kikalászolás ideje).

Az öt vizsgált egyedfejlődési paraméter és a 19 búzafajtán alkalmazott hat kezelés adatmátrixán elvégzett főkomponens-elemzés alapján különböző egyedfejlődési dinamikát mutató csoportok figyelhetők meg az x és y tengely által határolt negyedekben (Q1-4). Míg Q1-3-ban lévő genotípusok között kisebb genotípusos variancia volt kimutatható, addig a negyedikben (Q4) lényegesen nagyobb. A Q2-ben megfigyelhető három genotípus mindegyike tavaszi életformájú volt, addig az összes kísérletbe vont nappalhossz-érzékeny, őszi életformájú genotípus a Q1-be volt csoportosítható. Továbbá a legtöbb nappalhossz-érzékeny, őszi életformájú fajta a Q3-ban és Q4-ben volt kimutatható. Összehasonlítva a vizsgált genotípusok egyedfejlődési dinamikáját az egyes kezelésekben elmondható, hogy a teljes kikalászoláshoz szükséges idő (ZD59) a tavaszi életformát mutató genotípusok (Q2) esetében volt a legrövidebb, amelyet a nappalhossz-érzékeny, őszi életformájú fajták követtek (Q1). Ez az összefüggés mind a hat kezelésben megfigyelhető volt. Az egyes egyedfejlődési paraméterek közötti intervallumok hossza is nagymértékben függött a kezelésektől, amely jelenség csoportspecifikus volt. A főhajtás első szárcsomójának és a zászlóslevél megjelenése közötti intervallum (ZD3731) mutatta az egyik legnagyobb variabilitást az egyes csoportok és kezelések között. A Q1-be tartozó nappalhossz-érzékeny genotípusok ZD3731 értékei többé-kevésbé stabilnak bizonyultak a kezelések hatására. Míg a tavaszi genotípusok (Q2) esetében a kéthetes meleg periódus (25 °C) csökkentette ennek az intervallumnak a hosszát (függetlenül a vernalizáció hosszától), addig a késői kikalászolású genotípusok (Q4) ezen értékei jelentős mértékben megnövekedtek, amelynek mértéke fokozódott a hidegkezelés rövidülésével.

A kutatásaink az NKFIH-FK-134234-es és az NKFIH-K-142934-es számú pályázatok, illetve két Bolyai János Kutatási Ösztöndíj (BO/00396/21/4 és BO/00416/23/4) támogatásával készültek.

BIOSTIMULÁTOROK ÉS NÖVEKEDÉSSZABÁLYOZÓ SZEREK HATÁSA A *Weigela florida* 'EVA RATHKE' FAJTA FENOTIPUSOS ÉS FIZIOLÓGIAI TULAJDONSÁGAINAK JAVÍTÁSÁRA A ZÖLDFELÜLETI ALKALMAZÁS LEHETŐSÉGE MELLETT

Kovács Dezső¹, Horotán Katalin^{2,3,4*}, Orlóci László³, Makádi Marianna⁵, Mosonyi
István Dániel¹, Sütöriné Diószegi Magdolna¹, Kisvarga Szilvia³

¹ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti, Településtervezési és
Díszkertészeti Intézet, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, Budapest

² Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Biológiai Intézet, Eger

³ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti
Intézet, Dísznövénytermesztési és Zöldfelületgazdálkodási Kutatócsoport, Budapest

⁴ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytudományi Doktori Iskola, Gödöllő

⁵ Debreceni Egyetem, Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság, Nyíregyházi Kutatóintézet
(NYKI), Nyíregyháza Alap- és Alkalmazott Kutatások Szervezete, Talajbiológiai és
Talajhasznosítási Osztály, Nyíregyháza

A dísznövénytermesztésre és nemesítésre egyre nagyobb terhet ró az olyan növények előállítása, melyek a városi környezethez szorosan kapcsolódó környezeti tényezőknek nagyobb mértékben állnak ellen vagy tolerálják azt. A városok fejlődését és területi terjeszkedését követi a zöldfelületek növekedése is, azonban ezek minőségi fenntartásához figyelembe kell venni, hogy a különböző dísznövényfajoknak és fajtáknak kombinált stressz faktorokkal (szárazság, magas hőmérséklet, vízhiány) kell megküzdeniük. Ezek a faktorok különösen terhelik a fásszárú növényeket, melyek élettartama ezek hatására jelentősen csökken.

A fásszárú cserjék körében nagy népszerűségnek örvendenek a virágzó cserjék, melyek egyik képviselőjét, a *Weigela florida* 'Eva Rathke' fajtát vizsgáltuk különböző biostimulátorok és növekedésszabályozó szerek alkalmazása mellett. A huminsav és fulvosav tartalmú Bistep, a tengerimoszat kivonatot tartalmazó Kelpak és a magas cinktartalmú Yeald Plus növekedést elősegítő szerekkel kezeltük a kísérleti növényeket, hogy meghatározhassuk azt, hogy sikerrel alkalmazhatóak-e a faiskolai környezetben a növények ellenállóképességének növelésére. A kapott eredmények alapján a Bistep csökkentette az élettani paramétereket (a transzspirációs sebességet 60%-kal, az evapotranspirációs sebességet 56,5%-kal, a prolin stressz enzimtartalom szintjét 82,2%-kal), ezek a mutatók a kezelt növények stressz-szintjét jelzi. A β -glükózidáz aktivitása minden növekedésserkentő kezelés hatására csökkent (11,5% a Kelpak és 9,5% a Yeald Plus esetében), csakúgy, mint a β -glükozaminidázé (22,1% a Kelpak és 9,8% a Yeald Plus esetében), azonban a Bistep kezelés kevésbé csökkentette az enzimek aktivitását (9,9% a β -glükózidáz és 3,3% a β -glükozaminidáz). A mért alkalikus foszfátáz enzimaktivitás a kezelés hatására nőtt (10,7%-kal a Kelpak, 11,7%-kal a Yeald Plus és 12,63%-kal a Bistep esetében).

Az eredmények alapján azt a következtetést vonható le, hogy a Bistep és a Yeald Plus alkalmas lehet a vizsgált fajtánál történő faiskolai alkalmazásra, míg a Kelpak nem javasolható a *W. florida* 'Eva Rathke' növény termesztésére.

LUCERNAFAJTÁK MAGBIOLÓGIAI ÖSSZEHAISONLÍTÁSA

Kovács Szilvia, Urbán Kinga, Aszalósné Balogh Rebeka

Debreceni Egyetem Mezőgazdaság, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Alkalmazott Növénybiológiai Intézet, Debrecen

A lucerna Magyarország egyik legjelentősebb takarmánynövénye, nagy fehérjetartalommal rendelkező értékes szálastakarmány, melynek fajtái közül a takarmány- vagy kékvirágú lucernának (*Medicago sativa* L.) van a legnagyobb jelentősége. A vizsgálatok a lucerna zöld biomasszájából, újgenerációs fehérje kinyerési technológiával, magas fehérje tartalmú takarmányt, ipari rostot és egyéb értékesíthető melléktermékeket előállító agrotechnikai kutatások tématerületéhez kapcsolódnak. A kutatás előfeltétele volt, a megfelelő levél/szár aránnyal és jó csírázóképeséggel rendelkező lucernafajták kiválasztása.

Célunk a projektben előzetesen tesztelt 7 kedvező levél/szár arányú fajta magbiológiai elemzése, összehasonlító anatómiai és csírázásdinamikai vizsgálatokkal.

A vizsgált fajták közül 5 magyar (*Expressz H-16*, *Hunor 40*, *Józso*, *Olimpia*, *Tápiószelei 1*), 1 amerikai (*Legend*), 1 olasz (*Dimitra*). A csíráztatás irodalmi ajánlások alapján kezeletlen és hidegkezelt magokon, fajtánként három ismétlésben, HOTPACK 317332 M fitotronban, 10 napon át zajlott (20 °C, 60%), folyamatos napi megfigyelés mellett, melyet fotódokumentált magmorfológiai és szövettani vizsgálatok egészítettek ki (StereoZoom 6 Photo sztereo mikroszkóp, Axioskop 2 plus fénymikroszkóp+Scope Photo). Az anatómiai vizsgálatok során mért paraméterek: a maghéj (kutikula, oszlopos réteg fényvonallal, szubepidermális réteg, parenchima), a táplálósövet aleurontartalmú parenchimarétege és az embrió. A statisztikai értékelés során az adatmátrix előzetes vizsgálata után egytényezős varianciaanalízissel értékeltük eredményeinket ($p < 5\%$), a kezeléspárok Tukey-tesztel kerültek összehasonlításra.

A *Dimitra* és a *Józso* fajták nem érték el a minimum 80%-os elvárt csírázási százalékot egyik kezelés során sem. A hidegkezelt beállítás során a *Hunor* (98,3%), a kezeletlen beállítás folyamán a *Tápiószelei* (96%) érte el a legmagasabb értékeket. A hidegkezelt magok közül a *Dimitra* (67%), a kezeletlen esetben a *Józso* (75,6%) szignifikánsan alacsonyabb értéket produkált valamennyi fajtához képest. A hidegkezelés a *Dimitra* kivételével magasabb csírázási százalékot vont maga után, egyes fajtáknál (*Hunor*) szignifikáns mértékben.

Valamennyi fajta magja a kísérlet 2. napján kezdte meg a csírázást, melyet az elvárásoknak megfelelően egy kezdeti intenzívebb, majd a 6. naptól mérséklődő ütem jellemzett. Szignifikánsan nagyobb csíranövény méretet ért el a *Legend* (6,7 cm), míg a *Tápiószelei* fajta volt a legkisebb (4,62 cm).

A vizsgált fajták magjai közül a *Hunor* és a *Tápiószelei* fajták magjai átlagos magméretűek, a többi fajta elmarad a fajra jellemző átlagoktól, de a csírázásdinamikai vizsgálatok alapján a magméret nem korrelált a csírázási erővel. Anatómia vizsgálatok alapján a magok szöveti felépítése azonos, az egyes szövettípusok (kutikula, oszlopos réteg fényvonallal, szubepidermális réteg, parenchimaréteg) arányai között vannak eltérések, de a különbségek statisztikailag nem igazolhatóak.

Vizsgálataink alapján megállapítható hogy az előzetesen kiválasztott, a projektnek megfelelő kedvező szár/levél arányú fajták összesített csírázás biológiai értékelése (csírázási erő, csírázási százalék és csírázóképeség) alapján, a *Legend* és az *Olimpia* fajták teljesítettek a legjobban.

AZ ANTOCIANIN-TARTALOM HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA A PAPRIKA PULTONTARTHATÓSÁGÁRA

Kovács Zsófia¹, Csilléry Gábor², Pápai Bánk¹, Tóth-Lencsés Andrea Kitti¹, Bedő Janka¹,
Veres Anikó¹, Szőke Antal¹

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, GBI, GGT, Gödöllő

²PepGen Kft., Budapest

A fogyasztói társadalomban növekvő igény mutatkozik a zöldségek kiváló minőségére, amelyet a betakarítás és tárolás jelentősen befolyásol. A paprika gazdaságilag fontos növény, azonban rövid eltarthatósági idővel bír, melyet az antocianinok esetleg meg tudnak hosszabbítani. A kísérlet célja liluló és nem liluló izogén paprika nemesítési vonalak post-harvest élettartamának összehasonlítása volt. A két eltérő hőmérsékleten történő, 6 hetes tárolás során vizsgáltuk a termékek fizikai és kémiai paramétereit. Eredményeink szerint a nagy antocianin-tartalmú termékek magasabb polifenol- és flavonoid szinttel rendelkeztek, ugyanakkor a tárolás szempontjából fontos mutatókkal, mint vízvesztés és húskeménység, nem mutattak statisztikailag igazolható összefüggést. A pultontarthatóságukat tekintve pozitívum viszont, hogy kevesebb lila termés indult romlásnak.

Összességében a lila termékek a magasabb antocianin tartalmuk révén kedvezőbbek lehetnek a fogyasztás szempontjából, ugyanakkor az antocianin tartalmuk révén statisztikailag igazolható mértékben nem járultak hozzá a termékek jobb eltarthatóságához.

Kulcsszavak: *C. annuum*, pultontarthatóság, antocianin

INVESTIGATION OF PEPPER POST-HARVEST SHELF LIFE IN RELATION TO ANTHOCYANIN CONTENT

ZS. KOVÁCS¹, G. CSILLÉRY², B. PÁPAI¹, K. A. TÓTH-LENCSES¹, J. BEDŐ¹, A. VERES¹, A.
SZŐKE¹

¹Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Genetics and Biotechnology, Department of
Genetics and Genomics, Gödöllő

²PepGen Kft., Budapest

In consumer society, there is an increasing demand for high-quality vegetables, which are significantly influenced by harvesting and storage conditions. Pepper is an economically important crop, but it has a short shelf-life, which anthocyanins may potentially improve. The aim of this experiment was to compare purple and green pepper breeding lines in a storage experiment. During the six-week storage at two different temperatures, we examined the physical and chemical parameters of the fruits. Our results showed that fruits with high anthocyanin content had higher polyphenol and flavonoid contents as well. However, no correlation was found between anthocyanin content and storage-related parameters such as water-loss and flesh firmness. From a shelf-life perspective, a positive aspect was that only a few purple fruits showed signs of decay.

Overall, the higher anthocyanin content makes purple fruits potentially more favorable for consumption. However, statistically, anthocyanins did not contribute to an improved shelf-life of the fruits.

Key words: *C. annuum*, shelf life, anthocyanin

Bevezetés

A mai fogyasztói társadalom igénye egyre nő a zöldségfélék jobb minősége iránt, legyen szó akár azok beltartalmi mutatóiról, egészségmegőrző szerepéről, akár az áru fizikai paramétereiről. A minőséget leginkább befolyásoló tényezők a betakarítás, és a betakarítást követő tárolás.

A paprika termesztés hazánkban évszázados múltra nyúlik vissza. A friss fogyasztás és a feldolgozás szempontjából is nagy gazdasági jelentőséggel bír, azonban rövid eltarthatósági idővel jellemezhető. Étkezési paprika esetén a betakarítás utáni veszteségek akár a 40%-ot is elérhetik (*Tiamiyu et al.* 2023).

Tárolás szempontjából a termésfal keménysége az egyik legfontosabb tényező, hiszen nagyban befolyásolja a termések betakarítás utáni élettartamát (Maalekuu et al. 2004). A termésfal keménységének csökkenése fogékonyabbá teszi a terméseket a sérülésekre, elősegíti a patogének kolonizációját, valamint negatívan befolyásolja a fogyasztói elégedettséget, így hozzájárulva a termésvesztéshez (Brummell et al. 2022).

Antocianinokat felhalmozó paradicsom termések esetén kimutatták, hogy az antocianinok hozzájárultak a termések pultontarthatóságához, valamint a *Botrytis cinerea* fertőzésekkel szemben is ellenállóbbak voltak (Bassolino et al. 2013, Zhang et al. 2013). A *Capsicum* nemzetségen belül is előfordulnak antocianinokat felhalmozó genotípusok, melyek a legtöbb fajta esetén a gazdasági érettségben szintetizálódnak és a biológiai érettséget elérve lebomlanak. Az antocianinokon túl a *Capsicum* nemzetség tagjaiban számos olyan fitonutriens vegyület található, melyek vizsgálata nem csak a termés tárolásának szempontjából, hanem a humán táplálkozás vonatkozásában is érdekes terület lehet.

Ezek alapján célul tűztük ki, hogy lila és zöld izogén cseresznyepaprika nemesítési vonalakat összehasonlítva vizsgáljuk a termések antocianin tartalmának a pultontarthatóságra gyakorolt hatását, illetve egy tárolási kísérlet keretén belül a termések fizikai és kémiai paramétereinek változását.

Anyag és módszer

A kísérletek során felhasznált közel izogén vonalak terméseit Csilléry Gábor nemesítő biztosította. A terméseket 20 percig 3%-os hipóban rázattuk, majd egyesével steril edényekbe helyeztük. A lila és zöld termések egyik felét 25 °C-on másik felét 10 °C-on tároltuk, majd 6 héten át mindkét tárolási hőmérsékletből hetenként 6 lila és 6 zöld termésen végeztük el méréseinket, a bogyók fenotípusos állapotát is felvételeztük. A pultontarthatóság értékelésére hetenként mértük a termések húskeménységét, szárazanyagtartalmát, préselt levük pH-ját valamint a belőlük készített kivonatok egyes beltartalmi mutatóit; vasredukáló képességen alapuló antioxidáns kapacitásuk (Ferric Reducing Ability of Plasma - FRAP), totál polifenol (TPC), totál flavonoid- (TFC), valamint totál monomer antocianin- (TMA) tartalmukat.

A húskeménység meghatározását PCE-FM 200 Kraftmessgerät penetrométerrel (N/cm²) végeztük. A termések °BRIX-értékét digitális refraktométerrel, PR-201α, ATAGO®, határoztuk meg. A pH meghatározásához a paprika termésekből előzetesen eltávolítottuk az ereket és magokat és csak a termeshús présnedvét mértük Thermo Scientific Orion 3 Star™ pH mérővel. Az analitikai vizsgálatokhoz a termésfalakat használtuk fel, melyet folyékony nitrogénben porítottuk, majd metanol:desztillált víz:hangyasav (60:39:1 v/v%) oldattal extraháltuk. Az antioxidáns kapacitás mérést Benzie és Strain (1996), a TPC mérést a Singleton és Rossi (1965), a TFC mérést Sytar et al. (2018), a TMA meghatározást pedig Giusti és Wrolstad (1996) módszere szerint végeztük.

Eredmények

A paradicsommal kapcsolatos irodalmi adatokkal ellentétben (Bassolino et al. 2013, Zhang et al. 2013), az általunk vizsgált paprika termések esetén, a termésfal keménységében nem találtunk szignifikáns különbséget a zöld és a lila színű termések, illetve a 2 tárolási hőmérséklet közt (1. táblázat). A minták vízvesztését vizsgálva szintén nem tudtunk szignifikáns különbséget kimutatni a zöld és a lila színű termések esetén, sem 10 °C-on, sem 25 °C-on (1. táblázat). A heteket tekintve, a legnagyobb különbség az utolsó héten mutatkozott a minták közt; 13,14±2,41% a lila, és 8,77±1,07% a zöld termések esetén, ugyanakkor ez sem tekinthető szignifikánsnak. A minták oldható szárazanyag tartalmát tekintve szignifikáns különbséget csak a 10 °C-on tárolt minták esetén tapasztaltunk (1. táblázat). A mintákban mért pH értékek közt nem találtunk szignifikáns különbséget a termés színek függvényében a 2 tárolási hőmérsékleten (1. táblázat), ugyanakkor a tárolási hőmérséklet szignifikánsan hatott a pH-ra. Mind a zöld színű és a lila színű termések esetén a 25 °C-on tárolt minták pH-ja szignifikáns emelkedést mutatott a 10 °C-on tartottakhoz képest. Ez a lila színűeknél 10 °C-hoz képest a 25 °C-on mért pH a következőképpen alakult: 5,47±0,2 pH értékről nőtt 6,07±0,12 pH értékre, míg a zöld színűeknél: 5,53±0,03 értékről 6,01±0,13 értékre változott. Ez a hetek függvényében vizsgálva vált különösen érdekessé, a lila színű termések pH értékei egy kezdeti növekedés után csökkenést mutattak, míg a zöld termések pH-ja folyamatosan növekedett. A 6. héten mérve a különbség szignifikáns volt, a zöldek esetén 6,69±0,26, míg a liláknál 5,97±0,16. A pH emelkedése a tárolás során eredhet abból, hogy a paprikákban lévő savak

bolmanak, átalakulnak az érés előrehaladtával, illetve abból is, hogy a felületi sterilizálás ellenére néhány minta rothadásnak indult. A 10 °C-on tárolt minták közül kevesebb, míg a 25 °C-on tárolt minták közül több esett áldozatul főleg bakteriális fertőzésnek, ezen patogének azonosítása jelenleg is folyamatban van. Az, hogy a lila termések a tárolás vége felé alacsonyabb pH értékkel rendelkeztek, feltehetőleg köthető az antocianin-tartalmukhoz is, és annak antimikrobiális hatásához, ami által jobban ellen tudtak állni a fertőzéseknek. Ugyanakkor az összes vizsgált 140 növényt tekintve 12 zöld és 7 lila növény indult rothadásnak a tárolás során, ez a színek által kialakított csoportok szerint nem jelentett szignifikáns különbséget ($p=0,282$). Az analitikai méréseket tekintve azt tapasztaltuk, hogy a lila termések trendszerűen magasabb értékekkel jellemezhetőek mind a FRAP, TPC és TFC értékeiket tekintve, ugyanakkor a hőmérséklet és a színek szerint kialakított csoportok közt nem tudunk szignifikáns különbségeket kimutatni (1. táblázat). Ugyanakkor, ha csak a színek szerint alakítottuk ki a csoportokat, akkor a TPC ($1667,04 \pm 188,72$ a lila és $1124,87 \pm 123,91$ a zöld) és TFC ($80,90 \pm 8,02$ a lila és $40,02 \pm 3,72$ a zöld) értékek szignifikánsan különböztek a lila és a zöld termésű paprikák közt. A termések antocianin-tartalma nem jelentkező szignifikánsan magasabb antioxidáns kapacitásban se a színek, se a színek és tárolási hőmérsékletek szerint kialakított csoportokban.

2. táblázat – Lila és zöld színű termések mért adatai 10 és 25 °C-on

	10 °C		25 °C	
	lila	zöld	lila	zöld
penetrométer [N]	28,40±0,77 a	31,06±1,29 a	21,50±1,01 a	23,32±1,14 a
vízvesztés [%]	3,51±0,37 a	3,53±0,40 a	8,67±1,01 a	6,32±0,83 a
°BRIX	5,24±0,08 a	5,63±0,13 b	4,74 ±0,11 a	5,01±0,14 a
pH	5,47±0,02 a	5,53±0,03 a	6,07±0,12 a	6,01±0,13 a
FRAP [μmol As/g]	118,43±8,81 a	104,44±9,81 a	112,88±7,34 a	111,98±5,76 a
TPC [mg Ga/g]	1354,89±118,13 a	1044,58±109,13 a	2005,21±307,60 a	1213,19±232,31 a
TMA [μg cy-3-glu/g]	77812,02±8134,77 a	7210,82±424,73 b	133856,90±1580,59 a	2094,00±64,46 b
TFC [mg Qe/g]	51,52±6,51 a	39,80±5,28 a	112,71±13,33 a	40,26±5,33 b

Azonos kisbetűvel jelölt átlagok nem térnek el egymástól szignifikánsan $p < 0,05$, Tukey.

A vizsgált faktorok közti összefüggéseket egy Pearson korrelációs táblázatban összegeztük (2. táblázat). A tárolás során eltelt idő szinte minden vizsgált paraméterrel statisztikailag igazolható összefüggést mutatott.

3. táblázat – Pearson korrelációs együtthatók a hat hetes tárolás során a zöld és lila paprikák összesített adatai alapján

	hét	hőmér- séklet	TPC	FRAP	TFC	TMA	pH	BRIX	hús- keménység	víz- vesztés	rothadás
hét	1,000	0,000	-0,235**	-0,149**	0,051	-0,106*	0,444**	-0,159**	-0,293**	0,704**	0,336**
hőmérséklet		1,000	-0,008	-0,070	0,099	-0,012	0,325**	-0,262**	-0,330**	0,388**	0,182**
TPC			1,000	0,701**	0,024	0,217**	-0,250**	-0,080	0,143**	-0,254**	-0,154**
FRAP				1,000	-0,089	0,172**	-0,276**	-0,012	0,145**	-0,396**	-0,090
TFC					1,000	0,592**	-0,017	0,096	0,057	0,521**	-0,133**
TMA						1,000	0,031	-0,082	-0,045	0,109	-0,107*
pH							1,000	-0,576**	-0,459**	0,240**	0,421**
BRIX								1,000	0,260**	0,071	-0,229**
húskeménység									1,000	-0,415**	-0,682**
vízvesztés										1,000	0,222**
rothadás											1,000

*-korreláció szignifikáns $p < 0,05$; **-korreláció szignifikáns $p < 0,01$

A hetek múlásával csökkent a termések antocianin- és polifenol-tartalma, antioxidáns kapacitása, oldható szárazanyag-tartalma és húskeménysége. Ezzel ellentétben nőtt a vízvesztésük, és az idő előrehaladtával egyre több rothadásnak indult termés került ki közülük. A magasabb hőmérséklet a magasabb pH értékekkel mutatott pozitív összefüggést. Ennek oka lehet, hogy a rothadt termések zöme 25 °C-ról került ki, és a rothadt termések pH-ja magasabb volt. A tárolás szempontjából vizsgált antocianin tartalom szoros pozitív összefüggést mutatott a termések polifenol- és flavonoid-tartalmával, illetve azok antioxidáns kapacitásával, ugyanakkor se a húskeménységgel, se a vízvesztéssel nem tudunk korrelációt kimutatni. A tárolás szempontjából egyetlen pozitív aspektus, hogy a magasabb antocianin-tartalmú paprikák kevésbé voltak hajlamosak a romlásra (2. táblázat).

Összességében a lila termések a magasabb antocianin-tartalmuk révén kedvezőbbek lehetnek a fogyasztás szempontjából, ugyanakkor a paradicsommal kapcsolatos irodalmi adatokkal ellentétben, az antocianinok statisztikailag igazolható mértékben nem járultak hozzá a termések jobb eltarthatóságához a pulton tarthatósági paraméterek javításával.

Köszönetnyilvánítás

A Kulturális és Innovációs Minisztérium EKÖP-MATE/2024/25/K kódszámú Egyetemi Kutatói Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.”

Irodalom

- Bassolino, L., Zhang, Y., Schoonbeek, H. j., Kiferle, C., Perata, P., Martin, C. (2013): Accumulation of anthocyanins in tomato skin extends shelf life. *New Phytologist*, **200**(3), 650-655.
- Benzie, I. F., Strain, J. J. (1996): The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, **239**(1), 70-76.
- Brummell, D. A., Bowen, J. K., Gapper, N. E. (2022): Biotechnological approaches for controlling postharvest fruit softening. *Current Opinion in Biotechnology*, **78**, 102786.
- Giusti, M. M., Wrolstad, R. E. (2001): Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Current protocols in food analytical chemistry*, **F1. 2.1-F1.**, 2.13.
- Maalekuu, K., Elkind, Y., Fallik, E., Shalom, Y., Tuvia-Alkalai, S. (2004): The influence of harvest season and cultivar type on several quality traits and quality stability of three commercial sweet bell peppers during the harvest period. *Advances in horticultural science [rivista dell'ortofloro coltura italiana]*. **18** (N. 1), 1000-1005.
- Singleton, V. L., Rossi, J. A. (1965): Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, **16**(3), 144-158.
- Sytar, O., Boško, P., Živčák, M., Brestic, M., Smetanska, I. (2018): Bioactive phytochemicals and antioxidant properties of the grains and sprouts of colored wheat genotypes. *Molecules*, **23**(9), 2282.
- Tiamiyu, Q. O., Adebayo, S. E., Ibrahim, N. (2023): Recent advances on postharvest technologies of bell pepper: A review. *Heliyon*, **9**(4). e15302.
- Zhang, Y., Butelli, E., De Stefano, R., Schoonbeek, H.-j., Magusin, A., Pagliarini, C., Wellner, N., Hill, L., Orzaez, D., Granell, A. (2013). Anthocyanins double the shelf life of tomatoes by delaying overripening and reducing susceptibility to gray mold. *Current Biology*, **23**(12), 1094-1100.

HÚSOS SOM (*Cornus mas* L.) GENOTÍPUSOK EGYRE SZÉLSŐSÉGESEBB KLIMATIKUS ADOTTSÁGAINKHOZ VALÓ ALKALMAZKODÓKÉPESSÉGÉNEK VIZSGÁLATA

Mali-Gáspár Edit, Simon Gergely, Ficsek Gitta

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Tanszék, Budapest

Napjainkban a vadon termő gyümölcsök iránt egyre inkább nő az érdeklődés a termesztők és a fogyasztók oldaláról egyaránt. A húsos som (*Cornus mas* L.) széles területen elterjedt, Európa középső részeitől a dél-keleti régiókig megtalálható természetes körülmények között.

(i) A vadon termő húsos som relatív jól alkalmazkodott a kedvezőtlen környezeti feltételekhez, betegségekkel szemben szintén jól ellenáll. (ii) A húsos som értékes, egyedülálló beltartalmi sajátosságokkal, élettani hatással bír. (iii) Évről-évre tapasztalhatók szélsőséges környezeti viszonyok és ebből fakadó termés kiesések a főbb termesztett gyümölcsfajoknál, árutermő gyümölcsöknél. (iiii) A funkcionális élelmiszerek jelentősége is folyamatosan nő, mely területnek a vadon termő gyümölcsök perspektivikus növényei.

A vizsgálatokba három húsos som fajtát ('Lutea', 'Kazanlak', 'Joliko') vontunk be, a mintákat az érési időszakban három különböző termőhelyről és öntözött és öntözetlen ültetvényből gyűjtöttük (Fejér, Somogy és Veszprém vármegyék). Emellett hét vadon termő genotípust Győr-Moson-Sopron, Somogy és Veszprém vármegye természetes populációiból és termesztésbe vont egyedeiből vizsgáltuk, értékeltük a nemesített és a vadon termő növényeket.

A 2024. év extrém száraz nyári időszaka, csapadékhánya és magas hőmennyiségével szembeni ellenállóképessége a fajtáknak és genotípusoknak egyértelműen eltérő volt, az érzékenységtől a hőstressz tünetegyütteséig megmutatkozott. A fény és hővel, perzselő hatással szembeni tűrőképességről és - az egyébként elhúzódó érésmenttel jellemzett növény – érésalakulásának kompaktságáról adott első szintű választ.

- Megállapítható az azonos ökológiai körülmények között az öntözött és öntözetlen technológia gyümölcsméretre gyakorolt hatása. A szárazságtűrőnek ismert növény termesztésbiztonsága szempontjából nélkülözhetetlen öntözés fontossága.
- A vizsgált termőfajták között 2-3 hét eltérés volt azonos fajták érési idejében.
- Fényigényes növény a húsos som, viszont az extrém fény és hő stressztüneteket okozott a középkorai érésű 'Kazanlak' fajta levelén (pödrődés, hosszanti ér menti összehúzódás – párolgási felület csökkentés), gyümölcsökön (lázfoltok, utóérés, töppedés még fenn a termőágon, azaz víztranszport tartós megszűnése, kényszerérés). A későbbi érésű 'Joliko' esetében a teljes érés akadályaként jelentkezett mindkét termőhelyen az extrém hőmérséklet és aszály (félleg érett gyümölcsök, gyümölcsmúmiák).
- Vannak olyan perspektivikus vadon termő genotípusok, melyek érési ideje korábbi (Kazanlakkal egyidejű), érésmentel kevésbé elhúzódó, így a szélsőséges éghajlati viszonyok tartós fennállása/ismétlődése esetén a nyári extrém hőmennyiségre, nyár közepi szárazságra kevésbé kockázatos és szelekciós növénynevelési munkák értékes anyaga lehet.

Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy a húsos som termesztésbe vonása szempontjából kockázatot jelenthet a jövőben a szélsőséges nyári hőmérséklet és hosszán tartó aszályos periódus. Körvonalazódott az a technológia rendszer, mely az öntözés és az árnyékolás fontosságára hívja fel a figyelmet a sikeres termesztésbe vonás érdekében.

MMS-1 MARS-ANALÓG REGOLIT, LED-VILÁGÍTÁS HATÁSA 'GK PILIS' BÚZAFŰ, 'HUNGARO' TRITIKÁLÉ-FŰ ÉS RETEK MIKROZÖLDSÉGEK MORFOFENOLÓGIAI JELLEMZŐIRE

Meier Orsolya¹, Szatmári Patrik¹, Tóth Csaba¹, Koroknai Judit¹, Makleit Péter¹, Domokos- Szabolcsy Éva¹, Veres Szilvia¹, Kruppa József², Fári Miklós Gábor¹

¹Debreceni Egyetem MÉK, Alkalmazott Növénybiológiai Intézet, Űrnövények Kutatócsoport, Debrecen

²Kruppa-Mag Kft., Kisvárd

Az Űrnövények Kutatócsoport kiemelt területe az űrbázisok ún. analóg talajain végzett növénytermesztési kísérletek végzése. A marsi-analóg regoliton történő kísérleti termesztés során számos következtetést vonhatunk le a növények morfológiai és fenotípusos jellemzői alapján. Egyes fajok/fajták gyorsabban növekedhetnek a regoliton, míg mások visszamaradhatnak és/vagy kisebb biomasszát hozhatnak létre. A különböző növények gyökérrendszere is eltérően reagálhat a regolit fizikai tulajdonságaira (pl. vízmegtartó képesség, szemcseméret); továbbá a levelek mérete, színe és egyéb növényi jellemzők eltérhetnek, jelezve a növények stresszválaszait. Ezek a megfigyelések segítenek a legalkalmasabb növényfajok/fajták és termesztési stratégiák kiválasztásában, amelyek hosszútávon fenntartható növénytermesztést eredményezhetnek a Holdon és/vagy marsi környezetben. Továbbiakban szükséges a növények és a talaj analitikai vizsgálata, mely során információt kapunk a növények tápanyagtartalmáról, másodlagos anyagcseretermékeiről, valamint a talajminőség alakulásáról. Ezen eredmények segíthetnek optimalizálni az űrbázisok élelmiszertermelését és ellátását, valamint földi környezetben a talajremediációs folyamatokat. A DE Biodrome-ban folytatott kísérleteinkhez NASA/JPL Mojave Mars Simulant 1 (MMS-1) marsi-analóg regolitet használtunk. Az MMS-1 forráskőzete az Amerikai Egyesült Államokban, a nyugati Mojave-sivatagban található, az ún. 'Tertiary Tropico' csoportból bányászott bazalt. Az MMS a 2007/8-as Phoenix Scout fejlesztése során, valamint a 2009-es Mars Science Laboratory (MSL) küldetések során használt tesztközvetek és talajok közé tartozik. Az MMS-1 három különböző frakcióban érhető el, durva (1,27-6,35 mm), finom (0,50-1,27 mm), és extrafinom (<0,50 mm) szemcseméretben, melyek mimikálják a marsi talaj rétegeit. Növénytermesztési kísérleteinket többféle rendszerben teszteltük, melyek közül az egyik a VITAPRIC GREENTUBE MULTI-MINIPOT (VGMP) rendszer. A VGMP 3D nyomtatással készül, anyaga jelenleg PLA, később polikarbonát. Fő feladata a mikrozöltség, a búzafű, tritikálé-fű stb. kutatása, melyet közeggel és közeg nélkül is végezhetünk. A mikrozöltségek öntözését felszívató rendszer segíti. Az elválasztórácsnak köszönhetően különböző összetételű közegeket és növényfajokat/fajtákat vizsgálhatunk benne. Kísérletünkben 100% MMS-1, 2:1 arányú MMS-1 és föld, 1:2 arányú MMS-1 és föld, valamint 100% föld közeget alkalmaztunk, melyekre búzát ('GK Pilis'), tritikálét ('Hungaro'), retket ('Daikon') és paprikát ('Hungarian Enigma Hot' – HEH) vetettünk. Az ültető tálcát búra alá (GreenTube rendszer) és LED világítású kontrollált környezetbe helyeztük. Megfigyeltük a növények morfológiai és fenotípusos jellemzőit. Egy másik rendszerben további 24-féle retekfajtát teszteltünk MMS-1 és földi kontroll talajon. A közeget NASA által elfogadott felszívató anyaggal (Kimtech) fedtük le. A megvilágításhoz az OSRAM PhytoPhy rendszer használtuk, 150 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ fényintenzitással [400–499 nm (kék) = 40%, 500–600 nm (zöld) = 20%, 600–700 nm (vörös)], = 40% fényspektrum-programmal és 12 óra fény – 12 óra sötét megvilágítási időtartammal. A PhytoPhy® RL egy 6 csatornás, hangolható LED-es kertészeti világítási rendszer, amelyet növény-specifikus fényreceptek kutatására és fejlesztésére terveztek, és amelyet jelenleg is alkalmaznak a Nemzetközi Űrállomás (ISS) fedélzetén.

A kutatás a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap TKP2021-EGA-20 támogatásával valósult meg.

CSERESZNYE (*Prunus avium* L.) GENOTÍPUSOK ANTOCIANIN- ÉS POLIFENOL TARTALMÁNAK VIZSGÁLATA

Mihályfi Csilla¹, Bedő Janka¹, Halász Gábor Endre², Hussein Daood³, Tóth-Lencsés Andrea Kitti¹, Kovács Zsófia¹, Veres Anikó¹

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Genetika és Biotechnológia Intézet, Gödöllő

²Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Környezettudományi Intézet, Környezetanalitikai és Technológiai Tanszék, Gödöllő

³Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kertészettudományi Intézet, Gödöllő

Különböző cseresznye genotípusokat elemeztünk kémiai és molekuláris genetikai módszerekkel. Nagy teljesítményű folyadékromatográfiával (HPLC) mértük és összehasonlítottuk cseresznye genotípusok antocianin és flavonoid össz mennyiségét az egész termésben, külön a gyümölcshúsban és a héjban, valamint figyelembe vettük az eltérő tárolási módok befolyását a mintákra. Különbséget tapasztaltunk az azonnal fagyasztva tárolt, illetve késleltetve tárolt fajták beltartalmi értékei között. Egyes komponensek kevésbé bomlékonyabb a többi komponenshez képest hosszú távú fagyasztás hatására, továbbá, a héjban nagyobb koncentrációban detektáltuk az egyes komponenseket, mint a húsban. Az adatainkat összevetettük más szakirodalmi adatokkal, melyek egyeztek a mi vizsgálati eredményeinkkel. A hús és héj vizsgálat unikális tanulmánynak bizonyult, mivel eddig nem foglalkozott a témával szakirodalom.

Cseresznyeleveléből DNS-t izoláltunk, majd CDDP technika segítségével MYB konzervált régiókat vizsgálva kerestük az egyes fajták közötti polimorfizmust. Az eredményeket összevetettük a HPLC adatokkal és a polimorfizmus, valamint egyes komponensek különbségei közt kerestünk összefüggést.

Kulcsszavak: antocianin, polifenol, *Prunus avium*, CDDP

ANALYSIS OF ANTHOCYANIN AND POLYPHENOL CONTENT IN SWEET CHERRY (*Prunus avium* L.) GENOTYPES

CS. MIHÁLYFI¹, J. BEDŐ¹, G. E. HALÁSZ², H. DAOOD³, A.K. TÓTH-LENCSES¹, ZS. KOVÁCS¹ AND A. VERES¹

¹Hungarian University of Agricultural and Life Sciences, Institute of Genetics and Biotechnology, Gödöllő

²Hungarian University of Agricultural and Life Sciences, Institute of Environmental Sciences Department of Environmental Analysis and Technology, Gödöllő

³Hungarian University of Agricultural and Life Sciences, Institute of Horticultural Sciences, Gödöllő

In our study, different sweet cherry genotypes were analysed using chemical and molecular genetic methods. The total anthocyanins and flavonoids of the different varieties were measured and compared by high performance liquid chromatography (HPLC) in the whole fruit, in the flesh and in the skin, separately, and the influence of different storage methods on the samples was taken into account. We found difference between the amount of components of varieties stored frozen immediately and those stored delayed. Some components were less degradable compared to other components after prolonged freezing, furthermore we detected higher concentrations of some components in the skin than in the flesh. Our data were compared with other literature data, which were in agreement with our study results. The flesh and skin study proved to be a unique study as there is no literature on this topic so far.

We isolated DNA from cherry leaves and then searched for polymorphisms between cultivars using CDDP techniques by examining MYB conserved regions. The results were compared with HPLC data and correlations were sought between polymorphism and differences in individual components.

Key words: anthocyanin, polyphenol, *Prunus avium*, CDDP

Bevezetés

A cseresznye jelentős mennyiségű fontos tápanyagot és bioaktív összetevőt tartalmaz, mint a C-vitamin, rostok, valamint jótékony bioaktív vegyületeket, mint az antocianinok, a kvercetin és a karotinoidok. Számos biológiai folyamatot erősíthetnek vagy gátolhatnak, ami arra utal, hogy a gyümölcs potenciálisan megelőzheti a rákot, a szív- és érrendszeri betegségeket, a cukorbetegséget és egyéb gyulladásos állapotokat (McCune *et al.* 2011, Antognoni *et al.* 2020).

Az antocianinok fontos természetes vízzoldható flavonoid pigmentek, megtalálhatóak a levelekben, gyümölcsökben, magvakban, virágokban. Különböző biológiai és fiziológiai funkciókat látnak el, melyek elősegítik a beporzást és a magvak szétterjedését, biotikus és abiotikus stresszrezisztenciát biztosítanak, és meghosszabbítják a növények termésének élettartamát (Qi *et al.* 2022). A vörös, lila, fekete és kék színt alakítják ki a növényi szövetekben. A cseresznye gyümölcs színének kialakulásáért is elsősorban az antocianinok felelnek (Liu *et al.* 2011). A sárgás-piros és a vörös cseresznyefajták közötti különbség hét antocianin komponensnek köszönhető (pelargonidin-3-O-rutinozid, pelargonidin-3-O-glükózid, peonidin-3-O-rutinozid, peonidin-3-O-glükózid, cianidin-3-xilozid, cianidin-3,5-O-diglükózidnak, cianidin-3-O-arabinozid). Chu és munkatársai (2023) kimutatták, hogy pozitív korreláció van a MYB transzkripciós faktorok expressziója és az antocianin-tartalom között, valamint a struktúrgének különböző mértékű expressziója befolyásolja a színváltozatokat.

A tárolás és a szállítás során a cseresznye gyümölcse megpuhul, elsötétedik, és a cukor-sav egyensúlyban változások következnek be, amelyek befolyásolják az ízeket (Kupferman, 1995). A betakarítás utáni főbb minőségben bekövetkező romlási tulajdonságok közé tartozik a nedvességvesztés, a puhulás, a rothadás és a szár barnulása (Bernalte *et al.* 2003). Számos olyan betakarítás utáni kezelés létezik, amely késlelteti ezeket a változásokat, mint a vegyszerek, a besugárzás vagy az alacsony hőmérsékletű kezelések. Mindazonáltal egyre inkább tudatosul a fogyasztók körében, hogy a gyümölcsökön alkalmazott vegyszerek kezeléseik közül sok potenciálisan káros az emberre (Klein és Lurie, 1991). A fagyasztás megőrzi a cseresznye eredeti ízét és biológiailag aktív anyagait a lehető legnagyobb mértékben. A fagyasztással szemben támasztott fő követelmények, hogy a termés ne deformálódjon, integritása megmaradjon, az egyes termések ne csomósodjanak össze, valamint olyan fagyasztott termék készüljön belőle, amely könnyen fogyasztható, csomagolható és feldolgozható (Bernalte *et al.* 2003).

Anyag és módszer

A vizsgált 14 genotípust a MATE Gyümölcstermesztési Kutatóközpont Érd, Érdi Elvira Major biztosította. A mintavételezés random történt. Négy év genotípusait használtuk fel: 2019, 2021, 2022, 2024. A vizsgálatok során felhasználtuk a gyümölcsöket (egyben, valamint külön a hús és héj) és a leveleket.

Genotípusok:

- | | | |
|----------------------|----------------------|---------------------|
| • 'Aida' | • 'Négus' | • 'Tünde' |
| • 'Anita' | • 'Péter' | • 'Valerij Chkalov' |
| • 'Bigarreau Burlat' | • 'Sándor' | • 'Vega' |
| • 'Carmen' | • 'Sárga hibrid' | • 'Vera' |
| • 'Krupnoplodnaja' | • 'Szomolyai fekete' | |

A cseresznye héj színéből színskálát hoztunk létre, melyből három csoportot alkottunk. Az I. csoportba tartoznak a világos jeggyl rendelkező típusok. A II. csoportba a piros, sötétpiros héjjal rendelkező fajták, míg a III. csoportba a sötétbordó, fekete jegyekkel rendelkező típusok kerültek. Az 1. ábra szemlélteti a csoportosítás kialakítását.

1. ábra Színskála és kategorizálás 1. táblázat Az adott hullámhosszon detektált komponensek



A 2019-es és 2024-es mintákat a mintavétel után azonnal folyékony nitrogénbe helyeztük, míg a 2021-es és 2022-es mintákat nem, csak 30 perc elteltével. Mind a két esetben, a későbbiekben $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on, felhasználásig tároltuk a mintákat.

A HPLC vizsgálathoz a fagyasztott mintákból 2 g-ot dörzsöltünk el dörzsmozsárban, kevés kvarchomokkal. Oldatot készítettünk 3 vegyszázalékos metafoszforsavból, ami 70%-át alkotta az oldatnak és metanolból. Minden mintára 30 mL-t mértünk. A kivonatot 15 percig rázattuk, majd 24 óráig hűtőben tároltuk $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on. A minták ultrahangos kezelést kaptak 5 percig, $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on, majd centrifugáltuk 5 percig 5000 g sebességen. A kivonatot leszűrtük $0,45\text{ }\mu\text{m}$ pórusméretű hidrofób PVDF anyagú fecskendőszűrőn keresztül üvegmintatartóba, majd a HPLC rendszerbe helyeztük (Hitachi Chromaster, Supelco Ascentis® Express 90 Å C18-PCP 15 cm x 4,6 mm, $2,7\text{ }\mu\text{m}$ oszloptípus). A mintákat tíz hullámhosszon vizsgáltuk.

Az összes antocianin koncentrációja tartalmaz cianidin-3-glükózidot, cianidin-3-rutinozidot, pelargonidin-3-rutinozidot és peonidin-3-rutinozidot. Ezeket a vizsgálat során összesítettük, így összes antocianin-tartalmat mértünk. A HPLC rendszer vezérlését és a kromatogramok értékelését OpenLab 2.8. szoftverrel végeztük. A koncentrációt a terület, a mért hullámhossz és a faktor segítségével kaptuk meg. Végeredményül a cseresznye egyes komponenseinek mennyiségének koncentrációját kaptuk, $\mu\text{g/g}$ -ban.

A DNS kivonást a begyűjtött, majd $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on tárolt levelekből a Qiagen DNeasy® Plant Mini Kit DNS kivonó kit protokollja alapján hajtottuk végre. A DNS koncentrációt a Nanodrop spektrométerrel (Thermo Scientific NanoDrop ND-1000 Spectrophotometer) ellenőriztük. A vizsgálathoz a NanoDrop 1000 3.8.1. szoftvert használtuk. A termékeket agaróz gélelektroforézissel ellenőrizzük.

A CDDP markertechnika esetén a PCR paramétereit Collard és Mackill (2009) publikációja nyomán állítottuk be, melyet a saját vizsgálatunkra optimalizáltunk a Phusion polimeráz enzimhez ($2\text{ U}/\mu\text{l}$), melyből $0,1\text{ }\mu\text{l}$ -t mértünk ki. A MYB primerekből ($100\text{ pg}/\mu\text{l}$) $1,5\text{ }\mu\text{l}$ -t, a DNS templátból ($20\text{ ng}/\mu\text{l}$) $2\text{ }\mu\text{l}$ -t, a 10 mM -os dNTP-ből $0,2\text{ }\mu\text{l}$ -t és az 5X GC pufferből $2\text{ }\mu\text{l}$ -t adtunk hozzá. Steril vízzel egészítettük ki $10\text{ }\mu\text{l}$ végtérfogatra. Az alkalmazott CDDP MYB primerek szekvenciáit a 3. táblázat szemlélteti.

2. táblázat A CDDP markerek szekvenciái

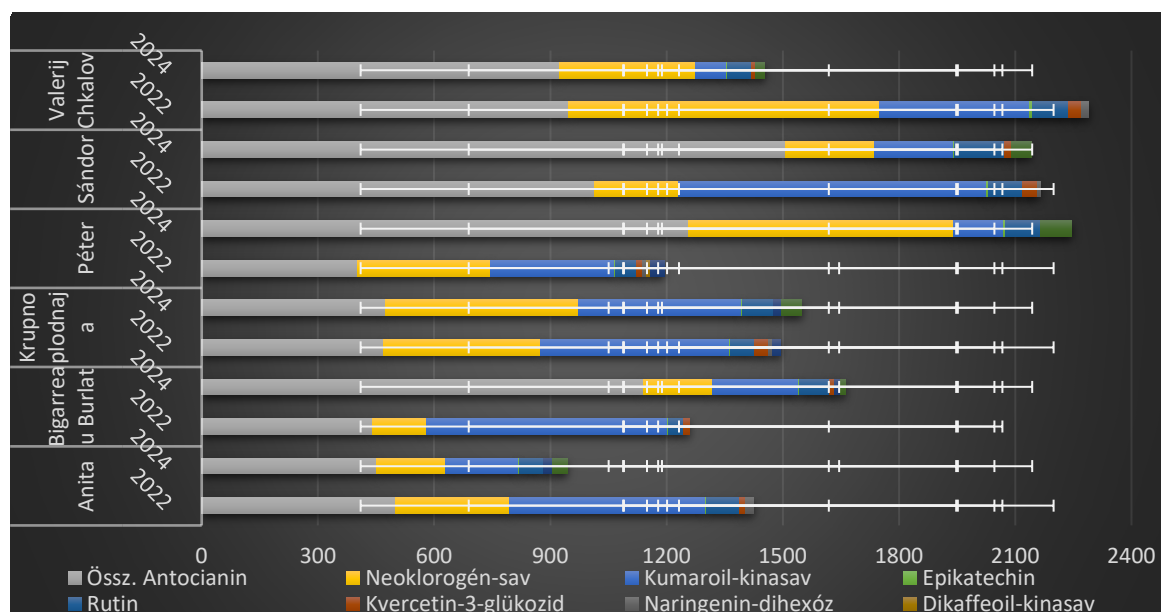
Primer	Szekvencia (5'-3')	Hossz (nukleotid)	GC tartalom
MYB1	GGCAAGGGCTGCCGC	15	80%
MYB2	GGCAAGGGCTGCCGG	15	80%

Eredmények

Az évek közötti összehasonlítás eredményeképpen a 2022-es mintákban a kumaroil-kinasav koncentrációja magasabb volt 'Anita', 'Bigarreau Burlat', 'Krupnoplodnaja', 'Négus', 'Péter', 'Sándor', 'Sárga hibrid', 'Valerij Chkalov' és 'Vega' genotípusoknál, mint 2024-ben.

Továbbá, 2022-ben nagyobb koncentrációkat detektáltunk a neoklorogénsav, az összes antocianin és a rutin esetén a 'Anita', 'Sárga hibrid', 'Valerij Chkalov' genotípusoknál, a kvercetin-3-glükózid komponensnél a 'Bigarreau Burlat', 'Krupnoplodnaja', 'Sándor' és 'Valerij Chkalov' típusoknál, valamint az epikatechin esetén a 'Krupnoplodnaja', 'Négus', 'Sándor' és 'Valerij Chkalov' fajtáknál. Az évek közötti különbséget és a komponensek mennyiségét a 2. ábra szemlélteti. A 2024-ben gyűjtött mintáknál az epikatechin az 'Anita', 'Péter' a kaempferol-glükózid a 'Bigarreau Burlat', 'Krupnoplodnaja' és 'Péter', a klorogénsav 'Bigarreau Burlat', 'Péter', 'Valerij Chkalov' esetén; valamint az összes antocianin-tartalom, neoklorogénsav, kaempferol-glükózid és rutin a 'Krupnoplodnaja', 'Péter', 'Sándor' esetén és a kaempferol-glükózid 'Krupnoplodnaja', 'Péter' genotípusok esetén volt több a 2022-es típusoknál.

2. ábra A 2022. és 2024. évi 'Anita', 'Bigarreau Burlat', 'Krupnoplodnaja', 'Péter', 'Sándor' és 'Valerij Chkalov' egész gyümölcs mintáinak HPLC-vel elemzett komponensei, $\mu\text{g/g}$ mértékegységben megadva



A hús és héjminták összehasonlítása során a héjminták gazdagabbak a detektált komponensekben, mint a húsminták, néhány kivétellel. A kumaroil-kinsav koncentrációja több volt az 'Aida', 'Bigarreau Burlat', 'Carmen', 'Sándor', 'Sárga hibrid', 'Valerij Chkalov', 'Vega' és 'Vera' genotípusok, a kvercetin-3-glükózid a 'Négus', az epikatechin az epikatechin a 'Bigarreau Burlat', 'Négus', 'Vega' és az antocianin és naringenin-dihexóz koncentrációja pedig a 'Sárga hibrid' genotípusok esetén volt nagyobb a hús mintákban.

A színskála alapján az I. és II. csoport alacsony antocianin és epikatechin koncentrációval, a III. csoport pedig magas antocianin-, neoklorogénsav és rutin koncentrációval rendelkezik.

A tartós mélyfagyasztás hatással volt a gyümölcsök beltartalmi összetevőire. A 2019-es és 2024-es mintákat azonnal folyékony nitrogénbe helyeztük, míg a 2021-es és 2022-es mintákat 30 perc elteltével. Az azonnal tárolt minták kevésbé bomlottak el a detektált komponensek. A gyümölcs elválasztva sokkal bomlékonyabb, mint egészben tárolva.

A 2022-es év időjárási feltételei lehettek a legkedvezőbbek a cseresznyeterméshez, a túlzott hőség negatív hatással lehet a termés hozamra.

A CDDP MYB primerekkel végzett PCR eredményeként 2500 és 200 bázispár között kaptunk fragmentumokat. A MYB transzkripciós faktorok szerepet játszanak az antocián-bioszintézis szabályozásában, így a polimorfizmus összefüggésbe hozható az egyes fajták antioxidáns és

flavonoid tartalmával. A héj alapján kialakított I., II. és III. kategóriába tartozó genotípusok MYB primerekkel kapott eredményei korrelációt mutattak.

3. ábra A CDDP MYB1 és MYB2 primerekkel kapott fragmentumok és a héj alapján kialakított színskála kategóriák (I., II., III.) összevetése

MYB1				MYB2			
bázispár	I.	II.	III.	bázispár	I.	II.	III.
2300		X	X	2500	X	X	
1800		X	X	2000	X	X	X
1700		X		1900		X	X
1400	X		X	1400	X	X	
1300	X		X	900	X	X	X
1200			X	700	X	X	X
1100		X		550		X	X
1000		X	X	450		X	X
900	X	X		380			X
650			X	250	X	X	X
620	X		X				
550		X	X				
400		X	X				
280	X		X				

Irodalom

- Antognoni, F., Potente, G., Mandrioli, R., Angeloni, C., Freschi, M., Malaguti, M., ... Tartarini, S. (2020): Fruit quality characterization of new sweet cherry cultivars as a good source of bioactive phenolic compounds with antioxidant and neuroprotective potential. *Antioxidants*, **9**(8), 677.
- Bernalte, M. ., Sabio, E., Hernández, M. ., & Gervasini, C. (2003): *Influence of storage delay on quality of "Van" sweet cherry. Postharvest Biology and Technology*, **28**(2), 303–312.
- Chu, L., Zheng, W., Wang, J., Wang, Z., Zhao, W., Zhao B., Xu G., Xiao, M., Lou, X., Pan, F., Zhou, Y. (2023): Comparative analysis of the difference in flavonoid metabolic pathway during coloring between red-yellow and red sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Gene*, **880**, 147602.
- Collard, B.C.Y., Mackill, D. (2009): Conserved DNA-derived polymorphism (CDDP): A simple and novel method for generating DNA markers in plants. *Plant Molecular Biology Reporter*. **27**. 558-562.
- Klein, J.D., Lurie, S., 1991. Postharvest heat treatment and fruit quality. *Postharvest News Inform*, **2**, 15-19.
- Kupferman, E.M., (1995): Managing cherry temperature for optimum quality. *Good Fruit Grower*, **June**, 39-41.
- Liu, Y., Liu, X., Zhong, F., Tian, R., Zhang, K., Zhang, X., Li, T. (2011): Comparative study of phenolic compounds and antioxidant activity in different species of cherries. *Journal of Food Science*, **76**(4), 633-638.
- McCune, L. M., Kubota, C., Stendell-Hollis, N. R., & Thomson, C. A. (2011). Cherries and health: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, **51**(1), 1-12.
- Qi, X., Liu, C., Song, L., Dong, Y., Chen, L., Li, M. (2022): A Sweet Cherry Glutathione S-Transferase Gene, PavGST1, Plays a Central Role in Fruit Skin Coloration. *Cells*, **11**(7), 1170.

TÖRZSFASZELEKCIÓ A *Hymenoscyphus fraxineus* OKOZTA KÖRISPUSZTULÁS ELLENI VÉDEKEZÉSBEN

Molnár Csilla Éva¹, Cseke Klára¹, Koltay András², Majsai Erika², Köbölkuti Zoltán
Attila¹, Lados Botond Boldizsár¹, Benke Attila¹, Nagy László¹

¹Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet, Nemesítési Osztály, Sárvár

²Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet, Erdővédelmi Osztály, Sárvár

A hazai folyómenti keményfás ligeterdők kőris faja a magyar kőris (*Fraxinus angustifolia* Vahl subsp. *danubialis*), míg a hegyvidéki állományokban a magas kőris (*Fraxinus excelsior* L.) dominál. A XX. században még használatos volt az „elkőrisesedés” kifejezés, ami a tarra vágott keményfás ligeterdőkben a magról gyorsan növő, így a többi fafaj háttérbe szorításával egyeduralkodóvá váló kőris állományokra utalt. Európában az 1990-es években megjelent a körispusztulás néven emlegetett letális betegség, amely a kőris állományok fennmaradását veszélyezteti. A betegség feltételezett fő okozója a Kelet-Ázsiában honos *Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya invazív tömlősgomba.

A gombafertőzés elleni sikeres védekezés céljából az ellenállónak tűnő, idős törzsfák kijelölését folyamatosan végezzük a hazai kőris-előfordulások súlypontjaiban (Ormánság, Belső-Somogy, Beregi-sík, Tolnai-hát, Csepel-sziget). Az eddig kijelölt törzsfák monitoring jellegű megfigyelése folyamatosan zajlik. Az Erdészeti Tudományos Intézet Genetikai Laboratóriumában olyan molekuláris genetikai vizsgálatokat végzünk, amelyek alkalmasak az egyedszintű azonosításra és a különböző populációk genetikai struktúrájának feltárására is. Ehhez a külföldi szakirodalomban fellelhető és a hazai mintasoron korábban már tesztelt, kellő polimorfizmust mutató nukleáris mikroszatellit (nSSR) markereket alkalmazunk (Fp14665, Fp18437, Fp21064, Fp20456, FEMSATL11, FEMSATL04, FEMSATL19, FEMSATL10, FREX11, FREX14, FREX10, FREX18, FREX31, FREX25, M2-30 (a), ASH67).

A két faj átfedő elterjedési területein morfológiai szempontok alapján egy feltételezett hibridzóna rajzolódik ki. A két kőris faj és a feltételezetten hibridizációval érintett egyedek eltérő érzékenységet szintén szükséges megvizsgálnunk. Az alkalmazott tizenhat mikroszatellit marker segítheti a pontos taxonómiai meghatározást.

Az előzetes elemzéseket két régió (Beregi-sík, Ormánság), összesen 53 magyar kőris törzsfáján végeztük el. Az alkalmazott 16 nSSR marker megfelelő felbontással rendelkezett az egyedi szintű azonosításhoz. A genetikai távolság alapján készített főkoordináta-analízis (PCoA) eredményeként a Beregi-sík (Kömörő, Beregdaróc, Gelénes és Darnó) populációiban kijelölt törzsfák egyértelműen elkülönülnek egymástól, akárcsak a dél-dunántúli állományok (Drávaiványi, Potony, Bogdása) törzsfáitól. Az ormánsági mintasor populációi között viszont jóval alacsonyabb mértékű genetikai elkülönülést tapasztaltunk. A legmagasabb diverzitási mutatókkal a bogdásai populáció rendelkezett, a legalacsonyabbal a gelénesi és a kömörői.

A taxonómiaiilag pontosan meghatározott és elkülönített, továbbra is ellenállóképességet mutató egyedek oltványaiból magtermesztő ültetvények létrehozását tervezzük, amelyek biztosíthatják az utódnemzedék további vizsgálatához, illetve a repatriációhoz szükséges szaporítóanyagforrást. Az ültetvények tervezésére a még fellelhető genetikai változatosság mértékének és mintázatának figyelembevételével kerül sor.

A kutatás a "TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú ErdőLab" projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium (jogutód: Kulturális és Innovációs Minisztérium) Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg. A szerzők ezúton szeretnék köszönetet mondani a Mecsekerdő Zrt., Nyírerdő Zrt., Kaszó Zrt., Gyulaj Zrt., Pilisi Parkerdő Zrt. munkatársainak a terepi bejárások során nyújtott segítségükért.

A BÚZA (*Triticum aestivum* L.) VAD ROKON FAJÁBAN REJLŐ HASZNOS TULAJDONSÁGOK KIAKNÁZÁSA A FAJTAELŐÁLLÍTÓ NEMESÍTÉSBEN

**Pance Miklós Álmos, Ivanizs László, Molnár István, Gaál Eszter,
Hidvégi Norbert Tibor, Uhrin Andrea, Mikó Péter**

HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

Az egyre erősödő negatív következményeket (pl. aszály, hőstressz, új károsítók megjelenése) okozó klímaváltozás, valamint az átalakult európai politikai környezet (EU Zöld Megállapodás erőforrások fenntartható használatát ösztönző stratégiái), a kalászos nemesítési programok további technikai és módszertani fejlesztését teszik szükségessé. A hazai genetikai alapokra épülő, sikeres búzanemesítésnek egyúttal nemzetgazdasági és nemzetbiztonsági (élelmezésbiztonsági) jelentősége is számottevő. A vadon élő rokon fajok (Crop Wild Relatives, CWRs) a genetikai variancia legfontosabb forrásai a termesztett fajok számára. A nemesítés és a diverzifikáció az élelmezési rendszerek létfontosságú eszközei, ebben a tekintetben a CWR-ek kulcsszerepet játszhatnak a sokféleség megőrzésében. A búzával rokonságban álló vad fajok szinte kimeríthetetlen tárházát jelentik a búzatermesztés hatékonyságát növelni képes, hasznos tulajdonságoknak (és azok háttérben álló géneknek), melyeket számos esetben tudtak már beépíteni modern búzafajtákba az elmúlt évtizedekben (pl.: *Sr36*, *Lr19*, *Pm21*). Az elmúlt években tapasztalt rendkívüli aszályok előfordulásával a jövőben is egyre gyakrabban kell számolnunk, ezért a vad fajok használata ezen a téren is felértékelődhet, hiszen többségük eredeti élőhelyén (Közel-Kelet) már alkalmazkodott ezekhez a körülményekhez. A kutatás céljai közt szerepel új szelekciós eljárások bevezetése is, amelyek növelhetik az előnemesített anyagok fajtaelőállító nemesítésben történő hasznosításának hatékonyságát.

A vizsgálatokhoz az előnemesítési munkából született, vad rokon fajok (*Triticum timopheevii*, *Triticum monococcum*, *Dasypyrum villosum*, *Agropyron glael*, *Aegilops biuncialis*) DNS-fragmentumát hordozó, (elsősorban fejlettebb) őszi búza nemesítési törzseket használunk. A növényanyagot szántóföldi kisparcellás, három ismétléses kísérletben teszteljük és összeállítottunk üvegházi kísérletet is a szárazságtűrés vizsgálatára is. Vizsgáljuk a fontosabb morfológiai, agronómiai tulajdonságokat, emellett a learatott szemtermés beltartalmi és technológiai minőségi paramétereit is. A fenotipizálás mellett párhuzamosan FISH (fluorescence *in situ* hybridization) vizsgálatot végzünk, GBS (genotyping-by-sequencing) genotipizálást (Illumina NextSeq 2000) optimalizálunk, amelynek segítségével a búza genetikai háttérben azonosítjuk az idegen DNS-fragmentumot a vad rokon faj referencia genomjának felhasználásával. Tervezzük a GBS eljárás bevezetését a nemesítési rendszerbe annak érdekében, hogy célzott molekuláris markerek segítségével hatékonyan lehessen nyomon követni a hasznos tulajdonságot hordozó, idegen-eredetű DNS-fragmentumot a következő generációk során a búzanemesítési programban.

A kutatásokat a TKP2021-NKTA-06 és az European Union's Horizon Europe research and innovation program a COUSIN (Nr. 101135314) pályázat keretében támogatja. Mikó Péter munkáját az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíj (BO/00206/24/4) támogatja.

AZ 'ALBAREGIA' PAPRIKAFAJTA MIKROSZAPORÍTÁSI PROTOKOLLJÁNAK OPTIMALIZÁLÁSA

Pápai Bánk¹, Ivan Masaba¹, Kovács Zsófia¹, Bedő Janka¹, Tóth-Lencsés Andrea Kitti¹,
Csilléry Gábor², Szőke Antal¹, Veres Anikó¹

¹MATE Genetika és Biotechnológia Intézet, Genetika és Genomika Tanszék, Gödöllő

²PepGen Kft., Budapest

A tradicionális és modern nemesítési folyamatok szempontjából elengedhetetlen egy optimalizált mikroszaporítási protokoll kidolgozása. A fehér húsú paprika hazánkban kiemelkedő kulturális és gasztronómiai jelentőséggel bír, ezért kísérletünkben az 'Albaregia' fajtát vizsgáltuk annak érdekében, hogy meghatározzuk a különböző hormonkezelésekre adott válaszait. A kéthetes csíranövények szikleveleit és hypocotyljait különböző citokinin- és auxintartalmú táptalajokra helyeztük. Bár minden kezelés esetében megfigyeltünk kalluszképződést, a legtöbb hajtáskezdeményeket is tartalmazó kalluszokat (50%) a sziklevek esetében tapasztaltuk 5 mg/L BAP kezelés mellett. A jól elkülöníthető hajtások regenerálása érdekében csökkentettük a citokinin és auxin koncentrációját, valamint ezüst-nitrátot adtunk a táptalajhoz. A legnagyobb arányban (1 mg/L BAP, 0,2 mg/L IAA, 3 mg/L AgNO₃ kezelés mellett) egyértelműen elkülöníthető hajtásokat sikerült előállítanunk. A regenerált hajtások gyökeresítésére a legoptimálisabbnak a 0,5 mg/L IAA koncentráció bizonyult, amelynek hatására az explantátumok 100%-a sikeresen legyökeresedett.

Kulcsszavak: mikroszaporítás, kallusz, regeneráció, paprika

OPTIMIZATION OF THE MICROPROPAGATION PROTOCOL FOR 'ALBAREGIA' PEPPER CULTIVAR

B. PÁPAI¹, I. MASABA¹, ZS. KOVÁCS¹, J. BEDŐ¹, K. A. TÓTH-LENCSES¹, G. CSILLÉRY²,
A. SZŐKE¹, A. VERES¹

¹MATE Institute of Genetics and Biotechnology, Department of Genetics and Genomics, Gödöllő

²PepGen Ltd., Budapest

The development of an optimized micropropagation protocol is essential for both traditional and modern breeding processes. White fruit pepper holds significant cultural and gastronomic importance in Hungary; therefore, in our experiment, we examined the 'Albaregia' variety to determine its responses to different hormone treatments. The cotyledons and hypocotyls of two-week-old seedlings were placed on media containing varying concentrations of cytokinins and auxins. Although callus formation was observed in all treatments, the highest number of calluses containing shoot primordia (50%) was recorded in cotyledons treated with 5 mg/L BAP. To induce well-differentiated shoots, we reduced the concentrations of cytokinins and auxins and supplemented the medium with silver nitrate. The highest number of clearly distinguishable shoots was obtained with a treatment of 1 mg/L BAP, 0.2 mg/L IAA, and 3 mg/L AgNO₃. For root induction, the optimal concentration was found to be 0.5 mg/L IAA, which resulted in 100% rooting of the explants.

Key words: micropropagation, callus, regeneration, pepper

Bevezetés

A fehér húsú paprika (*Capsicum annuum*) nem csak kulináris, de kulturális szempontból is jelentős Magyarországon. Nem csak a táplálkozásunk fontos eleme, de történelmileg is fontos szerepet tölt be a mezőgazdaságban (Somogyi et al. 2003).

Egy optimalizált mikroszaporítási protokoll elengedhetetlen kutatási és nemesítési szempontból, ám a paprika regenerációs szempontból komplikált növény. Ezt számos későbbi kísérlet is igazolta, hogy a növények hajlamosak a rozettás hajtásképződésre, érzékenyek az etilénre, valamint a legfontosabb, hogy a genotípusok között is jelentős különbségek tapasztalhatóak (Martínez-López et al. 2021). Többféle explantum esetében is dokumentáltak sikeres regenerációt, sziklevek (Golegaonkar et al. 2006), hypocotilok (Ochoa-Alejo et al. 2001), lomblevelekből készült levélkorongok (Sanatombi et al. 2008), valamint náduszok

(Ahmad *et al.* 2006) is alkalmasnak bizonyultak kallusztényészetek indítására. Ennek ellenére a korábban említett okokból kifolyólag minden genotípusra optimalizálni kell.

Legtöbb esetben kallusz indukálására MS táptalajt alkalmaznak auxinok és citokininek különböző kombinációival (Shin *et al.* 2020). A paprikára jellemző, hogy alapvetően magas endogén auxinszinttel rendelkezik, így, ha az auxin kerül túlsúlyba, hajtáskezdemények nélküli kalluszosodás tapasztalható csak (Christopher *et al.* 1994).

Bár számos paprika genotípus rendelkezik már rájuk optimalizált mikroszaporítási protokollal, fehér termésű magyar paprika esetében eddig csak a 'Fehérözön' fajta esetében írták le ezt, így indokolt, hogy a népszerű fajták mindegyikére kidolgozzuk a megfelelő kezeléseket.

Anyag és módszer

Kiindulási anyagunk az 'Albaregia' fajta vetőmagjai voltak (RÉDEI KERTIMAG - Vetőmagkereskedelmi Zrt.). Az alábbi kísérleteket mind steril körülmények között, lamináris fülkében végeztük el. Az 'Albaregia' növények magjainak felületi sterilizálása volt az első lépés, amely során a magokat 70%-os alkohollal kell mosni 45 másodpercig, valamint 1%-os nátrium-hipoklorit oldattal 20 percig. Ezeket háromszor ismételt steril vizes mosás követi, majd a magokat hormonmentes MS táptalajon csíráztattuk. Az explantumokat (sziklevél és hypokotyl) 2 hetes csíranövényekről szedtük.

Az explantumokat 6 különböző hormonkoncentrációjú (BAP és IAA) MS táptalajra helyeztük, amelyeket szakirodalmi eredmények alapján választottunk ki (Sanatombi *et al.* 2008, Martínez-López *et al.* 2021). Az eredményeket 4 hét után dokumentáltuk. A 4 hetes hormonkezelést követően a hajtáskezdeményekkel rendelkező kalluszokat hajtásindukáló táptalajra helyeztük, amelyekben a hormonok mennyiségét csökkentettük, valamint 3 mg/L AgNO₃-ot adtunk hozzá, mivel a vegyület etilén-inhibitor hatása igazolt, valamint serkenti a hajtásregenerációt is (Grozeva *et al.* 2012). Addig kéthetente friss táptalajra helyeztük őket, amíg láthatólag jól elkülönülő hajtások alakultak ki rajtuk. A kalluszokról leválasztott hajtások gyökeresítéséhez csupán IAA tartalmú táptalajt használtunk. A hormonok pontos mennyiségét az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat A regenerációhoz szükséges hormonkoncentrációk mennyisége

Kallusz indukció	2 mg/L BAP
	2 mg/L BAP, 1 mg/L IAA
	5 mg/L BAP
	5 mg/L BAP, 1 mg/L IAA
	10 mg/L BAP
	10 mg/L BAP, 1 mg/L IAA
Hajtásnövekedés	1 mg/L BAP, 0,2 mg/L IAA, 3 mg/L AgNO ₃
	2 mg/L BAP, 0,2 mg/L IAA, 3 mg/L AgNO ₃
Gyökereztetés	0.25mg/L IAA
	0,5 mg/L IAA

A vizsgálat során elemeztük, hogy melyik explantum reagált a legjobban a hormonkezelésekre. Meghatároztuk a kalluszosodási rátát, a kalluszok minőségét, a kalluszképződéshez szükséges időtartamot. Vizsgáltuk hány hajtást lehet leválasztani róluk a hajtásindukció után, valamint melyik gyökereztető táptalaj milyen hatékonyságot mutatott a fajta esetében.

Eredmények

Az 'Albaregia' fajta esetében majdnem minden hormonkezeléssel 100%-os kalluszosodási rátát tapasztaltunk, egyedül a 10 mg/L BAP koncentrációjú táptalajon volt az érték alacsonyabb, 80%. A hajtáskezdeményekkel rendelkező kalluszok aránya közti különbség az explantumokat tekintve számottevő. Hypokotil explantumok esetében csupán a 10 mg/L BAP koncentráció hatására alakultak ki hajtáskezdemények a kalluszon, ezek is csupán a kalluszok 10%-án. Sziklevek esetében sokkal szerencsésebb eredményeket dokumentáltunk, az 5 mg/L BAP tartalmú táptalajon a kalluszok fele mind rendelkezett hajtáskezdeményekkel is. A koncentrációk eredményei között viszonylag nagy az eltérés, 10 mg/L BAP és 1 mg/L IAA esetében nem jelentek meg hajtáskezdemények a kalluszokon. A kalluszok megjelenéséhez szükséges időtartam minden esetben 7-9 nap között mozgott. A számszerűsített eredményeket a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat A kalluszosodási értékek elemzése

Explantum típusa	Hormonkoncentrációk		Kalluszosodási ráta%	Kalluszok aránya hajtáskezdeményekkel%	Kalluszképződéshez szükséges napok száma
Hypocotyl	2 mg/l BAP		100	0	7
	2 mg/l BAP	1 mg/l IAA	100	0	7
	5 mg/l BAP		100	0	8
	5 mg/l BAP	1 mg/l IAA	100	0	7
	10 mg/l BAP		100	10	7
	10 mg/l BAP	1 mg/l IAA	100	0	8
Sziklevél	2 mg/l BAP		100	20	8
	2 mg/l BAP	1 mg/l IAA	100	10	8
	5 mg/l BAP		100	50	8
	5 mg/l BAP	1 mg/l IAA	100	40	7
	10 mg/l BAP		80	10	9
	10 mg/l BAP	1 mg/l IAA	100	0	8

A hajtáskezdeménnyel rendelkező kalluszok további hormonkezelése során tapasztaltuk, hogy legkorábban a második átoltás után láthatóak jól elkülönülő hajtások. A különböző explantum eredetű kalluszok között nem tapasztalható észrevehető különbség, csak a hormonkezelések hatását illetően. Az 1 mg/L BAP 0.2mg/L IAA esetében átlagosan három jól elkülönülő hajtás alakult ki kalluszonként, míg a BAP mennyiségének növelésével ez az érték kevesebb, csupán kettő volt. A hormonkezelések eredményeit a 3. táblázat összegzi.

3. táblázat Hormonkezelések hatása a különböző hajtáskezdeményekkel rendelkező kalluszokra

Hormonkoncentrációk	Hajtások számának átlaga 1. táptalajra átoltás után	Hajtások számának átlaga 2. táptalajra átoltás után	Hajtások számának átlaga 3. táptalajra átoltás után	Explantum típusa
1 mg/L BAP 0.2mg/L IAA 3mg/L AgNO ₃	0	0	3	Hypocotyl
2 mg/L BAP 0.2 mg/L IAA 3 mg/L AgNO ₃	0	0	2	
1 mg/L BAP 0.2mg/L IAA 3mg/L AgNO ₃	0	1	3	Sziklevél
2mg/L BAP 0.2 mg/L IAA 3mg/L AgNO ₃	0	0	2	

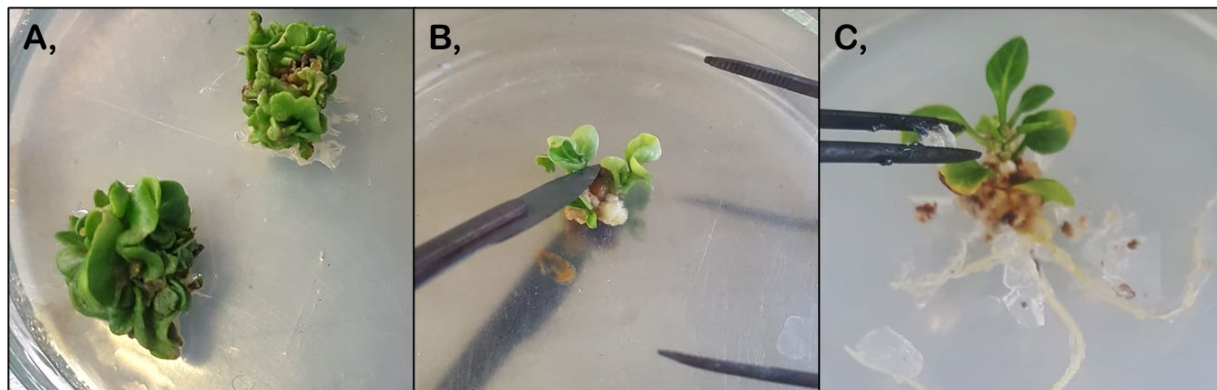
A kalluszokról leválasztott hajtások gyökeresítése minden koncentráció esetben sikeres volt, ám a koncentrációkbeli különbség hatása jelentős. Míg 0,25 mg/L IAA esetében a gyökeresedés csupán a hajtások 30%-ánál idézett elő gyökeresedést, úgy az auxin mennyiség duplázásával ez az arány 100%-ra növekedett. A gyökeresedéshez szükséges napok száma is 20 napról 14 napra csökkent. A gyökeresedési értékeket a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat Hormonkezelések hatása a kalluszból regenerált hajtások gyökeresítésére

Hormonkoncentrációk	Gyökeres hajtások aránya %	Gyökeresedéshez szükséges napok száma
0.25mg/l IAA	30	20
0,5 mg/l IAA	100	14

A korábban említett hormonkezeléseket alkalmazva sikeresen regeneráltunk paprika növényeket kalluszból (1. ábra), ami segítséget nyújthat egy esetleges transzformációs protokoll kidolgozására is a fajta esetében. Mindenképpen ajánlott a hormonkezelések kipróbálása a többi népszerű fajta esetében is, hiszen megfelelő mennyiségű magyar paprikára mindig szükség van a piacon.

1. ábra Az 'Albaregia' paprikafajta mikroszaporításának lépései:
A, hajtáskezdeményekkel rendelkező kalluszosok, B, elkülöníthető leválasztott hajtások,
C, gyökeresített hajtás



Irodalom

- Somogyi, N., Moór, A., M., Pék, M. (2003): The preservation and production of *Capsicum* in Hungary. In De, A.K. (Szerk.) *Capsicum*. CRC Press, London. pp. 164-182.
- Martínez-López, M., García-Pérez, A., Gimeno-Páez, E., Prohens, J., Vilanova, S., García-Forte, E. (2021): Screening of suitable plant regeneration protocols for several *Capsicum* spp. through direct organogenesis. *Horticulturae*, **7(9)**, 261.
- Golegaonkar, P. G., Kantharajah, A. S. (2006): High-frequency adventitious shoot bud induction and shoot elongation of chile pepper (*Capsicum annuum* L.). *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, **42**, 341-344.
- Ochoa-Alejo, N., Ramirez-Malagon, R. (2001): *In vitro* chili pepper biotechnology. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, **37**, 701-729.
- Sanatombi, K., Sharma, G. J. (2008): *In vitro* plant regeneration in six cultivars of *Capsicum* spp. using different explants. *Biologia Plantarum*, **52**, 141-145.
- Ahmad, N., Siddique, I., Anis, M. (2006): Improved plant regeneration in *Capsicum annuum* L. from nodal segments. *Biologia Plantarum*, **50**, 701-704.
- Shin, J., Bae, S., Seo, P. J. (2020): *De novo* shoot organogenesis during plant regeneration. *Journal of Experimental Botany*, **71(1)**, 63-72.
- Christopher, T., Rajam, M. V. (1994): *In vitro* clonal propagation of *Capsicum* spp. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, **38**, 25-29.
- Grozeva, S., Rodeva, V., Todorova, V. (2012): *In vitro* shoot organogenesis in Bulgarian sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) varieties. *Electronic Journal of Biology*, **8(3)**, 39-44.

HIBRIDKUKORICA ANYAI VONALAK ÉRTÉKELÉSE A FEJLESZTÉS KORAI SZAKASZÁBAN

Rácz Ferenc Endre, Kulik Eszter, Kun Beáta

Syngenta Magyarország Kft., Mezőtúr

A modern kukoricatermesztésben a gazdálkodók túlnyomó része beltenyésztéses hibrideket használ, melyek vetőmagját minden évben újra elő kell állítani annak érdekében, hogy a heterózis, azaz a hibrid életerő előnyei teljes mértékben megnyilvánuljanak. A heterózis a termésnövelésben és a stressztűrő képesség fokozásában játszik szerepet, így növelve a hibridkukorica terméshozamát és gazdaságosságát.

A vetőmagtermesztés során a termesztés-technológia szinte minden elemét a szülői vonalak genetikai és agronómiai tulajdonságai alapján határozzák meg. A termesztés eredményességét számos tényező befolyásolja, ideértve a környezeti viszonyokat, az agrotechnikai megoldásokat, valamint a szülői vonalak genetikai tulajdonságait és terméspotenciálját is. Az anyai vonalak esetében különösen fontos a vetőmaghozamot közvetlenül befolyásoló tényezők, például a terméspotenciál és a termésstabilitás ismerete. Emellett kockázati tényezőkkel is számolni kell, amelyek közvetlenül vagy közvetve befolyásolhatják a termés mennyiségét, minőségét, a technológiai folyamatokat és a termesztés költségeit.

A kísérletben a Syngenta Kft. középérésű nemesítési programjának 23 új kódolású anya vonalát teszteltük, három kísérleti helyen, két ismétléses, véletlen blokk elrendezésű kísérletben, amely lehetővé tette a vonalak teljesítményének és stabilitásának összehasonlítását.

A kísérlet célja az új kódolású anya vonalak vetőmagtermesztési értékének megállapítása volt. Ehhez egy termés/kockázati mátrixot hoztunk létre, amely figyelembe vette mind a terméshozamokat, mind a különféle kockázati tényezőket.

Az azonos rokonsági körhöz tartozó vonalak termőképességében jelentős, esetenként szignifikáns eltéréseket tapasztaltunk. Ez a vonalak azonos vagy hasonló általános kombinálódóképessége mellett lehetőséget ad a további szelekcióra a gazdaságosabb vetőmagelőállítás érdekében.

A vizsgált kockázati tényezők eltérő mértékben befolyásolták a végső kockázati érték alakulását. A tulajdonságok átlagértékei alapján a meddőség és a hasban virágzás jelentette a legnagyobb problémát, amit az ezerszemtömeg követett. Ezek okai részben környezeti eredetűek.

Hasonlóan évjárat hatással magyarázható az is, hogy a betegségek átlag értékei alacsonyak voltak. Az összesített kórtani érték alkalmazásával azonban így is kirajzolódtak a különbségek a genotípusok között.

Közepes erősségű lineáris kapcsolatot állapítottunk meg a meddőség és a termés ($r = -0,6$), valamint az ezerszem tömeg és a tisztítási veszteség között ($r = -0,62$).

A kutatásokat a GINOP-2.1.2-8-1-4-16-2019-00769 pályázat támogatta.

KÜLÖNBÖZŐ ŐSZI KALÁSZOS GABONAFAJOK VEGETATÍV HOZAMÁNAK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Sipos Tamás, Zsombik László, Györgyi Gyuláné, Henzsel István

Debreceni Egyetem, Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság, Nyíregyházi Kutatóintézet, Nyíregyháza

A szálatakarmány növények a növényevő haszonállatok alaptakarmányai, melyek közvetlenül zöldtakarmányként, vagy közvetett úton, erjesztve, illetve szárítva kerülnek felhasználásra. A szálatakarmányként hasznosítható növényfajok köre rendkívül széles. A gabonafélék döntő többsége egy bizonyos fenofázis eléréséig, amely általában a virágzat megjelenésének ideje, megfelel tömegtakarmányozási célra. Az őszi vetésű kalászos gabonafajok szálatakarmányként való hasznosításának hazai körülmények között nagy előnye, hogy vetésükre több idő áll rendelkezésre, mint a tavaszi fajoknak, a téli csapadékot jól hasznosítják, így egy szárazabb tavaszi időjárás mellett is megbízható hozamot adnak. A takarmánytermelés gazdaságosságának egyik elsődleges meghatározó tényezője az egyes fajok vegetatív hozama.

A Debreceni Egyetem, AKIT Nyíregyházi Kutatóintézet kisvárdai kísérleti telepén alternatív szálatakarmány növényfajok nemesítésével is foglalkozunk. A projekt során négy őszi kalászos gabonafaj vegetatív hozamát vizsgáltuk kispárcellás kaszálási kísérletben. A vizsgálatban négy faj 18 fajtája, illetve nemesített törzse szerepelt: két őszi rozs, egy évelő rozs, kilenc őszi tritikále fajta és hat vegetatív őszi búza törzs. A vegetatív őszi búza törzsek a régi tájfajták keresztezési partnerként való felhasználásával zöldtakarmányozási célra lettek létrehozva. A termesztési gyakorlatnak megfelelően az évelő rozs 4 millió csíra/ha, a rozs és a tritikále 4,5 millió csíra/ha, a búzák pedig 5 millió csíra/ha tőszámmal kerültek elvetésre. A betakarítás valamennyi fajtánál egyedileg a kalászosítás kezdetén, BBCH-skála szerint 52-58 fenológiai stádiumban történt kézi kaszálással. A zöldhozam megállapításához a teljes parcellatermés súlyát mértük, a szárazanyag-hozam számításához a szárazanyag-tartalmat a növényi mintákon szárítószekrényben határoztuk meg.

A vizsgált kalászos fajok különböző időpontban érték el a szálatakarmány célra alkalmas optimális betakarítási állapotot. A két rozs fajtát a legkorábbi időpontban lehetett kaszálni, a tritikále fajták 11-12, a búza törzsek pedig 19-22 nappal később kezdték a kalászosítást. A legkésőbbi időpontban az első éves évelő rozsot lehetett betakarítani, az egyéves rozsokat követően egy hónappal. Megállapítottuk, hogy betakarításkor az évelő rozs érte el a legnagyobb növénymagasságot (140,2 cm), melyet az őszi rozs (106,6 cm), a vegetatív búzatörzsek (96,1 cm), és végül a tritikále fajták átlaga (83,1 cm) követett. A zöld- és a szárazanyag-hozam nem állt korrelációban a növénymagassággal. A betakarított zöldtömege közel azonos volt az egyéves rozs (37,6 t/ha) és a tritikále (37,4 t/ha) fajták átlagának, a vegetatív őszi búza törzsek zöldtermése ennél alacsonyabb volt (30,1 t/ha). A szárazanyag-hozamok esetében a kalászosítás kezdetén nem találtunk szignifikáns eltérést a három egyéves gabonafaj között (őszi búza 6,7 t/ha, őszi tritikále 6,3 t/ha, őszi rozs 6,2 t/ha). Az évelő rozs a négy gabonafaj közül a legalacsonyabb zöld- és szárazanyaghozamot állította elő (26,1 t/ha zöld- és 5,4 t/ha szárazanyag-termés). Korábbi eredményeink szerint a kalászosítás kezdetén történő betakarítás ráadásul kedvezőtlenül hat az évelő rozs perzisztenciájára, ezért ha több éves hasznosítás a cél, a kaszálást 10-14 nappal korábban érdemes elvégezni.

TECHNOLÓGIAI ÚJÍTÁSOK BEVEZETÉSE A KUKORICANEVELÉSBE

**Spitkó Tamás, Csepregi-Heilmann Eszter, Szőke Csaba, Pintér János,
Berzy Tamás, Marton L. Csaba**

HUN-REN ATK Mezőgazdasági Intézet, Kukoricanevelési Osztály, Martonvásár

Korunk teljesítményorientált világában a „megterülés” a „hasznosság” és „hatékonyság” kifejezések szinte elkopnak a gyakori használatuk miatt. Ha tényszerűen nézzük a nevelést és vetőmag-forgalmazás jelen állapotát, kijelenthetjük, hogy a megmaradás és a megszerzett eredmények megőrzése a növénynevelésbe akkor is megkívánja a modernkori fejlesztések integrációját, ha egyébként ragaszkodunk a nevelés klasszikus módszereihez. A fejlesztésre nemcsak mint hasznosságra, hanem játékosságra, érdekességre, kíváncsiságra tekintünk.

A „modernkor” a kukoricanevelésben is elhozta a technológiai újítások széles tárházát, amelynek bevezetése és integrációja feltétlenül szükséges. Ehhez a felzárkózáshoz nyújtott segítséget a TKP2021-NKTA-06 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában.

A kukoricanevelésben a monoploid, vagy dihaploid technológiák rendkívüli módon felgyorsították a beltenyésztett törzs előállításának folyamatát, téli generáció alkalmazásával akár két év alatt számos beltenyésztett kukoricavonalat lehet előállítani.

A teljes genomi gén asszociációs eljárások lehetővé tették a nagyszámú diploid vonal között olyan génkombinációk, QTL-ek keresését, amelyek genomi térképezésével több százezer új DH vonal között - akár vetés nélkül is - végezhetünk genotípus alapú szelekciót.

A hordozható szenzoros mérések és a folyamatos mérési technológián alapuló telepített szenzoros adatgyűjtők lehetővé teszik igen nagy mennyiségű fenotípusos adat begyűjtését, tárolását és felhasználását. Dróntechnológiával több tucat fény abszorbancia és reflektancia mérésen alapuló technológia létezik, amely rendkívül nagy mennyiségű adatot szolgáltat a nevelés számára.

A mesterséges intelligencia lehetővé teszi a fent említett hatalmas mennyiségű digitálisan számszerűsített adat összegyűjtését, kezelését, adatbázisok elemzését, statisztikai értékelését, bioinformatikai elemzését, lényegében, a petabájt méretű adat mennyiségből történő következtetések levonását. Ezek mindegyike együtt és külön-külön szolgálja a nevelés eredményességét és hatékonyságát, kombinált használatuk felgyorsítja a nevelési ciklus idejét, koncentrálja és integrálja az adatbázisok elemzését, kiértékelését és felhasználását a növénynevelésben.

A TKP2021-NKTA-06 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

A PAPRIKATERMÉS TÉRFOGATSŰRŰSÉGÉNEK (*FRUIT VOLUME DENSITY*, FVD) ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉSE KIEGÉSZÍTŐ LED VILÁGÍTÁS ALKALMAZÁSÁVAL

**Szatmári Patrik, Meier Orsolya, Tóth Csaba, Koroknai Judit, Makleit Péter,
Domokos-Szabolcsy Éva, Veres Szilvia, Fári Miklós Gábor**

Debreceni Egyetem MÉK, Alkalmazott Növénybiológiai Intézet, Űrnövények Kutatócsoport

Munkacsoportunk egyik kutatási iránya a minden részében fogyasztható és hasznosítható WBE (Whole Body Edible) paprika tanulmányozása. Korábbi kísérleteinkben megfigyeltük, hogy az üvegházi körülmények között konténerben és földkeverékben nevelt 'Hungarian Enigma Hot' (HEH) úrpaprika-jelölt és a Nemzetközi Űrállomáson 2021-en nevelt 'Numex Espanola Improved' (NEI) paprikafajták terméseinek az ún. „térfogatsűrűségét” a megfelelő módon alkalmazott felső kiegészítő LED világítás befolyásolta. A termés térfogatsűrűség (Fruit Volume Density - FVD) egy általunk alkalmazott fogalom. Azt fejezi ki, hogy a vizsgált egy cm^3 térfogatra mennyi a friss tömege. Kísérletünkben tizenkét paprikafajta (fűszerpaprikák: 'Hírös F₁', 'Kalorez'; chili paprikák: 'Nemex Espanola Improved', 'Poseidon', 'Jalapeno'; hegyes erős paprikák: 'Cristobal F₁', 'Hungarian Enigma Hot', 'Csípős spirál', 'Kecskefark'; almapaprikák: 'Nagykúti', 'Almapaprika'; paradicsom alakú paprika: 'Greygo') FVD értékét hasonlítottuk össze, három, szupermarketben vásárolt étkezési paprikafajta mintával ('California Wonder', 'Palermo' és TV paprika). A kísérletben szereplő növényeket 1m x 1m-es tálcákban speciális földkeveréket tartalmazó, 5 literes cserepekben alsó felszívató tápoldatozási-öntözési módszerrel neveltük. Az állományt négycsatornás HORTILED kiegészítő fénnel felülről világítottuk meg, a korábban tesztelt program szerint (teljes fehér fény: 100%; kék fény: 50%; vörös fény: 100%; távoli vörös fény: 100%, 22 óra/nap). A kísérlet során a levélzet felső harmadában mért (400-700 nm közötti, fotoszintetikusan aktív fény, PAR) LED világítás többlet-besugárzási értéke $250-300 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ volt. A 30 héten át tartó kísérlet végén a fajtacsoportra jellemző érettségben kiválasztva gyűjtöttük be a terméseket és hasonlítottuk össze a boltban vásárolt étkezési paprika mintákkal. Vizsgáltuk a teljes (magokkal együtt mért) termés tömegét, a legnagyobb átmérőjét, a hosszát, a szélességét, továbbá a kiszorított víz térfogatát, valamint ez alapján kiszámoltuk az FVD értéket. A paprikákat vízzel teli főzőpohárba / mérőhengerbe merítettük a kiszorított víz térfogatát állapítottuk meg cm^3 -ben. A hosszt, szélességet és legnagyobb átmérőt tolómérővel, valamint mérőszalaggal határoztuk meg. A számolt FVD értékek alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a bolti étkezési paprikatermések g/cm^3 -ben kifejezett sűrűsége jelentősen alacsonyabb, mint az általunk végzett kísérletben szereplő fajtáké. A Biodrome-ban termelt paprikatermés legkisebb átlagsűrűsége $0,6327 \text{ g/cm}^3$, míg a bolti paprika legnagyobb átlagos termés sűrűsége $0,5923 \text{ g/cm}^3$ volt. A paprikákat tömegállandóságig szárítottuk szárítószekrényben. A kísérletben szereplő paprikák átlagos szárazanyagtartalma 14,22%, míg a boltban kapható paprikák esetében ez az érték 9,30% volt. Megfigyelésünk azt jelenti, hogy az alkalmazott LED fénnel kiegészített és a kísérletben vizsgált öt paprikacsoportból kapott termésmintáink - magokkal együtt mért - víztartalma szignifikánsan kisebb, ezáltal a magokat is magába foglaló „tápanyagsűrűségük” nagyobb. Másik következtetésünk az, hogy a paprikafajták termésminőségét meghatározó komplex genetikai potenciált a kiegészítő LED világítással az eddigieknél jobban jellemezhetjük, és/vagy kiaknázzhatjuk. A kísérletünk további következtetése az, hogy az űrkutatás során, zárt terekben, mesterséges (BLSS) környezetben és LED-fény alatt nevelt, megfelelően kiválasztott paprikafajták termései - humán szempontból - akár nagyobb biológiai értéket is képviselhetnek, mint a hagyományos földi hajtásban.

A kutatás a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap TKP2021-EGA-20 támogatásával valósult meg.

SZELEKTÁLT 'KADARKA' KLÓNOK ÉS 'KADARKA' SZÁRMAZÉKOK MOLEKULÁRIS ELEMZÉSE

Tóth-Lencsés Andrea Kitti¹, Kiss Erzsébet¹, Gyulai Gábor², Bedő Janka¹, Kovács Zsófia¹, Pápai Bánk¹, Veres Anikó¹, Kozma Pál¹ és Szőke Antal¹

¹MATE Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, GBI, Szent István Campus, Gödöllő

²MATE Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Doktori Iskolák, Szent István Campus, Gödöllő

³PTE, Pécsi Tudományegyetem Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet, Pécs

A 'Kadarka' szőlőfajta kiváló minősége változékonysága miatt több klón ('Olasz Kadarka' klónok is) közös termesztésével tartható csak fenn. Molekuláris alapon a vizsgált genotípusok egyedi megkülönböztetését összesen 13 SCoT markerre alapoztuk, amelyek közül négy mutatott polimorf DNS szakaszokat. A 'Kadarka P.7' esetén a SCoT29-es primer, az 'Olasz Kadarka P172' minta esetén a SCoT12-es primerrel egyedi fragmentumot is sikerült meghatározni. A 'Kadarka P147' es klón korábban 'Kadarka', jelen tanulmányban 'Olasz kadarka' alléleket hordoz a 9 vizsgált SSR marker lokuszban.

Kulcsszavak: 'Kadarka', klónok, SCoT marker, SSR marker, variabilitás

MOLECULAR CHARACTERIZATION OF 'KADARKA' CLONES AND 'KADARKA' PROGENY

A.K. TÓTH-LENCSES¹, E. KISS¹, G. GYULAI², J. BEDŐ¹, ZS. KOVÁCS¹, B. PÁPAI¹, A. VERES¹, P. KOZMA³ és A. SZŐKE¹

¹MATE Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, GBI, Szent István Campus, Gödöllő

²PhD Schools of MATE Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Szent István Campus, Gödöllő

³Research Institute for Viticulture and Oenology of University of Pécs

The excellent quality of the 'Kadarka' grape variety can only be maintained through the cultivation of several clones, including the 'Olasz Kadarka' clones, due to its variability. The molecular differentiation of the examined genotypes was based on a total of 13 SCoT markers, four of which showed polymorphic DNA fragments. For 'Kadarka P.7', a unique fragment was identified using the SCoT29 primer, while for the 'Olasz Kadarka P172' sample, the SCoT12 primer revealed a unique fragment. The 'Kadarka P147' clone, which was previously identified as 'Kadarka', carries 'Olasz Kadarka' alleles at the 9 examined SSR marker loci in this study.

Key words: 'Kadarka', Clones, SCoT marker, SSR marker, Variability

Bevezetés

A ma már magyar fajtának tartott, de bizonytalan eredetű 'Kadarka' fajta a XVIII. században, a törökök kiűzését követően került a Kárpát-medencébe és rövid idő alatt az egyik legfontosabb vörösborszőlő fajtává vált. Napjainkra a termőterülete jelentősen csökkent, csak néhány borvidéken termesztik jelentősebb mennyiségben. Az évszázados termesztés, a különböző termőterületekhez való alkalmazkodás eredményeképpen nagyszámú változata, klónja alakult ki. Kozma (1963) például öt eltérő 'Kadarka' típust jelölt meg (A-Lúdtalpú, B-Kordoványos, C-Nemes, D-Kereszteslevelű, F-Fügelevelű). Mivel az alapfajta jelentősen leromlott, ma már szinte kivétel nélkül különböző szelektált klónjait termesztik. Valódi értéke – beleértve az 'Olasz Kadarka' változatokat is – több klón közös termesztésével tartható fenn. Ennek magyarázata, hogy a fajta előnyös tulajdonságait néhány klón nehezen tudja képviselni.

A DNS alapú jellemzés hatékony eszköz a szőlőgenotípusok megkülönböztetésében, ami klónok esetén nehézségekbe ütközik. 9 SSR marker lokuszban a 'Kadarka' változatok és klónok a 'Kadarka' alapfajtával, míg az 'Olasz Kadarka' a klónjaival két külön genotípusként volt jellemezhető (Werner *et al.* 2013). A klonális variabilitás hátterében leggyakrabban a transzpozon áthelyeződések és a metilációs mintázat változásának eredményeképpen kialakuló

eltérő génmüködés áll, ezért a klónok elkülönítésére a Start Codon Targeted (SCoT) markerek (Collard *et al.* 2009) használhatóságát teszteltük.

Anyag és módszer

A növényanyagot (1. táblázat) a PTE Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet bocsájtotta rendelkezésünkre. A fiatal levelekből NucleoSpin Plant II kit (Macherey Nagel) segítségével vontuk ki DNS-t.

1. táblázat A vizsgált 'Kadarka' klónok és származékok

1	Fehér Kadarka	12	Kadarka P. 122	23	Kadarka kék keresztes levelű
2	Bíborkadarka	13	Kadarka P. 123	24	Kadarka kék lúdtalpú
3	Szagos Kadarka	14	Kadarka P. 124	25	Kadarka lila keresztes virágú
4	Olasz Kadarka P. 167	15	Kadarka P. 125	26	Kadarka kék fügelevelű
5	Ménesi Kadarka	16	Kadarka P. 131	27	Kadarka zöld keresztes levelű
6	Kadarka P. 9 Fűszeres Kadarka	17	Kadarka P. 147	28	Kadarka P. 4
7	Kadarka P. 109	18	Kadarka P. 165	29	Kadarka P. 8 Nemes Kadarka
8	Kadarka P. 111	19	Kadarka P. 166	30	Kadarka P. 7
9	Kadarka P. 114	20	Kadarka P. 102	31	Kadarka P. 14
10	Kadarka P. 115	21	Kadarka P. 172	32	Kadarka P. 108
11	Kadarka P. 117	22	Kadarka P. 173		

A tizenhárom SCoT primer esetén a PCR protokoll a következő volt: 94 °C-2 perc, majd 30× ismételve 0:30 perc 94 °C, 1:00 perc 50 °C, 2 perc 72 °C, utószintézis 72 °C 5 perc.

2. táblázat A 13 SCoT primer neve és szekvenciája

Kód	Név	Szekvencia	Kód	Név	Szekvencia
A	SCoT 1	5'- CAACAATGGCTACCACCA- 3'	I	SCoT 22	5'- AACCATGGCTACCACCAC- 3'
B	SCoT 3	5'- CAACAATGGCTACCACCG- 3'	J	SCoT 29	5'- CCATGGCTACCACCGGCC- 3'
C	SCoT 12	5'- ACGACATGGCGACCAACG- 3'	K	SCoT 30	5'- CCATGGCTACCACCGGCG- 3'
D	SCoT 13	5'- ACGACATGGCGACCATCG- 3'	L	SCoT 31	5'- CCATGGCTACCACCGCCT- 3'
E	SCoT 15	5'- ACGACATGGCGACCGCGA- 3'	M	SCoT 33	5'- CCATGGCTACCACCGCAG- 3'
F	SCoT 18	5'- ACCATGGCTACCACCGCC- 3'	N	SCoT 34	5'- ACCATGGCTACCACCGCA- 3'
G	SCoT 19	5'- ACCATGGCTACCACCGGC- 3'			

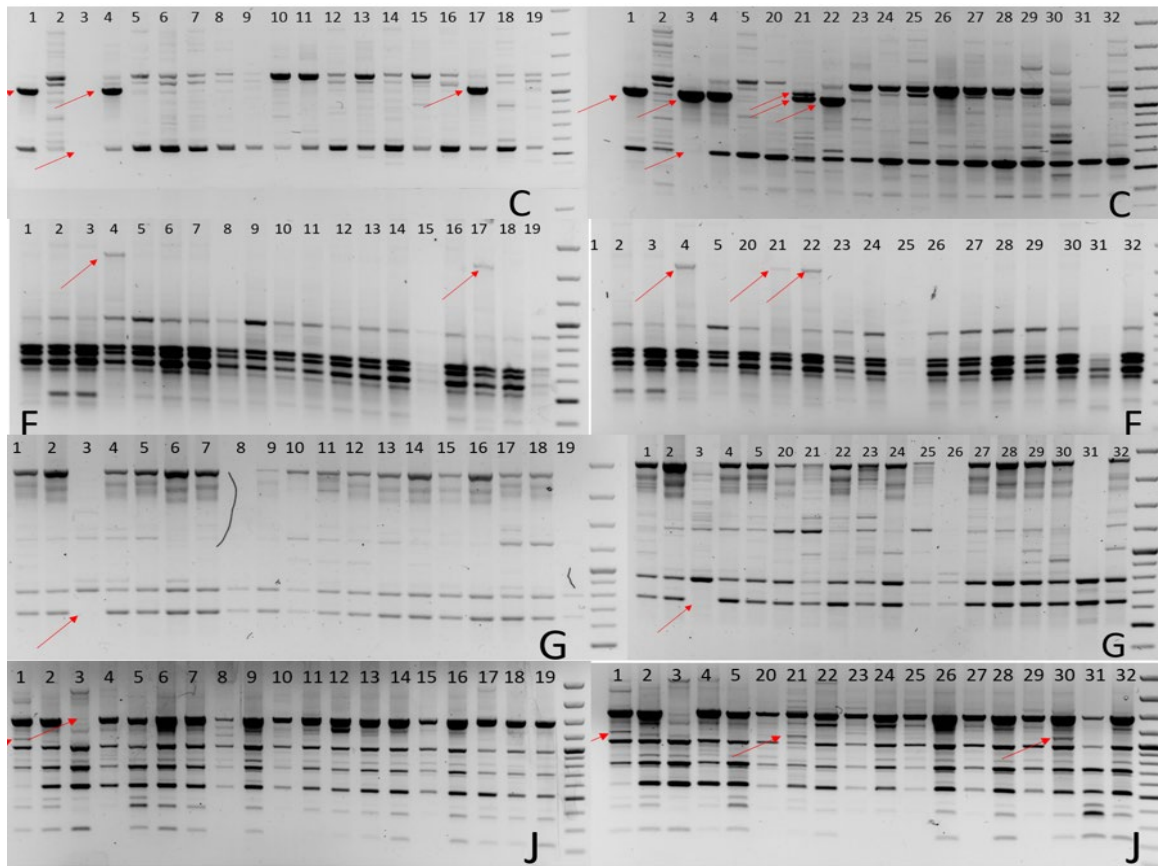
A marker allélok felszaporításhoz GoTaq (Promega) enzimet használtunk. A DNS szakaszokat 1% EtBr-dal festett agaróz gélen tettük láthatóvá.

A vizsgált 9 SSR marker (Werner *et al.* 2013) alléljeinek felsokszorozásához DreamTaq (Thermo Fisher Scientific) enzimet használtunk, és a pontos méretük meghatározást Automata Lézer Fluorométer készülékkel hajtottuk végre Halász és munkatársai (2005) alapján.

Eredmények

A 13 SCoT primer (2. táblázat) közül négy (C: SCoT12, F: SCoT18, G: SCoT19 és J: SCoT29) mutatott polimorf fragmentumokat az elemzett 32 genotípus (1. táblázat) esetén (1. ábra). Ezekből a DNS szakaszokból (1. ábra piros nyilak) binális kódolású táblázatot készítettünk, majd ez alapján dendrogramot szerkesztettünk (2. ábra).

1. ábra A 32 vizsgált minta eredménye a négy polimorf SCoT primer esetén (ScoT12, F: SCoT18, G: SCot19 és J: SCoT29) 1%-os EtBr-dal festett agaróz gélen szemléltetve

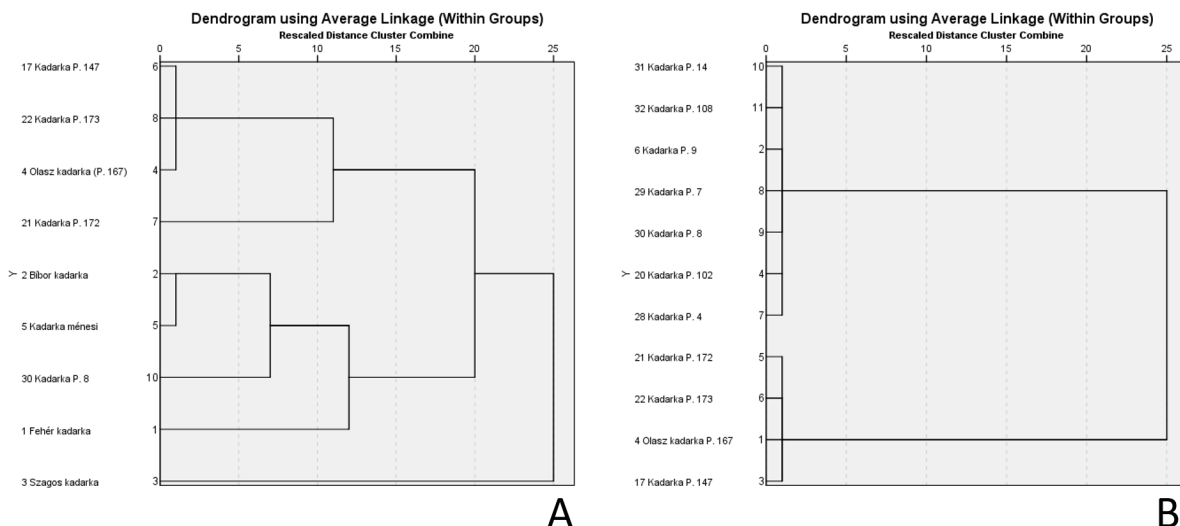


Korábbi eredményeink alátámasztották, hogy a 'Kadarka' származékok (1. 'Fehér Kadarka', 2. 'Bíborkadarka', 3. 'Szagos Kadarka', 4. 'Olasz Kadarka P. 167') 9 SSR marker eredménye alapján megkülönböztethetők (Werner *et al.* 2013, Tóth-Lencsés 2017), azonban az alkalmazott 13 SCoT marker a (2.) 'Bíborkadarka' és a (5.) 'Ménési Kadarka' elkülönítését nem tette lehetővé (2. A ábra). A (30) 'Kadarka P.7' polimorf fragmentumot mutatott a „J” SCoT29-es primerrel, amelynek vizsgálata folyamatban van.

Szintén korábbi eredményeink alapján azt vártuk, hogy az 'Olasz Kadarka' klónok (4. 'Olasz Kadarka P. 167', 21. 'Olasz Kadarka P. 172', 22. 'Olasz Kadarka P. 173') – mivel 9 SSR lokuszban azonos alléleket hordoztak, és eltértek a 'Kadarka' alapfajtától (Tóth-Lencsés 2017) (Werner *et al.*, 2013), – azonos ágra rendeződjenek, aminek eredményeink meg is feleltek (2. ábra A). Az (21.) 'Olasz Kadarka P. 172' minta esetén a „C” SCoT12-es primerrel egy egyedi fragmentumot is sikerült meghatározni (1. ábra), amit tovább vizsgálunk.

A (17) 'Kadarka P. 147'-es klón szerepel a nemzeti fajtajegyzékben (2024), korábbi kutatásainkban a 'Kadarka' alapfajtával mutatott azonos alléleket a vizsgált 9 mikroszatellit lokuszban.

2. *ábra* A rokonsági kapcsolatok ábrázolása dendrogramon *A*: négy SCoT primer (C: SCoT12, F: SCoT18, G: SCoT19 és J: SCoT29) összesen 7 polimorf fragmentuma alapján (csak a polimorfizmust mutató mintákkal: 1., 2., 3., 4., 5., 17., 21., 22., 30. minta) ábrázolva, illetve *B*: 9 SSR marker alléljai alapján készítve (csak a korábban nem genotívizált és ellentmondásos minták esetén két kontroll mellett: 4., 6., 17., 20., 21., 22., 28., 29., 30., 31., 32. minta)



2

A 2.A ábrán is látható, hogy a SCoT primerekkel az 'Olasz Kadarka' klónok közé rendeződik, így jelen genotípust (17. 'Kadarka P. 147') a (6) 'Kadarka P. 9' mellett az 'Olasz Kadarka' klónok (4., 21., 22.) és a korábban nem genotívizált 'Kadarka' klónokkal (28., 29., 30., 31., 32.) kiegészítve 9 SSR marker lokuszban elemeztük. A pontos allél méret meghatározást követően összesen kétféle genotípust határoztunk meg a vizsgált 11 genotípus esetén. Az egyik a 'Kadarka', a másik az 'Olasz Kadarka' volt. Ezekből az adatokból binális táblázatot készítettünk és dendrogramot hoztunk létre (2.B ábra). Korábbi adatainkkal megegyezően a (4) 'Kadarka P. 167', (21) 'Kadarka P. 172' és a (22.) 'Kadarka P. 173' azonos alléleket hordoz, így egy ágra kerültek a dendrogrammon, illetve, hogy minden további minta (28., 29., 30., 31., 32.) a (6) 'Kadarka P. 9'-es mintával megegyező genotípus a vizsgált 9 SSR marker lokuszban. Ezek az eredmények megerősítik előző adatainkat, egyedüli kivételt képez a (17.) 'Kadarka P. 147'-es klón, ami korábban 'Kadarka', jelen tanulmányban 'Olasz Kadarka' alléleket hordoz a 9 vizsgált SSR marker lokuszban, így egy ágra rendeződik az Olasz Kadarkákkal (2.B ábra). Az ellentmondás tisztázása érdekében újbóli mintagyűjtést és további vizsgálatokat tervezünk.

Irodalom

- Collard, B.C., Mackill, D.J. (2009): Start Codon Targeted (SCoT) Polymorphism: A Simple Novel DNA Marker Technique for Generating Gene-Targeted Markers in Plants. *Plant Molecular Biology Reporter*, **27**, 86-93.
- Halász, G., Veres, A., Kozma, P., Kiss, E., Balogh, A., Galli, Zs., Szőke, A., Hoffmann, S., Heszky, L. (2005): Microsatellite fingerprinting of grapevine (*Vitis vinifera* L.) varieties of Carpathian Basin. *Vitis*, **44**, 173-180.
- Kozma P. (1963): A szőlő termékenysége és szelektálásának virágbiológiai alapjai. Akadémiai Kiadó, Budapest. 494 p.
- Tóth-Lencsés A. K. (2017): Szőlőfajták, változatok, nemesítési alapanyagok jellemzése és származásának vizsgálata molekuláris markerekkel. PhD Értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő, 124 p.
- Werner J., Tóth-Lencsés K., Veres A., Kiss E., jr. Kozma P. (2013): Morphological and molecular characterization of varieties and selected clones of 'Kadarka' grape. *Mitteilungen Klosterneuburg*, **63** (1): 38-50.

MOLEKULÁRIS ÉS FENOTÍPUSOS MEGKÖZELÍTÉSEK A BÚZA × *Dasypyrum villosum* HIBRIDEK VIZSGÁLATÁBAN

**Uhrin Andrea, Cséplő Mónika, Vida Gyula, Molnár István, Makai Szabolcs,
Pance Miklós Álmos, Mikó Péter**

HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

A termesztett búza genetikai diverzitásának növelésére és a „bottleneck-hatás” enyhítésére nagyszerű lehetőséget biztosítanak a búzával rokon vad *Triticeae* fajok. A búza harmadlagos génforrásához tartozó *Dasypyrum villosum* (L.) (2n=14, VV) hosszú evolúciós folyamat során alkalmazkodott a különböző ökológiai feltételekhez, és széles körben használják az abiotikus és biotikus stresszel szembeni ellenállóság növelésére, a termésmennyiség-és minőség javítására, de az alap kutatásban is szerepet kaphat az evolúciós és genomikai kutatások elmélyítése területén.

A DAFNE (Department of Agriculture and Forest Sciences, University of Tuscia, Olaszország) *T. aestivum* cv. 'Chinese Spring' × *Dasypyrum villosum* hibridekből létrehozott nemesítési vonalait (CS×V32, CS×V63, CS×V60 és CS×V58), valamint ezek, ill. az 'Mv Emese' és az 'AMP12' őszi búzatörzsek keresztezéséből származó utódokat 2023-ban és 2024-ben szántóföldön is tanulmányoztuk, különös tekintettel a betegségellenállóságukra.

A 25K Infinium elemzést a TraitGenetics (SGS Institut Fresenius GmbH, Gatersleben) végezte el 65 genotípuson (6 kontroll és 59 minta). A felhasznált növényi anyag a 2023-ban, szántóföldön elvetett kisparcellás kísérletekből származott. Az eredmények első elemzése alapján – az ezt megelőző vizsgálatok eredményeivel összhangban – megállapítható, hogy a 6B kromoszómákon történt a legtöbb búza/*D. villosum* átrendeződés, de a 7A kromoszómákon is felfedezhetők, feltételezhetően introgressziók. Az egyes genotípusok csoportokba rendezhetők a kromoszómákon megjelenő SNP polimorfizmusok alapján.

Az elmúlt években a növényeket főként betegség-ellenállóság [lisztharmat (*Erysiphe graminis*), levélrozsda (*Puccinia tritricina*), sárgarozsda (*Puccinia striiformis*)] szempontjából értékeltük szántóföldi körülmények között. Az elsődleges vizsgálatok jelentős variabilitást mutatnak a különböző vonalak között.

Az egyes kromoszóma-introgressziók azonosítására GBS (Genotyping-by-Sequencing) genotipizálást (Illumina NextSeq2000) optimalizálunk, amit ma már lehetővé tesz a *D. villosum* referenciagenomjának elérhetősége.

Az SNP (és a közeljövőben várható GBS) adatok felhasználásával a genotípus-betegség-ellenállóság összefüggéseket statisztikai és bioinformatikai módszerekkel tervezzük elemezni. Ezek alapján lehetőség nyílna rezisztenciagének azonosítására és azok markereinek fejlesztésére, amely hozzájárulhat a marker-alapú szelekciós programok bővítéséhez.

A kutatást a TKP2021-NKTA-06 projekt, valamint az EU Horizon Europe COUSIN (agreement nr.:101135314) támogatja. Mikó Péter munkáját az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíj (BO/00206/24/4) támogatja.

SZOMATIKUS EMBRIÓGENEZIS INDUKCIÓRA IRÁNYULÓ KÍSÉRLETEK PARADICSOM (*Solanum lycopersicum* L.) ÉS KARFIOL (*Brassica oleraceae* VAR. *botrytis* L.) FAJTÁK ESETÉN

Vasas Dominika¹, Galli Zsolt², Csányi Márta Erzsébet³, Tóth-Lencsés Andrea Kitti¹

¹MATE Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, GBI, Szent István Campus, Gödöllő

²SYNGENTA Magyarország Kft., Ócsa

³MATE Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, TTDI, Budai Campus, Budapest

A szövettenyészetekben előállított szomatikus embriókat (általában) vagy más növényi részeket (pl. hajtásrügyek, oldalrügyek vagy bármely más mikroszaporításból származó merisztematikus szövetek) kapszulázást követően el lehet vetni és *in vitro* vagy *in vivo* körülmények között növényé nevelni. Az így felszaporított növényi klónok mesterséges magokként történő felhasználása hasznos alternatívája lehet a későbbiekben akár a költséges F₁ hibridek felszaporításának is. Karfiol és paradicsom esetén korábbi tanulmányok sikeres embriógenézis indukcióról számoltak már be, amelyek alapján mi négy-négy fajta bevonásával összesen 4-féle táptalaj kombinációt teszteltünk három explantummal. A kalluszok növekedési rátájának felvételezése alapján megállapítottuk, hogy a karfiol genotípusai esetén a C (MS + 2 mg/L 2,4D + 0,5 mg/L BAP, majd MS + 3,5 mg/L BAP + 0,5 mg/L IAA + 3% szacharóz) és a D (MS + 4 mg/L 2,4D + 0,5 mg/L BAP, majd MS + 3,5 mg/L BAP + 0,5 mg/L IAA + 3% szacharóz) táptalajkombináció volt a legsikeresebb, valamint csak ezeken figyeltünk meg hajtásfejlődést is. A paradicsom genotípusok esetében nem vonható le ilyen általános következtetés.

Kulcsszavak: karfiol, paradicsom, szomatikus embriógenézis, kalluszindukció, organogenezis

EXPERIMENTS ON SOMATIC EMBRYOGENESIS INDUCTION IN TOMATO (*Solanum lycopersicum* L.) AND CAULIFLOWER (*Brassica oleraceae* VAR. *botrytis* L.) VARIETIES

D. VASAS¹, ZS. GALLI², M. E. CSÁNYI³, A. K. TÓTH-LENCSÉS¹

¹Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Genetics and Biotechnology, Szent István Campus, Gödöllő

²SYNGENTA Hungary Kft., Ócsa

³Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Landscape Architecture, Urban Planning and Garden art, Budai Campus, Budapest

Somatic embryos (usually) or other plant materials (e.g. shoot buds, lateral buds or any other meristematic tissues from micropropagation) produced in tissue culture can be sown after encapsulation and grown into plants under *in vitro* or *in vivo* conditions. The use of plant clones propagated in this way as artificial seeds may be a useful alternative in the future to the costly propagation of F₁ hybrids, as well. Previous studies have reported successful embryogenesis induction in cauliflower and tomato, based on which we tested a total of 4 different medium combinations with three explants, involving four varieties each. Based on the results of callus growth rates, we found that for cauliflower genotypes, medium combination 'C' (MS + 2 mg/L 2,4D + 0.5 mg/L BAP, then MS + 3.5 mg/L BAP + 0.5 mg/L IAA + 3% sucrose) and 'D' (MS + 4 mg/L 2,4D + 0.5 mg/L BAP, then MS + 3.5 mg/L BAP + 0.5 mg/L IAA + 3% sucrose) were the most successful, and we observed shoot development only on these. For tomato genotypes, no such general conclusion can be drawn

Key words: cauliflower, tomato, somatic embryogenesis, callus induction, organogenesis

Bevezetés

A növénytermesztésben használt hibrid vetőmagok előállítása napjainkban egyre nagyobb kihívást jelent az irányított beporzás szabályozása, az egyre szélsőségesebben változó időjárási körülmények, valamint a különböző műszaki-, gazdasági- és szabályozási nehézségek

miatt. A biotechnológia fejlődésével olyan technológiák fejlesztésére nyílik lehetőségünk, amely ezen nehézségeket enyhíteni képes vagy akár teljesen kiküszöböli. Egyik ilyen módszer a növényi szövettenyésztés, mellyel a növényi sejtek és szövetek *in vitro* fenntartása és regenerálása is elérhető. A kutatásunk célja ezen eljárások használatával olyan módszertan kidolgozása, amellyel a lehető leghatékonyabban hozhatunk létre olyan kalluszt, amely a későbbiekben akár mesterséges mag előállításra is használható.

Olyan fajok kerültek az érdeklődésünk központjába, amiknek szövettenyésztési módszertana kidolgozott, emellett gazdasági jelentőséggel is bírnak. Irodalmi adatok szerint eltérő növényi explantumok különböző eredményt nyújthatnak a kísérletek során, amit szintén vizsgálni terveztünk (Gubis *et al.* 2004).

A paradicsom (*Solanum lycopersicum* L.) az egyik legnépszerűbb zöldségféle a világon. Az elmúlt évtizedben több kutatás középpontjában is állt, nem csak a gazdasági fontossága miatt, hanem mint a *Solanaceae* család modell növénye is nagy jelentőséggel bír (Bhatia *et al.* 2004). A karfiol (*Brassica oleraceae* var. *botrytis* L.) szintén nagy népszerűséggel rendelkezik, valamint az önmeddősége miatt kihívásokat állít a hibrid vetőmag előállítók és a nemesítők elé (Kieffer *et al.* 2001).

Miután kiválasztottuk a két növényfajt a következő kérdésekre kerestük a választ: I, melyik explantum teljesít a legjobban (hipokotil, sziklevel, első valódi levél) egy genotípuson belül, II, melyik kallusz indukciós és szomatikus embriógenezis indukáló táptalaj kombinációján figyeljük meg a legnagyobb kallusz növekedési rátát explantumonként, III, melyik táptalaj kombináció esetén történik sikeres szomatikus embriógenezis, IV, melyik kombináció esetén figyelhetünk meg organogenezist.

Anyag és módszer

A kísérlet növényanyagát az 1. táblázat tartalmazza. A magokat 3 órás áztatás után Tween20 hozzáadásával kalcium-hipoklorit oldatban sterilizáltuk. A fél óra folyamatos rázatást majd ötszöri steril vizes öblítést követően a szaporítóanyagot hormonmentes MS táptalajon csíráztattuk (Murashige és Skoog 1962).

4. táblázat A kísérletben használt növényfajták és jelölésük. A növényanyagot a Syngenta Kft. biztosította.

Karfiol		Paradicsom	
Andromeda	K1	Bobcat F1	P1
Amidala	K2	Dominet	P2
Clarina	K3	Hapynet	P3
Clementine	K4	Sagatan	P4

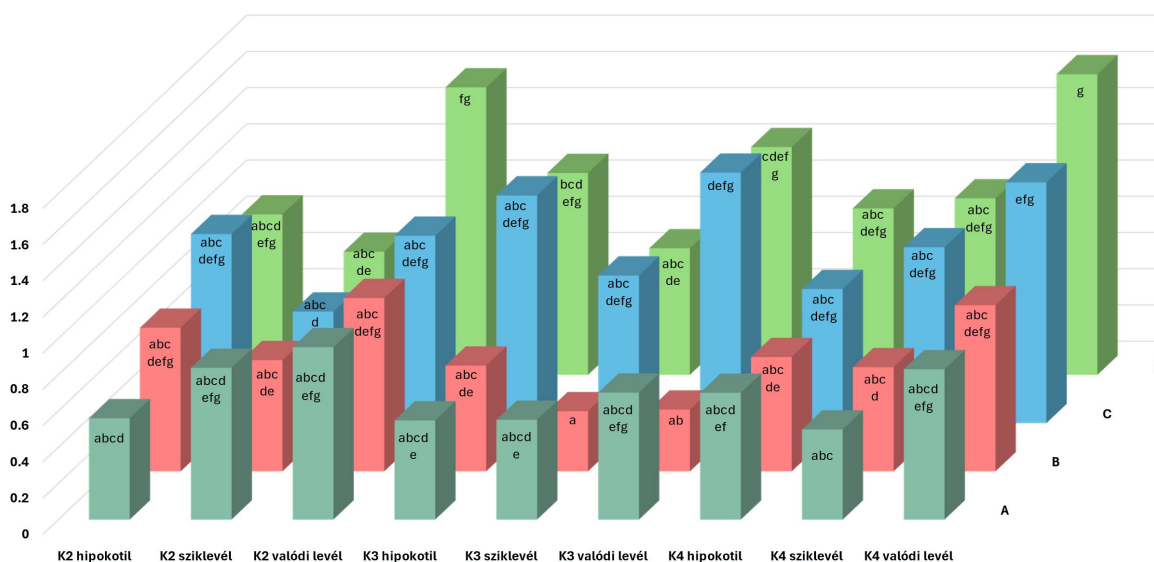
Átlagosan amikor a csíranövények elérték a 3 hetes kort három növényi explantumot (hipokotil, sziklevel, első valódi levél) helyeztük kallusz indukciós táptalajokra. (karfiol számára ideális: MS + 2 mg/L 2,4D + 0,5 mg/L BAP (Qamar, *et al.* 2014), paradicsom kalluszindukcióhoz megfelelő: MS + 2 mg/L 2,4D + 0,5 mg/L BAP (Jan, *et al.* 2015), pH: 5,7-5,8, agar: 8 g/L). Ezt követően a négyhetes kalluszok kétféle szomatikus embriógenezis indukciós táptalajra kerültek (karfiol szomatikus embriógenezis: MS + 0,05 mg/L IAA + 0,5 mg/L kinetin + 2% szacharóz (Rihan és Hail 2018) és paradicsom szomatikus embriógenezis: MS + 3,5 mg/L BAP + 0.5 mg/L IAA + 3% szacharóz (Godishala *et al.* 2011) pH: 5,7-5,8, agar 8 g/L).

A táptalaj kombinációkat a következő kódokkal láttuk el: **A:** karfiol kallusz: MS + 2 mg/L 2,4D + 0,5 mg/L BAP, majd karfiol szomatikus embriogenezis: MS + 0,05 mg/L IAA + 0,5 mg/L kinetin + 2% szacharóz **B:** paradicsom kallusz: MS + 4 mg/L 2,4D + 0,5 mg/L BAP, majd karfiol szomatikus embriogenezis: MS + 0,05 mg/L IAA + 0,5 mg/L kinetin + 2% szacharóz **C:** karfiol kallusz: MS + 2 mg/L 2,4D + 0,5 mg/L BAP, majd paradicsom szomatikus embriogenezis: MS + 3,5 mg/L BAP + 0,5 mg/L IAA + 3% szacharóz **D:** paradicsom kallusz: MS + 4 mg/L 2,4D + 0,5 mg/L BAP, majd paradicsom szomatikus embriogenezis: MS + 3,5 mg/L BAP + 0,5 mg/L IAA + 3% szacharóz).

A kísérleteket három ismétlésben végeztük és az ImageJ szoftver segítségével mért adatok alapján határoztuk meg a kalluszok növekedési rátáját. A statisztikai elemzésbe a karfiol 1-es genotípus eredményei nem kerültek bele, mert a gyenge csírázás miatt nem származtak belőle a szükséges ismétlésszámban adatok. A statisztikai értékelést az R (*R Development Core Team* 2015) programmal készítettük és a kapott eredményeket $p < 0,05$ szinten tekintettük szignifikánsnak. A szignifikáns különbségeket, különböző betűjelekkel jelöltük.

Eredmények

3. ábra Négyféle táptalaj kombináció eredménye (A, B, C és D) a három alkalmazott explantum esetén a karfiol genotípusok szerint csoportosítva. Az Y tengelyen a növekedési ráta látható.

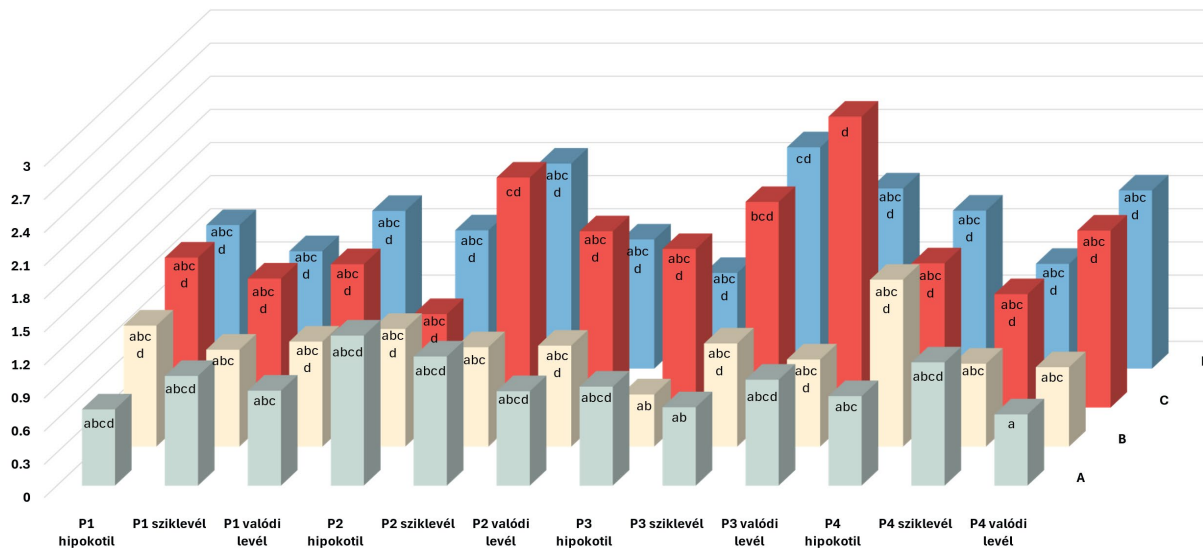


A három karfiol genotípus három explantumának kallusz növekedési rátáját a négyféle táptalaj kombináció esetén az 2. ábra szemlélteti.

A K2 genotípus a D táptalaj kombináción lévő valódi levél eredetű kallusz növekedési rátája szignifikánsan magasabb értéket ért el, mint a sziklevél eredetű kalluszok a B, C és D kombinációkon és a hipokotil eredetű kalluszok az A táptalajon. A K3 genotípus valódi levél eredetű kallusza a C és D táptalaj kombinációk esetén szignifikánsan magasabb növekedési mértékű, mint az összes B táptalajra került sziklevél és valódi levél eredetű kallusz esetén. A K4 valódi levél eredetű kallusza a D táptalaj kombináción magasabb növekedési rátát ért el, mint a hipokotil és valódi levél eredetű kalluszok az A és B kombinációkon.

Összességében megállapítható, hogy a C és a D táptalaj kombinációkon érték el a legnagyobb sikereket és az explantumok közül legtöbbször a sziklevél eredetű kallusz növekedése elmaradt a valódi levélhez képest (1. ábra).

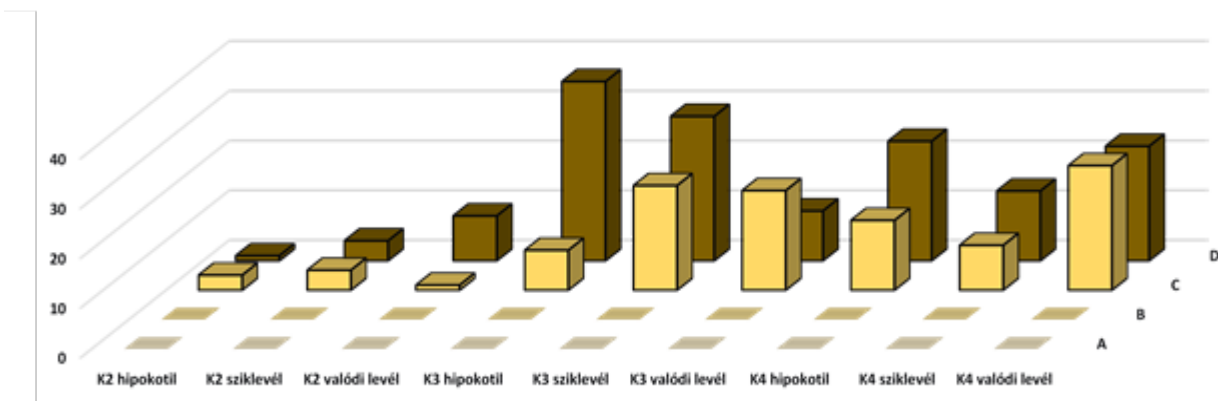
4. ábra Négyféle táptalaj kombináció eredménye (A, B, C és D) négy paradicsom genotípus három explantuma esetén. Az Y tengelyen a növekedési ráta látható.



A P1, a P2 és a P4 genotípusok esetén a különböző explantumairól származó kalluszok között nem mértünk szignifikáns különbséget a növekedési rátában. A P3 genotípus valódi levél eredetű kallusza a C táptalajkombináción növekedett szignifikánsan magasabb rátával, mint a hipokotil eredetű az B táptalajon és a sziklevél eredetű az A táptalajkombinációkon. A 4. paradicsom genotípus esetén csak a C és a D táptalaj valódi levél eredetű kallusza ért el szignifikánsan magasabb növekedési rátát, mint ugyan ez az explantum az A táptalajon. Elmondható még, hogy a P3 sziklevél eredetű kallusza szignifikánsan gyengébb növekedési rátával rendelkezett, mint a P2 sziklevél. Bár néhány esetben volt mérhető különbség az explantumok vagy a táptalajok között, olyan általánosan igaz következtetés nem vonható le mint amit a karfiol esetében tettünk (2. ábra).

Táptalaj kombinációként (A, B, C és D) megvizsgáltuk a kalluszokról fejlődött hajtások számát is, amelyet a 3. ábra szemléltet.

3. ábra Hajtások száma, amelyek a 3 karfiol genotípus 3 explantuma esetén a négy táptalaj kombinációra helyezett kalluszokról fejlődtek. Az Y tengely a darabszámot mutatja.



A paradicsom esetén nem fejlődött hajtás egyik táptalajon sem, viszont a karfiol esetén jól megfigyelhető, hogy a C és a D kombináció egyedülként eredményezett a kallusokról hajtás fejlődést a K3 és a K4 genotípusoknál fokozottan, K2-nél kevésbé. Az irodalmi adatok alapján a D kombináció mindkettő táptalaja (kallusz indukciós és szomatikus embriogenezis indukáló) paradicsom fajra kifejlesztett volt (Godishala *et al.* 2011, Jan *et al.* 2015), míg a C kombináció esetén a paradicsomra leírt táptalaj csak a szomatikus embriogenezis indukálására alkalmas volt.

Köszönetnyilvánítás

A Kulturális és Innovációs Minisztérium EKÖÜ-24 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

Irodalom

- Bhatia, P., Ashwath, N., Senaratna, T. *et al.* (2004): Tissue Culture Studies of Tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* **78**, 1-21. <https://doi.org/10.1023/B:TICU.0000020430.08558.6e>
- Godishala, V., Mangamoori, L., Nanna, R. (2011): Plant regeneration via somatic embryogenesis in cultivated tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of Cell and Tissue Research* **11**, 2521-2528.
- Gubis, J., Lajchová, Z., Faragó, J., Jureková, Z. (2004): Effect of growth regulators on shoot induction and plant regeneration in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Biologia - Section Cellular and Molecular Biology*, **59**, 405-408.
- Jan, S., Shah, S. H., Ali, S., Ali, G. M. (2015): The effect of plant growth regulators on callus induction and somatic embryogenesis of hybrid tomato. *Pakistan Journal of Botany*, **47**, 1671-1677.
- Kieffer, M., Simkins, N., Fuller, M.P., Jellings, A.J., (2001): A cost effective protocol for in vitro mass propagation of cauliflower. *Plant Science*, **160**, 1015–1024. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(01\)00347-8](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(01)00347-8).
- Murashige, T., Skoog, F. (1962): A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, **15**, 473-497.
- Rihan, Hail. (2018): An Effective Protocol for the Production of Primary and Secondary Somatic Embryos in Cauliflower (*Brassica oleraceae* Var. *botrytis*). *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*, **14**, 10.19080/ARTOAJ.2018.14.555908.
- Qamar, Z., Hossain, B., Nasir, I., Tabassum, B., Husnain, T. (2014): *In vitro* Development of Cauliflower Synthetic Seeds and Development of Plantlets *In vivo*. *Plant Tissue Culture and Biotechnology*, **24**, 27-3610.3329/ptcb.v24i1.19193.

A BÚZA NITROGÉN HASZNOSÍTÁSI HATÉKONYSÁGI JELLEMZŐINEK VÁLTOZÁSA KONTRASZTOS NITROGÉNKEZELÉS MELLETT

Veres Szilvia, Basal Oqba, Makleit Péter

*Alkalmazott Növénybiológiai Intézet, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudomány és
Környezetgazdálkodási Kar, Debreceni Egyetem, Debrecen*

A Föld népességének változását érintő előrejelzése szerint a következő években elérheti a kilenc milliárdot, 2050-re pedig akár a tíz milliárdot is, ami az élelmiszer iránti növekvő keresletet is jelenti. A világ élelmiszertermelésének 40-60 százalékát a műtrágyák használata támogatja. A búza (*Triticum aestivum* L.) az egyik legfontosabb gabonanövény, amely a világ többségi népességének az ellátását biztosítja. Termesztett növényeink, így a búza nitrogénhasznosítási hatékonysága is átlagosan kevesebb, mint 50%, azaz a kijuttatott nitrogén nagy részét nem hasznosítja. A nitrogén hasznosítás terén hatékony genotípusok kiválasztása és innovatív technológiák használata együttesen eredményezheti azon cél elérését, hogy kevesebb kijuttatott nitrogén használata ellenére is hasonló termésátlagot és minőséget érjünk el.

A munkánk során 41 féle őszi búza genotípus fotoszintetikus paramétereit vizsgáltuk optimális és csökkentett ($\frac{1}{4}$) mennyiségű nitrogén ellátás mellett, kontrollált nevelési körülmények között. A kísérletek során értékeltük a szár, a levél, a gyökér szárazanyag termelését, a hajtásszámot bokrósodáskor, vizsgáltuk a fotoszintetikus apparátus működési hatékonyságát a nitrogén ellátottság függvényében. A gyökér szárazanyag tömege az optimálishoz képes negyednyi mennyiségű nitrogén ellátásra néhány esetben eredményezett kisebb szárazanyag termelést, a genotípusok többségében a csökkentett nitrogén adag a gyökér szárazanyag-tartalmát jelentősen növelte. A hajtások szárazanyag-tartalmában több genotípus esetében nem volt különbség a csökkentett nitrogén ellátás hatásának, egyes esetekben a hajtások számát sem csökkentette a jelentősen kevesebb nitrogéntáplálás. A vizsgált genotípusok egyharmadánál nem tapasztaltunk csökkenést a potenciális fotokémiai aktivitás értékében (Fv/Fm), illetve a vitalitási index (RFD) sem jelzett stresszhelyzetet az optimálishoz képest negyedére csökkentett nitrogénellátás hatására. Ugyanakkor jelentős eltérések adódtak a genotípusok között és a genotípusok kezelésre adott reakciójuk tekintetében is a PSII fényérzékenységet jellemző 1-qp/NPQ arány tekintetében.

A kísérletek során vizsgált több paraméter alapján megállapítható, hogy egyes búza genotípusok esetében az optimálisnak tekintett ellátáshoz képest érdemes felvetni a jóval kevesebb mennyiségű nitrogén kijuttatását, mely környezeti és gazdasági szempontból is jelentős előnyhöz juttatja mind az egyéni gazdálkodót, mind a társadalmat.

A kutatás a TKP2021-NKTA-32 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg, valamint az NKFIH, SNN_150907 azonosító számú projekt támogatta.















