

XXIX. Növénynevelési Tudományos Napok



Martonvásár, 2023. április 26-27

**MTA Agrártudományok Osztálya
Növénynevelési Tudományos Bizottság
Magyar Növénynevelők Egyesülete**

**XXIX. NÖVÉNYNEVELÉSI TUDOMÁNYOS
NAPOK**

Összefoglaló kötet

Szerkesztették:

Karsai Ildikó, Pauk János, Veisz Ottó

Polgár Zsolt, Bóna Lajos

**Agrártudományi Kutatóközpont
Mezőgazdasági Intézet
Martonvásár**

2023. április 26-27.

Az MTA Agrártudományok Osztálya Növénynevelési Tudományos Bizottság és a
Magyar Növénynevelők Egyesülete

Szervező Bizottság

Karsai Ildikó

MTA doktora, elnök
MTA Agrártudományok Osztálya
Növénynevelési Tudományos Bizottság

Pauk János

MTA doktora, elnök
Magyar Növénynevelők Egyesülete

Veisz Ottó

akadémikus, igazgató
ATK Mezőgazdasági Intézet

Polgár Zsolt

PhD, alelnök
MTA Agrártudományok Osztálya
Növénynevelési Tudományos Bizottság

Bóna Lajos

PhD, elnök
Magyar Növénynevelők Egyesülete

A konferencia cikkek lektorálását végezték:

Cseh András, Karsai Ildikó, Mikó Péter, Molnár István, Rakszegi Marianna,
Szakács Éva és Szalay László

TARTALOMJEGYZÉK

PLENÁRIS ELŐADÁSOK 10

- Helyes Lajos** (MATE, akadémikus): Abiotikus tényezők hatása a zöldségfajok beltartalmi értékeire, különös tekintettel a fitonutriensekre **11**
- Polgár Zsolt** (MATE, Burgonyakutatói Központ) A keszthelyi burgonyakutatás hozzájárulása a hazai burgonyaágazat fennmaradásához **16**
- Pauk János, Bóna Lajos, Óvári Judit, Purgel Szandra** (Magyar Növénynevelők Egyesülete) Az elmúlt év során elismerésben részesült és elhunyt magyar növénynevelőink..... **20**
- Nagy Zoltán**, az éfi ifjú nevelője, 2022 (Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft) Biológusból kukoricanevelő **29**

SZEKCIÓ ELŐADÁSOK 31

I. SZEKCIÓ - NEVELÉSI MÓDSZEREK

Standard előadások

- Bóna Lajos, Purgel Szandra, Mihály Róbert, M.-Langó Bernadett:** Tritikálé: szelekciós lehetőségek beltartalmi paraméterekben **32**
- Mikó Péter, Fehér Judit, Drexler Dóra:** Az ÖMKi-VSZT-NÉBIH kisparcellás ökológiai fajtatesztek legújabb eredményei **33**
- Lantos Csaba, Békés Ferenc, Ács Katalin, Mihály-Langó Bernadett, Mihály Róbert, Cseuz László, Jancsó Mihály, Székely Árpád, Pauk János:** Az *in vitro* portoktenyésztés fejlesztése és alkalmazása gabonakutató nonprofit kft nevelési programjaiban **34**
- Szamosi Csaba, Palotás Gábor, Tímár Zoltán, Pápai Bánk, Kovács Zsófia, Fári Miklós, Ruskó József, Csilléry Gábor:** A kereskedelmi célú paprika nevelés helyzete, kihívásai és kiterjesztési lehetőségei **35**
- Frank Krisztián, Nagy Erzsébet, Mátyás Kinga, Solti Izabella, Gálik Bence, Wolf István, Polgár Zsolt, Taller János:** A White Lady burgonyafajta kromoszóma-alapú genomszekvenciájának összeállítása **36**

Villám előadások

- Kalmár Helga, Palágyi Andrea:** Szemesirok töszámbeállítási kísérletek **37**
- Cséplő Mónika, Puskás Katalin, Vida Gyula, Bányai Judit, Mészáros Klára, Tóth Viola, Heinrich Grausgruber, Luca Bonfiglioli, Mario Augusto Pagnotta, Mikó Péter:** Durumbúzafajták fenotípusos vizsgálata ökológiai és konvencionális körülmények között..... **38**
- Asbolt Gergő:** Őszi kalászos fajták szelekciója szélsőséges agroökológiai feltételek között történő ökológiai neveléshez **39**
- Pintér János, Marton L. Csaba, Pók István, Berzy Tamás, Szóke Csaba, Tóthné Zsubori**

Zsuzsanna, Csepregi-Heilmann Eszter, Áldott-Sipos Ágnes, Spitkó Tamás: Egy gén, ami alapvetően változtatja meg a kukorica lombkorona architektúráját.....45

Czibalmos Róbert, Asbolt Gergő, Piszterné Fülöp Éva, Zsigrai György, Murányi Eszter: *Rhizobium* készítménnyel kezelt NS Pionir őszi takarmányborsó üzemi- kis- és nagyparcellás kísérleteinek tapasztalatai.....46

II. SEKCIÓ - DIVERZITÁSOK, MINŐSÉG

Standard előadások

Pepó Pál: Minőség vizsgálatok őszi búza (*Triticum aestivum* L.) vonalaknál.....51

Rakszegi Marianna, Tóth Viola, Verica Takac, Láng László, Sanja Mikic, Milan Mirosavljevic, Lovro Sinkovič, Barbara Pipan, Tömösközi Sándor, Vida Gyula, Mikó Péter: A tönkölybúza összetételi és minőségi jellemzése56

Berényi Attila, Óvári Judit, Ács Péterné, Langó Bernadett, Matuz János: Bíbor és kék szemszínű búza törzsek sütőipari minősége és antocianin tartalma57

Kovács Szilvia, Behán Tamás: Húsos som fajták (*Cornus mas* L.) megkülönböztethetőségére használható morfológiai és fenológiai bélyegek58

Lados Botond Boldizsár, Cseke Klára, Nagy László, Benke Attila, Molnár Csilla Éva, Köbölkuti Zoltán Attila, Borovics Attila, Tóth Endre: Csertölgy (*Quercus cerris* l.) populációk genetikai vizsgálatai erdészeti szaporítóanyag források felülvizsgálatára.....59

Villám előadások

Francesco Desiderio, Samuel Szilágyi, Gabor Boronkay, Zsuzsanna Békefi: Germplasm hunt: hungarian sour cherry analysis of fruit size and colour through phenotyping and SSR markers60

Murányi Eszter, Asbolt Gergő, Zsigrai György, Czibalmos Róbert: A Karcagi Kutatóintézetben fenntartott kölesfajták termésképző elemeinek vizsgálata61

Kiss Tibor, Horváth D. Ádám, Balla Krisztina, Cseh András, Berki Zita, Horváth Ádám, Karsai Ildikó: A fényspektrum hatása a kenyérbúza korai egyedfejlődési dinamikájára66

Horváth D. Ádám, Kiss Tibor, Balla Krisztina, Cseh András, Berki Zita, Horváth Ádám, Karsai Ildikó: Környezeti hőmérséklet hatása a kenyérbúza korai egyedfejlődési dinamikájára.....67

Kolozsvári Ildikó, Kun Ágnes, Valkovszki Noémi, Jancsó Mihály, Bozán Csaba, Gyuricza Csaba: Szennyvízöntözés hatása szemescirok fajták cukortartalmának alakulására68

III. SEKCIÓ - DIVERZITÁSOK, STRESSZTOLERANCIA

Standard előadások

Puskás Katalin, Cséplő Mónika, Hamow Kamirán Áron, Bese Cintia, Cseh András, Horváth Ádám, Molnár Orsolya, Karsai Ildikó, Vida Gyula: Búza kalászfuzárium-ellenállóság térképező populáció fenotípusos jellemzése.....72

Óvári Judit, Nagy Dániel, Cseuz László: Genetikai diverzitás megőrzése: harminc éves a szegedi kalászos génbank.....73

Cseh András, Gell Gyöngyvér, Christakis George Florides, Rakszegi Marianna, Birinyi Zsófia, Nagy-Réder Dalma, Békés Ferenc, Karsai Ildikó: A Kárpát-medencei búza tájfajták és modern fajták tartalékfehérje szintű diverzitásának összehasonlítása..... 74

Tungalag Munkhbat, Tar Melinda, Purnhauser László: Szárzorsda rezisztencia gének azonosítása magyar búzafajtákban 75

Türkösi Edina, Szakács Éva, Ivanizs László, Farkas András, Gaál Eszter, Mahmoud Said, Darkó Éva, Cséplő Mónika, Mikó Péter, Jaroslav Doležel, Lángné Molnár Márta, Molnár István, Kruppa Klaudia: A kenyérbúza terméspotenciáljának növelése egy *Thinopyrum intermedium* × *Th. ponticum* mesterséges fajhibridből származó kromoszómakar beépítésével..... 76

Gupcsó Katalin, Zámboriné Németh Éva: A mák fajtahasználat változása – a nemesítés újabb kihívásai 77

Villám előadások

Emanuel A Jampoh, Dorina Babinyec-Czifra, E. Sáfrán, Barbara Krárné Péntek, Katalin Jäger: Heat and drought co-stress reduced fertility by inducing asynchronous reproductive development in two two-rowed winter barley genotypes 78

Horváth Ádám, Kiss Tibor, Balla Krisztina, Cseh András, Berki Zita, Bányai Judit, Horváth D. Ádám, Karsai Ildikó: Őszi árpa (*Hordeum vulgare* L.) fajták hőstressz tolerancia vizsgálata termés reakció típusok alapján..... 79

Kneip Antal, Balling Péter, Varga Laura, Zsigrai György, Kovács Tibor, Molnár Péter: Szárazságtűrő szőlőalanyok vizsgálata a Tokaji borvidéken 80

Nagy Dániel, Cseuz László, Pauk János: Szegedi búzafajták szárazságstresszre adott reakciói 81

Valkovszki Noémi Júlia, Szalóki Tímea, Székely Árpád, Kolozsvári Ildikó, Kun Ágnes, Jancsó Mihály: Öntözési kezelések és a szárazság hatása a kerti bazsalikom produkcióbiológiájára..... 82

Jancsó Mihály, Obirih-Opáreh Jennifer, Siakwah Gideon Narteh, Szalóki Tímea, Lantos Csaba, Pauk János, Székely Árpád: Rizs dihaploid nemesítési vonalak értékelése spektrális indexek segítségével aerob termesztési rendszerben 87

Tavaszi-Sárosi Szilvia, Milan Gavrilović, Pedja Janačković, Ivica Z. Dimkić, Radácsi Péter: Vadon termő üröm (*Artemisia*) fajok illóolaj mennyiségének és összetételének értékelése 92

IV. SZEKCIÓ - BIOTECHNOLÓGIA

Standard előadások

Kis András, Tholt Gergely, Dalmadi Ágnes, Sorbán-Kiss Barbara, Havelda Zoltán: Hatékony búza törpülés vírus rezisztencia kialakítása árpában mesterséges miRNS és CRISPR/CAS9 genomszerkesztési technológiával 93

Farkas András, Gaál Eszter, Ivanizs László, Kruppa Klaudia, Szakács Éva, Türkösi Edina, Kovács Péter, Mahmoud Said, Molnár István: Automatizált agrárcitogenetikai diagnosztikai rendszer kifejlesztése a gabonafélékbe történő hatékony fajidegen génátvitel érdekében 94

Villányi Vanda, Odgerel Kongorzul, Okaroni O' Catherine, Bánfalvi Zsófia: Paradicsom oltvány hatása a burgonyagumó metabolit összetételére 95

Papp István, Neda Hesari, Szegő Anita, Pónya Zsolt, Kiss-Bába Erzsébet, Kolozs Henriett, Gyöngyik Márta, Vasas Dominika, Iman Mirmazloum: Az aszkorbinsav bioszintézis és újrahasonosítás transzkripció szintű indukciója megemelt nitrát tápoldatozás mellett uborkában.....96

Gaál Eszter, Molnár István, Farkas András, Ivanizs László, Kalapos Balázs, Türkösi Edina, Kruppa Klaudia, Szakács Éva, Mahmoud Said, Abraham Korol, Jaroslav Doležel, Miroslav Valárik: Búza/*Ae. biuncialis* introgressziós vonalak előállítás és jellemzése DArTseq markerrendszer alkalmazásával.....97

Fári Miklós, Veres Szilvia: Földi bioregenerációs élettámogató úrkutatási rendszer (BLSS) létesítése a Debreceni Egyetem Biodrome-ban98

Villám előadások

Palágyi Andrea, Kalmár Helga: Kétszer is betakarítható a silócirok egy aszályos tenyészidőszak végén érkező csapadék által99

Chaima Frad, Ahmed Ali Hamad, Dávid Polgári, Sági László: Antimicrobial seed dressing treatments to lower fungal contamination in barley in vitro cultures..... 100

Szalóki Tímea, Székely Árpád, Valkovszki Noémi Júlia, Tarnawa Ákos, Jancsó Mihály: Az arzén hatása a rizs növekedésére és termésparamétereire különböző öntözési módok mellett 101

Karsai-Rektenwald Flóra, Odgerel Khongorzul, Gyula Péter, Bánfalvi Zsófia: A *CYCLING DOF FACTOR 1 (CDF1)* hajtásfejlődést befolyásoló szerepe a 'Désirée' burgonyafajtában.....106

Ahmed Ali Hamad, Ákos Tarnawa, Chaima Frad, Dávid Polgári, László Sági: Production and comparative analysis of new-generation perennial hybrids made by genome alloying of genera in the *Triticeae* tribe 107

Székely Árpád, Szalóki Tímea, Lantos Csaba, Jancsó Mihály: A poliploidizáció hatása a rizs levelek fotoszintetikus és spektrometriai tulajdonságaira108

Pauk János, Kocsor Tibor, Lantos Csaba, Hajduné Buza Kornélia, Andreas Börner: A Cereal Research Communications 50 éves 113

POSZTER SZEKCIÓ 114

Babinyec-Czifra Dorina, Krárné Péntek Barbara, Emmanuel Asante Jampoh, Jäger Katalin: Két hatsoros őszi árpafajta kalászainak produkció-változása együttes hő- és szárazságstressz hatására 115

Boronkay Gábor, Hamarné Farkas Dóra, Kisvarga Szilvia, Neményi András Béla, Orlóci László: Szabadföldi rózsafajták terepi beazonosításához kidolgozott virágtipizálás három eleme .116

Csepregi-Heilmann Eszter, Áldott-Sipos Ágnes, Kovács Anett, Spitkó Tamás, Szőke Csaba, Pintér János, Berzy Tamás, Kakuszi-Széles Adrienn, Marton L. Csaba: Beltenyésztett kukorica (*Zea mays* L.) vonalak keléskori hideg-érzékenységének tesztelése117

Csilléry Gábor, Ruskó József, Pápai Bánk, Kovács Zsófia, Fári Miklós, Szamosi Csaba: A *tti* és *Pcx* gének alkalmazása az ámpolna típusú paprika fajták nemesítése során..... 118

Demku Tamás, Nádósy Ferenc: kereskedelembe kapható szilvafajták összehasonlító kísérlete ültetvénytelepítési szempontból 119

- Fábián Attila, Krárné Péntek Barbara:** A meiózis idején alkalmazott hőstressz hatása a búza vegetatív és generatív szöveteinek génkifejeződésére 120
- Gyurkó Adrienn, Szücs-Nagy Vivien, Baktay Borbála, Varga Anna, Szani Zsolt:** Dél-dunántúli vadkörte génforrások agrobotanikai értékelése kvantitatív deszkriptorok alapján 121
- Hidvégi Norbert, Gulyás Andrea:** A lencse (*Lens culinaris* L.) teljes genomjának összeszerelése HPC (szuperszámítástechnikai) környezetben 126
- Beti Ivanovska, Thanyarat Onlamun, Júlia Halász, Hegedűs Attila:** Assessment of genetic diversity of european plum cultivars using transposon-based markers..... 127
- Jäger Katalin, Babinyec-Czifra Dorina, Krárné Péntek Barbara, Emmanuel A Jampoh, Barnabás Beáta:** A magas hőmérséklet, a vízmegvonás és kombinációjuk hatása az őszi búza szemfejlődésére 128
- Aaqib Javid, Zsuzsanna György:** Unraveling the cinnamyl alcohol glycoside biosynthesis pathway in three *Rhodiola* species through in silico RNA-SEQ analysis 129
- Kovács Anett, Körösi Katalin, Spitzkó Tamás, Pál Magda, Szőke Csaba:** Fuzáriumos fertőzés hatására bekövetkezett poliamin-koncentrációváltozás a kukorica csíranövényekben..... 135
- Kovács Zsófia, Csilléry Gábor, Pápai Bánk, Tóth-Lencsés Andrea Kitti, Bedő Janka, Veres Anikó, Szőke Antal:** A LINE-1 retrotranszpozon inszerció hatása a paprika antocián bioszintézisére 136
- Kulman Kitti, Jobbágy Kristóf, Szalai Gabriella, Gondor Orsolya Kinga, Kocsy Gábor:** Az anyagcsere és a hajtásképződés redox szabályozása búza kalluszokban 141
- Mendelné Pásztai Edina, Balogh-Tóth Anita, Mendel Ákos:** Kajszimagok csírázókéességének növekedése fagyasztás hatása..... 142
- Mészáros Klára, Károlyiné Cséplő Mónika, Kunos Viola, Tóth Viola, Bányai Judit, Rakszegi Marianna, Vida Gyula:** Martonvásári kalászos gabona kínálat új színfoltja az őszi árpa..... 143
- Nagy-Réder Dalma, Birinyi Zsófia, Rakszegi Marianna, Békés Ferenc, Gell Gyöngyvér:** Hazai nemesítésű búzafajták abiotikus stressz adaptációs vizsgálata a tartalékfehérje összetétel vonatkozásában 144
- Pápai Bánk, Becző Abigél, Gubala Dorottya, Kovács Zsófia, Csilléry Gábor, Szőke Antal, Veres Anikó:** A *tti* (*TORTUOUS INTERNODE*) mutáns paprika *in vitro* analízise, mikroszaporítási kísérlete 145
- Papp Mária, Pauk János, Cseuz László, Lantos Csaba, Beke Béla, Óvári Judit, Pugris Tamás:** GK hortobágy, GK szatmár – új, nagy termőképességű őszi búzafajták a Szegedi Gabonakutató portfóliójában 149
- Pék Miklós, Somogyi Norbert, Bráj Róbert:** Új kihívások és megoldások a fűszerpaprika nemesítésben 150
- Áldott-Sipos Ágnes, Csepregi-Heilmann Eszter, Spitzkó Tamás, Szőke Csaba, Kovács Anett, Pintér János, Berzy Tamás, Nagy János, Marton L. Csaba:** Martonvásári kukorica hibridek silótermésének összehasonlítása ökológiai- és hagyományos termesztésben..... 151

- Szabó Luca Krisztina, Francesco Desiderio, Kirilla Zoltán, Várallyay Éva, Preininger Éva:** Kísérletek csonthéjasok vírusmentesítésére *in vitro* technikákkal152
- Táborosiné Ábrahám Zsuzsanna, Bayer Erika, Somogyi Norbert, Bráj Róbert, Gáll Tibor, Pék Miklós, Pauk János, Marótiné Tóth Klára:** A Vastagh József paprikaörlemény-verseny bemutatása és tapasztalatai..... 153
- Varga Balázs, Tóth Viola, Veisz Ottó, Mikó Péter, Láng László, Farkas Zsuzsanna, Rakszegi Marianna, Vida Gyula:** Új választék bővítő fajták a martonvásári nemesítőktől154
- Varga Jenő, Bergendi Nadin, Kollányi Ágnes, Kollányi Gábor:** Málnatermesztés jövedelmezőségének javítása stressztűrő új málnafajtával155
- Tóth Viola, Mikó Péter, Kuti Csaba, Megyeri Mária, Molnár István, Rakszegi Marianna, Vida Gyula:** ELKH ATK MGI Kalászos Gabona Nemesítési Osztály génbanki tételei156
- Ruskó József, Kovács István, Buleca Csaba, Szamosi Csaba, Csilléry Gábor:** Termesztési kísérletek a *tti* gént tartalmazó, döntött szárú paprika hibridekkel.....157
- Feczák János:** A cirok, mint ősi gabonanövény – megoldás a táplálkozási anomáliákra158

PLENÁRIS ELŐADÁSOK

ABIOTIKUS TÉNYEZŐK HATÁSA A ZÖLDSÉGFAJOK BELTARTALMI ÉRTÉKEIRE, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A FITONUTRIENSEKRE

Helyes Lajos, Pék Zoltán

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

A Kertészettudományi Intézetben (illetve jogelődjeiben) az abiotikus tényezők (különös tekintettel a vízellátottságra) hatását a termésképzésre, illetve a fontosabb beltartalmi értékekre (Brix^o, savtartalom) több mint hat évtizede vizsgálják, értékelik. A legfontosabb tesztnövény az ipari paradicsom, de étkezési és csili paprikával, uborkával, gyökérsaláta fajokkal, és káposztafélékkel is folytatódnak kísérletek. Kezdetben a beltartalmi vizsgálatok a Brix^o-ra, cukor és savtartalomra irányultak. Ezek a beltartalmi összetevők, 2000-től kiegészültek a bioaktív anyagok (fitonutriensek) vizsgálatával is. A fitonutriensek a növényi metabolizmus másodlagos termékei. Legfontosabb szerepük a növényi sejtekben a védelem, többek között az UV sugárzás, a hőstressz, a korokozók és a kártevők ellen. Védelmet nyújtanak a szabad gyökökkel szemben. Szín- és aromakomponensek is. Legfontosabb egészségvédő növényi hatóanyagok (fitonutriensek): vitaminok, karotinoidok, kapszaicinoidok, glükozinolatok, allil-diszulfidok, polifenolok. Az elmúlt több, mint két évtizedben, kutatói tevékenységünk fő célját, a fontosabb zöldségfajok -paradicsom, paprika (étkezési és csili), brokkoli, vöröshagyma, sárgarépa, tojásgyümölcs- antioxidáns hatású fitonutrienseinek értékelése és hazai ökológiai adottságokhoz való adaptálása jelentette. A bioaktív paraméterek közül az első a **likopin** képződésére ható abiotikus tényezők meghatározása volt, ami nemzetközileg is elismert eredményeket adott (Helyes és mtsi 2003), de több tudományos eredmény született, az egyéb karotinoidok (paradicsom, sárgarépa, étkezési paprika), a kapszaicinoidok (csili és fűszerpaprika), a polifenolok (paradicsom, paprika), allil-diszulfidok (vöröshagyma) és a glükozinolatok (brokkoli) esetében is.

Vízellátottság hatásának vizsgálata

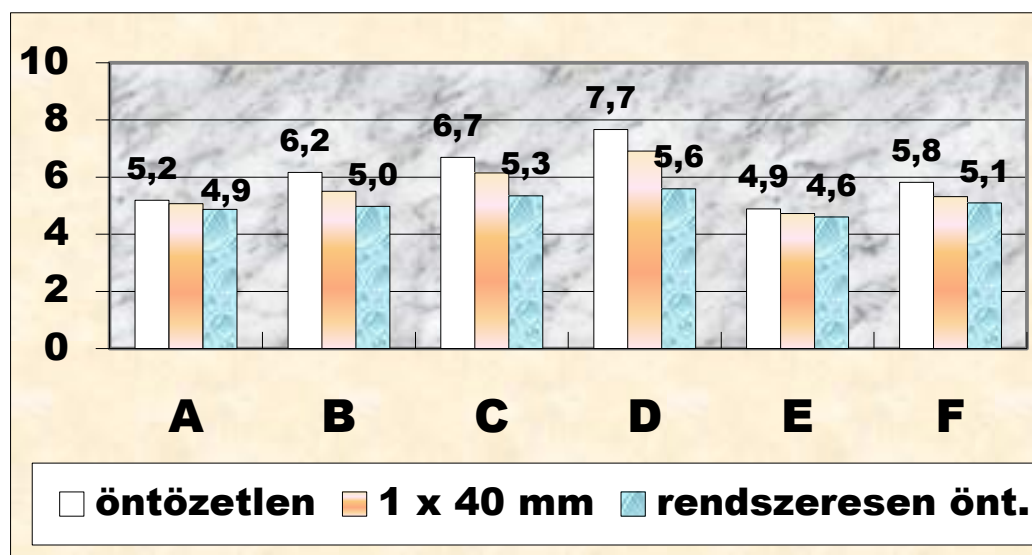
A zöldségfajok nagyon érzékenyek a vízellátottság mértékére. Ez nem csupán a piacképes termés mennyiségét határozza meg, alapvetően befolyásolja a beltartalmi értékeket is. Az 1. ábra az eltérő vízellátottság hatását mutatja be, az ipari paradicsom egyik legfontosabb beltartalmi összetevőjére a Brix^o-ra, **36 év átlagában**. A tartamkísérletben hat évjárat típust tudunk elkülöníteni. A kedvezőbb vízellátottság szignifikánsan csökkentette a Brix fokot a B, C, és a D, évjárat típusokban. Fontos megjegyezni viszont, hogy a kedvezőbb vízellátottság hatására az egy hektárról betakarítható szárazanyag mennyisége szignifikánsan magasabb volt (Helyes-Varga 1994; Helyes 1999).

Paradicsom beltartalmi értékei, különös tekintettel a likopin tartalomra

A Brix^o mellett a paradicsom fontos beltartalmi értékei a szénhidrát- és savtartalom és ezek aránya, a fitonutriensek közül pedig a likopin, a β -karotin, a polifenolok, és a C-vitamin. Ezen összetevők értékét meghatározza a genotípus, a termesztés módja és a tenyésztés során a környezeti tényezők alakulása, különös tekintettel a fényellátottságra és a hőmérsékletre. Szakmai körökben közismert, hogy a paradicsom piros színét a likopin adja. A legtöbb karotinoid, így a likopin is az érés fázisában halmozódik fel. A zöld bogyók likopin tartalma alig éri el az 1mg/100g-os értéket (Brandt és mtsi 2003, 2006). A 2. ábra több genotípus esetében mutatja be három különböző termesztés mód esetében a likopin koncentráció alakulását. Azonos ökológiai körülmények között termesztett fajták között is volt jelentős különbség (Helyes és mtsi 2012). Fontos megjegyezni, hogy a környezeti tényezők (különösen a hőmérséklet és a fény) a termésképzés időszakában közel azonosak voltak az ipari és a támrendszeres termesztés esetén. Tehát a likopin tartalmat a fajták genetikai adottságai alapvetően befolyásolják. Természetesen ez nem zárja ki azt, hogy a környezeti tényezőknek a likopin kialakulására számottevő hatása van. A Daniela F₁ esetében lehetőségünk volt arra, hogy a likopin tartalom alakulását megvizsgáljuk szabadföldi támrendszeres termesztésben és üvegházi hajtásban is, alapvetően eltérő környezeti feltételek mellett. Hajtásban -40%-kal magasabb likopin tartalmat kaptunk-, ahol a hőmérséklet és a fény erőssége alacsonyabb volt a termésképződés, termésnövekedés

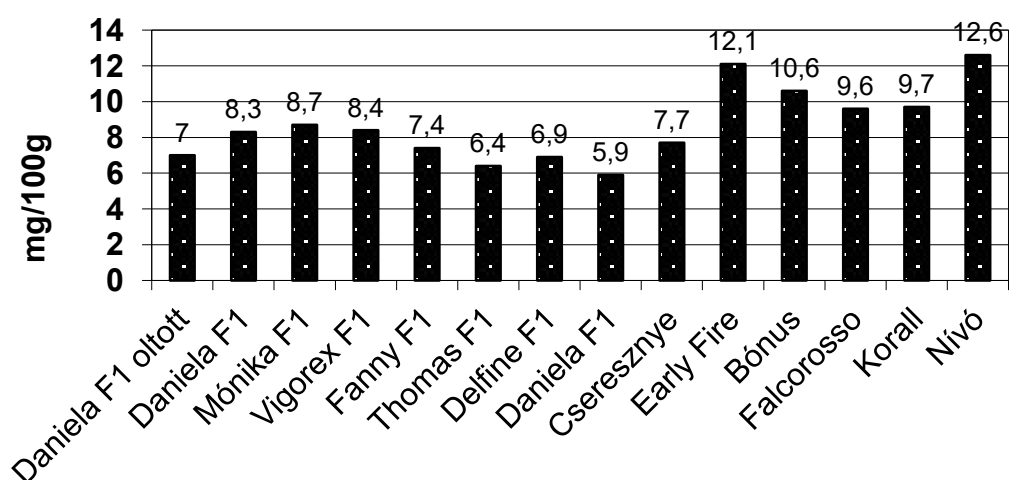
időszakában, mint a szabadföldi támrendszeres termesztésnél. Az 1. táblázat a paradicsom legfontosabb beltartalmi összetevőit mutatja be kétéves támrendszeres szabadföldi termesztés esetében. A sorok tájolása tette lehetővé, hogy voltak nem árnyékolt, (NS) bogyók, fürtök, amelyek 09:00 és 16:00 között teljes napfénynek voltak kitéve, míg az árnyékolt gyümölcsök (SF) teljesen árnyékoltak voltak ebben az időszakban. Szignifikáns különbség ($p=0,001$) volt az árnyékolt (SF) és a nem árnyékolt (NS) bogyók felületi hőmérséklete között, amit a bogyók érése során minden nap 6-18 óra között infravörös távhőmérővel határoztunk meg. Minél több közvetlen napsütésnek voltak kitéve a fürtök, annál magasabbra volt a felszíni hőmérsékletük. A nem árnyékolt gyümölcsök átlaghőmérséklete szignifikánsan magasabb (7,0 és 9,3°C-kal) volt 1400 óraker, a levegő hőmérsékleténél. A magasabb felületi hőmérséklet szignifikánsan több polifenol és aszkorbinsav, valamint lényegesen kevesebb (28 és 22%-kal) likopin tartalmat eredményezett a paradicsom gyümölcsseiben (Helyes és mtsi 2007). A likopin intenzív képződésére a 16-25°C közötti hőmérséklet az optimális, ettől magasabb hőmérsékleten lelassul a szintézise, 30-32°C felett pedig, blokkolt. Ez az oka annak, hogy a meleg nyári napokon a bogyók piros helyett narancssárga/szalmasárga színűek lehetnek, ugyanis a 32°C feletti hőmérséklet stimulálja a likopin, β -karotinná történő átalakulását, a β -karotin szintézise, pedig csak 38°C felett gátolt.

1. ábra Vizellátottság hatása az ipari paradicsom vízoldható szárazanyag koncentrációjára



Évjárat típusok: A/Kedvező vízellátottságú; B/Rövid idejű vízhiány; C/Hőmérséklet szempontjából különösen kedvező év; D/Tartós vízhiány; E/Vizellátottságtól független közepes termés; F/Vizellátottságtól független alacsony termés; (36 éves tartamkísérlet átlaga, Fajta: Kecskeméti Jubileum)

2. ábra A vizsgált fajták likopin-tartalmának alakulása



1. táblázat Különböző kitétségi paradicsom bogyók beltartalmi összetevői, az érési folyamat végén (cv. Lemance F₁; n=4; ±SD)

évek		Brix°	szénhidrát (%)	szerves savak (%)	C-vitamin (mg 100g ⁻¹)	Polifenol (mg 100g ⁻¹)	likopin (mg 100g ⁻¹)
1.	SF	6,0±0,56 ^a	3,5±0,46 ^a	0,38±0,023 ^a		35,7±3,74 ^a	6,5±0,98 ^a
	NS	6,4±0,47 ^a	3,8±0,26 ^a	0,34±0,023 ^a		38,6±2,07 ^a	4,7±0,84 ^b
2.	SF	4,8±0,10 ^b	2,2±0,40 ^b	0,32±0,004 ^b	20,0±2,23 ^a	37,6±1,56 ^a	5,6±0,59 ^a
	NS	5,0±0,11 ^b	2,7±0,08 ^c	0,30±0,015 ^c	26,8±3,63 ^b	47,2±3,00 ^b	4,4±0,42 ^b

ugyanazon oszlopban, az azonos felső indexű adatok nem szignifikánsak, P=0,05

NS=napnak kitétt bogyók; SF= árnyékolt bogyók

Paprika karotinoid és kapszaicinoid koncentrációját befolyásoló tényezők

Az étkezési paprika legfontosabb fitonutriense, a C-vitamin. Átlagos C-vitamin tartalma 170 mg/100 g nyerstömegegre vonatkoztatva. Ez az érték genotípustól, környezeti tényezőktől (különös tekintettel a fényre) érettségi állapottól, bogyó-átlagtömegtől függően lehet lényegesen 100 mg/100 g alatt és 200 mg/100 g felett. A vitaminok közül még tartalmaz tokoferolokat, és B-vitaminokat. A paprika fajták jelentős típusa tartalmaz kapszaicint is, ami szintén nagyon fontos fitonutriens. A paprika jelentő karotinoid forrás (Daood és mtsi 2014). Szabadföldi kísérletben vizsgáltuk, a Kápia típusú étkezési paprikánál, a karotinoid koncentráció és összetétel alakulását. Több mint 40féle karotinoidot mutattunk ki. A piros színű karotinoidok közül legnagyobb koncentrációban a kapszantin és a kapszorubin és izomerjeik fordulnak elő. A sárga karotinoidok közül a zeaxantin, kukurbitaxantin- és β-karotin a meghatározó (Ambrózy és mtsi 2016). Konzervipari és táplálkozásélettani szempontból is fontos a karotinoid koncentráció és a sárga-piros karotinoidok egymáshoz viszonyított aránya. Két szedési időpontot vizsgáltunk (08.26. és 09. 30.). A betakarítás időpontja előtti, három hetes időszakot néztünk meg, a hőmérséklet alakulása szempontjából. Ez az az időszak, amikor a bogyó már elérte a teljes, fajtára jellemző méretét (gazdasági érettség), és ezt követően elkezdődik a klorofill lebontása, majd a karotinoidok beépülése. Az első szedést megelőző 3 hét, napi minimum hőmérsékletének átlaga 15,0 °C, maximum napi hőmérséklet átlaga 26,5 °C és a 3 hét napi középhőmérséklet átlaga 20,8 °C volt. Ezzel szemben a 2. szedést megelőzően a minimum átlaga 10,9°C, maximum átlaga 18,6°C és a 3 hét napi átlaga pedig csupán 14, 7 °C volt. Ez 6 °C-os csökkenés az előző szedéshez képest. A 2. táblázat mutatja a piros, a sárga és az összes karotinoid koncentrációját. és egymáshoz viszonyított arányukat. Az összes karotinoid koncentráció közel a felére (47%-kal) csökkent, viszont a piros színű karotinoidok 56%-kal, sárgák csak 25 %-kal csökkentek, a szeptember végi szedésnél. Tehát jelentősen megváltozott a piros/sárga karotinoidok egymáshoz viszonyított aránya. Az első szedésnél 2,4- szer volt több a piros karotinoidok koncentrációja, míg a 2. szedésnél csak 1,4 szeres a sárgához képest. Tehát a biológiai érés fázisában szignifikáns mértékben megváltozott a karotinoid koncentráció és az összetétel is.

2. táblázat Karotinoid tartalom és összetétel alakulás a Kápia típusú paprikánál

szedések időpontja	piros színű karotinoidok		sárga színű karotinoidok		összes karotinoid	
	μ/gr.	%	μ/gr.	%	μ/gr.	%
08.26.	348	71	145	29	493	100
09.30.	153	58	109	42	262	100

A fitonutriensek a növényi sejtek védelmi rendszerében is fontos szerepet töltenek be. Ezért egy részüknek a koncentrációja abiotikus (vagy biotikus) stressz hatásra szignifikánsan növekszik. Ilyenek a kapszaicinoidok is. Az elmúlt években több kísérletet folytattunk szabadföldi és növényházi körülmények között, hogy a kapszaicin szintézisét befolyásoló abiotikus tényezőket számszerűsítsük (Agyemang Duah és mtsi 2021). A 3. táblázat ezekből mutat be egy példát, a szabadföldi kísérletsorozatból. Két genotípust (Star Flame és Fire Flame) és 4 kezelést és két szedési időpontot vizsgáltunk randomizált 4 ismétléses kísérletben. A két genotípus esetében szignifikáns különbséget tapasztaltunk minden kezelésben. A Star Flame minden kezelésben és szedési időpontban

szignifikánsan magasabb koncentrációba tartalmazott kapszaicint. Mindkét genotípus a szeptemberi 28.-ai szedésben adott magasabb kapszaicin tartamú bogyókat. Az augusztusi átlaghőmérséklet 18°C, a hajnali minimumok átlaga pedig 11 °C volt, ez a szeptemberi hónapban 14°C-ra, illetve 6°C csökkent. Fontos megjegyezni, hogy szeptemberben több alkalommal, a minimum hőmérséklet csupán 2—3°C volt. Tehát az alacsonyabb hőmérséklet és besugárzás kedvezett a kapszaicinoidok kialakulásának. Fólia alatti kísérletben, 50%-kal csökkentett vízáradat, (a napi ETpot 50%-át adtuk ki.) több mint kétszeres kapszaicinoid növekedést eredményezett (Nagy és mtsi 2015 és 2017).

3. táblázat. Az eltérő árnyékolás és a szedés időpont hatása az összes kapszaicinoid koncentrációra (átlag±SD (n=4) értékekre µg/g-ban nedves tömegben kifejezve).

	Star Flame		Fire Flame	
	1. szedés	2. szedés	1. szedés	2. szedés
Fehér	436.4±81.1 Aa	576.7±51.6 Ba	152.9±25.0 Aa	338.1±25.7 Bb
Piros	427.9±79.1 Aa	591.5±53.1 Ba	150.7±18.6 Aa	202.3±24.3 Ba
Zöld	375.7±63.7 Aa	578.5±49.1 Ba	172.6±24.5 Aa	370.8±14.1 Bb
Kontroll	489.4±36.8 Aa	611.4±45.3 Ba	247.8±5.9 Ab	337.5±84.0 Ab

Tukey HSD post-hoc teszt eredménye alapján azonos nagybetűvel jelölt kezelések a szedés idő tekintetében, a kis betűvel jelöltek pedig árnyékolás alapján nem térnek el szignifikánsan egymástól. 1. szedés időpontja: augusztus 24; 2. szedés időpontja: szeptember 28.

Brokkoli fontosabb fitonutriensei

A japánok a brokkolit „szuper” zöldségnövénynek tartják, táplálkozásélettani szempontból. A brokkoli magas koncentrációban tartalmaz C- vitamint (az étkezési paprika után következik a zöldségnövények közül), β-karotint, de jelentős, a kalcium, és a vastartalma is. Nyomelemek közül számottevő mennyiségben, szelén is található benne. A brokkoli táplálkozás-élettani jelentősége még azzal is magyarázható, hogy a keresztesvirágúakra, (káposztafélék) jellemző glükozinolátok, illetve a legismertebb növényi gyógyszerhatóanyagok, a polifenolok is megtalálhatók benne. Ezek komoly antioxidáns kapacitással rendelkeznek, és bizonyítottan fontos szerepet játszanak a civilizációs betegségek megelőzésében és terápiájában, így vonzóak a „reform orvoslás” számára. A glükozinolátok közül a legjelentősebb fitonutriense a brokkolinak a szulforafán (Pék és mtsi 2012). Több éves kísérlet végeztünk abból a célból, hogy milyen módon lehet növelni a szulforafán koncentrációt. Kísérleti eredményeink igazolták, hogy hideghatásra (hajnali -2 -4 °C) a szulforafán (glükorafanin) koncentráció 8-10 szeresére növekedett (Pék és mtsi 2013; Riadh és mtsi 2020).

Összefoglaló

Napjainkban a zöldségtermesztésben, a termesztés célja nem csak a piacképes termésmennyiség növelése. Egyre nagyobb figyelmet kap a táplálkozásélettani szempontból fontos fitonutriensek növelése. Minden bioaktív komponens, (vitaminok, karotinoidok, kapszaicinoidok, polifenolok, glükozinolátok, stb.) esetében táplálkozás-élettani szempontból nagyon fontos, hogy mennyi az a minimális dózis amit naponta be kell vinni és hogy az felszívódik-e vagy sem. Tehát bekerül az anyagcserébe vagy nem. Fontos hangsúlyozni, hogy az egyes fajok esetében megadott bioaktív összetevők koncentrációja mindig átlag értékek! A különböző fitonutriensek koncentrációjára (bioaktív anyagokra) bizonyítottan jelentős mértékben hatnak a környezeti tényezők (hőmérséklet, fényellátottság, vízellátottság stb.), a termesztéstechnológia és a termesztett fajta.

Irodalom

- Agyemang Duah, S., Souza, C., S., Nagy, Zs., Pék, Z; Neményi, A., Daood, H, G.; Vinogradov, Sz., Helyes, L. 2021. Effect of Water Supply on Physiological Response and Phytonutrient Composition of Chili Peppers WATER 13: 9 p. 1284
- Agyemang Duah, S; Souza., SS., Daood, H.G., Pék, Z., Neményi, A., Helyes, L. 2021. Content and response to γ-irradiation before over-ripening of capsacinoid, carotenoid, and tocopherol in new hybrids of spice chili peppers. LWT-FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY Paper: 111555,

- Ambrózy, ZS., Daood, H., Nagy, ZS., Darázsi Ledó, H., Helyes, L. 2016. Effect of net shading technology and harvest times on yield and fruit quality of sweet pepper. *Applied ecology and Environmental Research*, **14**, (1): pp. 99-109.
- Brandt S., Lugasi A., Barna É., Hóvári J., Pék Z., Helyes L. 2003. Effects of the growing methods and conditions on the lycopene content of tomato fruits. *Acta Alimentaria* 32, (3), pp. 269-278.
- Brandt S., Pék Z., Barna É., Lugasi A., Helyes L. 2006. Lycopene content and colour of ripening tomatoes as affected by environmental conditions. *Journal of the Science Food and Agriculture* 86: (4) pp. 568-572.
- Daood, H. G., Palotás, G., Palotás, G., Somogyi, Gy., Pék, Z., Helyes, L. 2014. Carotenoid and antioxidant content of ground paprika from indoor- cultivated traditional varieties and new hybrids of spice red peppers. *Food Research International* 65, pp. 231-237.
- Helyes L. 1999. A paradicsom és termesztése. SYCA Szakkönyvszolgálat, Budapest, 233 p. +melléklet
- Helyes L., Varga Gy. (1994): Irrigation demand of tomato according to the results of three decades. *Acta Horticulturae* 376, 323-328.
- Helyes L. Brandt S. Réti K. Barna É. Lugasi A. (2003): Appreciation and analysis of lycopene content of tomato. *Acta Horticulturae*. 604. 531-537.
- Helyes L., Lugasi A., Pék Z. 2007. Effect of natural light on surface temperature and lycopene content of vine ripened tomato fruit. *Canadian Journal of Plant Science*. 87. (4) 927-929 p.
- Helyes, L., Lugasi, A., Pék, Z. 2012. Effect of irrigation on processing tomato yield and antioxidant components. *Turk. J. Agric. For.* **36**, (6), pp. 702-709
- Nagy, Z., Daood, H., Ambrózy, Z., Helyes, L. 2015. Determination of Polyphenols, Capsaicinoids, and Vitamin C in New Hybrids of Chili Peppers. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, ID 102125, 10 pages
- Nagy, Zs., Daood, H., Koncsek, A., Molnár H., Helyes, L. 2017. The Simultaneous Determination of Capsaicinoids, Tocopherols and Carotenoids in Pungent Pepper Powder. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 40. (4), pp. 199–209.
- Pék, Z., Daood, H., Nagyné, M.G., Berki, M., Tóthné, M.M., Neményi, A., Helyes, L. 2012. Yield and phytochemical compounds of broccoli as affected by temperature, irrigation, and foliar sulfur supplementation. *HortScience*, 47 (11), pp. 1646-1652.
- Pék, Z., Daood, H., Gasztonyi Nagyné, M., Neményi, A., Helyes, L. 2013. Effect of environmental conditions and water status on the bioactive compounds of broccoli. *Central European Journal of Biology*, 8 (8) pp. 777-787.
- Riadh, I., Tlili, I., Pék, Z. Montefusco, A., Siddiqui, M., W., Homa, F., Hdider, C., R'Him, T., Helyes, L., Lenucci, M., S. 2020. Pre- and post-harvest factors affecting glucosinolate content in broccoli. *Front. Nutr.* 7: 147.

A KESZTHELYI BURGONYAKUTATÁS HOZZÁJÁRULÁSA A HAZAI BURGONYAÁGAZAT FENNMARADÁSÁHOZ

Polgár Zsolt

MATE/MKSZN Kft. Burgonyakutatói Központ, Keszthely

Bevezetés

A keszthelyi burgonyakutatói és nemesítési program már több mint 60 éve szolgálja a hazai burgonyaágazatot. Ezen hosszú időszak alatt az intézet számos szervezeti formában, számos átszervezést megélve működött. Az eltelt évtizedek alatt az Intézet fokozatosan az ország egyetlen burgonyakutatásra és nemesítésre szakosodott intézetévé, a hazai burgonyatermesztés egészét támogató tudományos műhellyé, az ágazat egyedüli kutatási háttérintézményévé vált. Követve a napjainkra jellemző privatizációs trendet jelenleg a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem 100 %-os tulajdonában lévő Magyar Kertészeti Szaporítóanyag Nonprofit Kft. keretében dolgozik és igyekszik megőrizni elért szakmai eredményeit.

A Kutatóintézet főbb feladatai fennállása alatt állandók maradtak, melyek a következők:

- Új, összetett rezisztenciájú, magas termőképességű és minőségű fajták kinemesítése
- Saját fajták fenntartása, kiindulási szaporítóanyaguk előállítás
- Kutatás, technológia fejlesztés, szaktanácsadás végzése
- Burgonya génbank fenntartása, működtetése
- Oktatási tevékenység (BSc, MSc, PhD, felnőttképzés)

Nemesítés

A II. világháborút követően a burgonyanemesítés 1950-ben kezdődött el Barssy Sarolta irányításával a délsomogyi Marietta-pusztán, mely 1954-től vált a Keszthelyi Mezőgazdasági Akadémia részévé. Munkája eredményeként 4 burgonyafajta a Somogyi sárga, Somogyi Korai, Somogyi sárga kifli és a Somogy gyöngye került állami minősítésre, illetve széleskörű termesztésre. Elért eredményeiért, növénynevelőként, mindmáig egyedülként Ő kapott Kossuth díjat, 1962-ben.

1960-tól Sárvári István vezetésével az 1957-től újra egyetemi rangot kapott Keszthelyi Agrártudományi Egyetem Növénytermesztési Tanszékének keretében létrehozott Burgonyanemesítési és Víruskutatói Csoport – később Burgonyakutatói Osztály, majd Burgonyakutatói Központ – tevékenységeként Keszthelyen egy teljesen új genetikai alapokon nyugvó nemesítési program indult.

Erre az időszakra a szakma, és szerencsésen az akkori állami vezetés számára is egyértelművé vált, hogy a magyarországi ökológiai körülmények között csak olyan fajták termesztésével biztosítható az ország önellátása és hosszútávú élelmiszerbiztonságának megteremtése, amelyek a burgonyát károsító legfontosabb kórokozók, kártevőkkel szemben ellenállóak. A két világháború alatt a hadtáppal együtt ugyanis az amerikai kontinensről átkerültek Európába azok az új kórokozók (elsősorban vírus és burgonyavész törzsek), amelyek ellehetlenítették a velük szemben fogékony, akkoriban termesztett fajták fajtafenntartását. Az akkori technológiai szinten a súlyos leromlást okozó vírusok, leginkább a Burgonya Y vírus dohány érnekrózis törzsének járványos fertőzése miatt (PVY^N) nem lehetett a vetőburgonyák vírusmentességét megőrizni. Emiatt indult el Keszthelyen az az egyedülállóan intenzív rezisztencia nemesítési munka, amely a vírusokkal és a burgonyavésszel szembeni magasfokú rezisztencia kialakítását tűzte ki célul, vad *Solanum* fajok felhasználásával.

A világraszólóan intenzív nemesítői munka 1982-ig folytatódott Sárvári István vezetésével. Ebben az időszakban, a három telephelyen együtt (Keszthely, Rinyatamási és Felsőpere/Csöszpuszta) a Kutató diplomás munkatársainak létszáma meghaladta a 20 főt, összes dolgozóinak létszáma pedig a 200-at. Évi 2-2,5 millió magonc felnevelésével, mesterséges fertőzésével és tesztelésével hozták létre azt a rezisztenciabázist, ami a jelenlegi korszerű fajták rezisztenciagenetikai hátterét biztosítja. A

program első húsz évében több, mint 40 fajtajelölt került állami bejelentésre. Elfogadásra azonban csak néhány, pl. a Magyar rózsa és az Őszi rózsa. A rendelkezésre álló két évtized még nem volt elegendő arra, hogy sikerüljön minden, a vad fajokra jellemző negatív tulajdonságot kikeresztezni a rezisztenciagének mellől. Így ezek a fajták nem tudtak elterjedni a köztermesztésben. A program állami finanszírozása részben emiatt, részben pedig az állami források csökkenésének következtében 1987-re teljesen megszűnt. A két vidéki telephely bezárásra került, a kutatási infrastruktúra és a személyi állomány jelentősen lecsökkent.

1983-1995 között a nemesítési program irányítását Lönhard Miklós vette át, Horváth Sándor közreműködésével. Az 1980-as évek végétől folyamatosan értek be a több évtizedes, céltudatos kutatói munka eredményei és sorra kaptak minősítést azok a fajták, amelyek egyre javuló tendencia mellett már sem termőképességben, sem minőségben nem maradtak el nyugat-európai versenytársaiktól (Ciklámen, Sarolta, Kánkán, White Lady, Százszorszép, Hópehely, Loretta, Luca XL). Velük, 25 éves hátrányból, gyakorlatilag 0 %-os területi arányról indulva elkezdődött a hazai termőterület fokozatos visszahódítása. Ebbe a folyamatba kapcsolódott be Polgár Zsolt és Wolf István 1991-től. Ők 1996-tól a mai napig a Kutatóintézet első számú nemesítői. Munkájuk eredményeként felgyorsult és hatékonyabbá vált a nemesítői munka. A 2000-es években számos olyan korszerű fajta kapott állami minősítést, amelyek az Intézet mindaddig legsikeresebb fajtaivá váltak. Ezek a fajták, Balatoni rózsa, Botond, Démon, Katica, Basa, Arany Chipke, széles választékot biztosítanak mind a termelők, mind a fogyasztók számára (Polgár-Cernák 2019, Internet 1). Legfontosabb jellemzőjük az összetett biotikus és abiotikus stresszrezisztencia (PVY, PVA, PVX, PLRV vírusok, burgonya fonálféreg, burgonya rák, közönséges varasodás, burgonyavész, stabil gumóforma és étkezési minőség) valamint a jó tárolhatóság és kiváló íz. Tenyészidőszakon belüli és éveken átnyúló termésstabilitásuk egyedülálló, ami lehetővé teszi, hogy a termelők több éven át, vetőgumó csere nélkül, alacsonyabb önköltséggel, tehát versenyképesen termesztessék őket (Polgár - Gergely 2020). Az Arany Chipke fajta a világ legelső vírusrezisztens, chips gyártásra alkalmas fajtája, csakúgy, mint a Basa, amely a legelső rezisztens, saláta típusú fajta. Összetett rezisztenciáik révén több fajta ökológiai körülmények közötti termesztésre is kimondottan javasolt (Papp 2015)

Fajtafenntartás, vetőgumószaporítás

1983-tól az Intézetben Fischl Géza irányításával elindult a burgonya in vitro mikroszaporítása. A kombinált hő és kemoterápiás vírusmentesítésen és in vitro tömegszaporításán alapuló módszer hamarosan alapelemévé vált az Intézet fajtafenntartásának. Több éves kísérletezés és technológia fejlesztés során alakult ki az a letisztult technológiai folyamat, amely hatékonyan és megbízhatóan biztosítja a fajták kiváló minőségű, szuperelit szaporítási fokú vetőburgonyájának előállítását.

A technológia lépései:

- in vitro palánta szaporítás és primer gumó előállítás (~ 200.000 db/év)
- szekunder gumó előállítás (2500 m² vektorsátorban)
- szántóföldi klónszaporítás (5-6 ha/év)
- szuperelit vetőgumó előállítás (20 ha/év)

Ennek alapján látható, hogy a Keszthelyről évente kikerülő 3-400 tonna vetőburgonya mindössze két évet tölt szántóföldi körülmények között, mielőtt a termelőkhez jut. Ez a magas minőségű szaporítóanyag évi 200 hektár vető, vagy étkezési burgonya elültetésére elegendő.

Kutatás, technológiafejlesztés, szaktanácsadás

A Központ kutatási területei közvetve, vagy közvetlenül, az alapkutatótól a gyakorlati fejlesztésekig mind a legfőbb célt, az új fajták kinemesítését és termesztéstechnológiájuk fejlesztését szolgálják. Ha csak az utóbbi 20 évet tekintjük, akkor az Intézet együttműködött a szakterületéhez kapcsolódó számos külföldi, és szinte valamennyi hazai kutatóhellyel (MTA, Egyetemek, magán K+F vállalkozások) az ágazat legfontosabb gazdasági szereplőivel (termelőüzemek, feldolgozóipar, input anyaggyártók és forgalmazók). A Kutatóintézet fennállása óta folyamatosan végzett és végez szaktanácsadási tevékenységet, segíti a hozzá forduló termelőket, feldolgozókat. Mint nemesítő és fajtatulajdonos kiemelten fontosnak tartja a fajtáit termesztők munkájának segítségét. A szaktanácsadási

tevékenység alapját is ezek az alap, illetve gyakorlatorientált együttműködések jelentik. Az önállóan, vagy a partnerekkel közösen elnyert hazai és EU-s pályázati összegek jelentősen hozzájárultak az ágazat modernizálásához, az elért K+F eredmények gyakorlati hasznosításához.

Az 1970-es évek közepén elkezdett, évente megrendezésre kerülő felsőszintű Ágazati Mérnöktovábbképző Tanfolyamok, későbbiekben Burgonya Ágazati Fórumok évtizedeken át a burgonyával foglalkozó szakemberek legjelentősebb hazai szakmai rendezvényei, a közvetlen tudás transzfer elsődleges színterei lettek. Jelenleg ez a tevékenység a minden év júniusában megrendezendő Országos Burgonya Növényvédelmi- és Fajtabemutatók keretében és a termelőkkel fenntartott közvetlen, személyes kapcsolattartáson keresztül folytatódik.

Példaként említve országos virológiai felméréseinkkel igazoltuk, hogy a burgonya Y vírus NTN törzsének állandósult járványos előfordulása és a vírusfogékony külföldi fajtákra alapozott termesztéstechnológia veszélyezteteti leginkább a burgonyatermesztés gazdaságosságát, versenyképességét az import étkezési burgonyával szemben (*Wolf – Horváth 1990*). Szakmailag és gazdaságilag alátámasztottuk, hogy azok a termelők, akik keszthelyi nemesítésű rezisztens fajtákat termesztnek alacsonyabb önköltséggel, magasabb értékesíthető termésaránytal, jobb és stabilabb minőségben, összességében tehát versenyképesebben tudnak termelni azokkal a termelőkkel szemben, akik ragaszkodnak a virológiai leromlásra hajlamos, környezeti stresszekre érzékenyebb fajták termesztéséhez.

A Kutatóintézet működése alatt folyamatosan szoros szakmai kapcsolatot ápolt a mindenkori politikai, szakmai és szakmai felügyeleti szervekkel, hatóságokkal (szakminisztériumok, Burgonya Termék Tanács, NÉBIH és elődei, stb.). Igény esetén adatok, trendek elemzésével, szakmai tanácsokkal részt vett az ágazatot érintő problémák feltárásában, megoldási javaslatok kidolgozásában. Közelmúltbeli példa, hogy az étkezési burgonya kereskedelem szabályozása és a burgonyafogyasztási kultúra emelése érdekében az Intézet kezdeményezésére és szakmai javaslatai alapján került bevezetésre a 34/2016. (V. 4.) számú FM rendelet az étkezési burgonya forgalmazásának minőségi követelményeiről (*Internet 2*). A rendelet előírja, hogy a forgalomba kerülő burgonya esetében minden kiserelési formánál fel kell tüntetni a burgonya származási helyét, fajtáját és annak főzési típusba való besorolását (Burgonya ABC). Ezáltal a fogyasztók a korábbiaknál lényegesen több, megbízhatóbb információhoz juthatnak a forgalomban lévő tételek eredetéről, felhasználhatóságáról, minőségéről.

Génbank fenntartás, működtetés

A hatékony nemesítési munka alapfeltétele a minél szélesebb genetikai bázis felhasználása. A burgonya rokonsági körébe tartozó *Solanum* fajok szinte mindegyike rendelkezik a nemesítés számára értékes tulajdonságokkal, különösen a különféle rezisztenciák tekintetében. Ezek hasznosítására már a kezdetekben elindult egy nemesítési burgonya gyűjtemény kialakítása, mely mára már egy közel 1000 genotípust megőrző génbankká vált. A gyűjtemény a '80-as évek eleje óta in vitro, kórokozómentesített, részletesen jellemzett formában van fenntartva. A gyűjteményben olyan vad és termesztett burgonya fajok és ezek hibridjei, hazai és külföldi fajták (régiek és modernek), nemesítési vonalak szerepelnek, amelyek hosszú távon biztosítják a nemesítési program előrehaladását, fejlődését. A nemzetközi génbanki együttműködésekben a keszthelyi gyűjtemény, mint Magyarország burgonya génbankja szerepel (*Internet 3*).

Oktatási tevékenység

A Kutatóintézet munkatársai a fennállás ideje óta folyamatosan részt vesznek az egyetemi oktatásban, képzésben. Saját egyetemükön, ill. meghívott előadóként más felsőoktatási intézményekben is. Vezetésükkel és szakmai segítségükkel a burgonyaneveléshez, kórtanhoz, termesztéstechnológiához kapcsolódóan számos szak- és diplomadolgozat, egyetemi doktori, kandidátusi és PhD értekezés készült. Az Intézet ezáltal folyamatosan meghatározó szerepet tölt be az ágazati szakemberképzésben, továbbképzésben.

Összefoglalás

A keszthelyi Burgonyakutató Intézet mindig is olyan szakmailag elkötelezett, szakmáját hivatásként művelő szakemberekkel dolgozott, akik szívügyüknek tekintették a teljes magyar burgonyaágazat sorsát, fejlődését. A működés hosszú ideje során az elért eredmények közvetlenül, illetve számos módon közvetve is hasznosultak az ágazaton belül. Leginkább a rezisztens fajták és javasolt termesztéstechnológiák alkalmazásán, a mindig rendkívül intenzív és önzetlen szaktanácsadáson keresztül.

Sajnos mindennek ellenére az utóbbi két évtizedben szemtanú lehettünk a burgonyaágazat jelentős visszaesésének. Az étkezésburgonya termőterülete negyedére, a vetőgumóé a tizedére esett vissza (Stefan és mtsai. 2022). Ennek csak részben oka a feldolgozópar megszűnése, az Európai Unióhoz való csatlakozás, a „szabadpiaci” verseny, és az ott érvényes szigorúbb vetőgumó minősítési szabványhoz való kénytelen igazodás. Súlyos szerepet játszik benne viszont az ellenőrizetlen kereskedelem következtében behurcolt olyan kártevők, mint a burgonya barnarothadás (*R. solanacearum*), baktériumos gyűrűsrothadás (*C. michiganensis*) és egyes burgonya fonálférgék (*G. rostoschiensis*, *G. pallida*) terjedése. A legfontosabb két ok, azonban a fajtaváltás elmaradása (a termelők ragaszkodása a könnyen leromló külföldi fajtákhoz), ill. a magyar emberekre oly jellemző összefogásra való képesség hiánya.

A fajtahasználatban az utóbbi években szerencsére jelentős elmozdulás tapasztalható. A burgonyaágazatban megmaradni kívánó termelők egyre nagyobb arányban állnak át a keszthelyi fajták termesztésére. Köszönhetően az intézet két korai érésű, kiváló fajtájának a Balatoni rózsának és a Botondnak. A mintegy 8000 hektárra lecsökkent étkezési burgonyatermesztésen belül a keszthelyi fajták részaránya mára eléri a 25 %-ot, míg a vetőburgonyatermesztés lassan kizárólag a keszthelyi fajtákra fog korlátozódni.

A további fejlődésnek egyelőre azonban gátat szab az Intézet korlátozott termelési kapacitása. A közelmúlt átszervezései várhatóan pozitív változásokat hozhatnak ezen a téren is.

Irodalom

Internet 1: <http://www.burgonyakutatas.hu/>, letöltve 2023. 04.13.

Internet 2: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1600034.FM>, letöltve 2023. 04. 13.

Internet 3 (2023):

<https://www.ecpgr.cgiar.org/contacts-in-ecpgr/ecpgr-country-contacts/hungary>, letöltve 2023. 04. 13.

Papp O. (2015): On-farm examination of main-crop potato varieties in Hungary, Acta Fytotechn. Zootechn., 18, 2015(Special Issue): 65-67.

Polgár Zs. Cernák I. (2019): A keszthelyi Burgonyakutatói Központ nemesítési eredményei. In: A magyar növénynevelés eredményei az ezredfordulón (1990-2018), 182-186. ISBN 978-963-508-901-7

Polgár Zs., L. Gergely (2020): Importance of biotic and abiotic stress resistance in sustainable potato production, Tagungsband der 70. Jahrestagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, 25.-27. November 2019, Raumberg-Gumpenstein, Book of proceedings pp.11-18. ISBN-13: 978-3-900932-73-2

Stefan F.M, S.C. Chiru, P. Iliev, Irina Ilieva, S.V. Zhevor, E.V. Oves, Z. Polgar and S. Balogh (2022): Potato production in Eastern Europe (Romania, Republic of Moldova, Russia and Hungary), in: Potato production Worldwide, Edited by: M.E. Chaliskan, A. Bakhsh, K. Jabran, page 381-296. Academic Press. Elsevier

Wolf I. és Horváth J. (1990): A burgonyapatogén vírusok elleni védekezést megalapozó vírusökölógiai vizsgálatok. Burgonyatermesztés 2, 15-36.

AZ ELMÚLT ÉV SORÁN ELISMERÉSBEN RÉSZESÜLT ÉS ELHUNYT MAGYAR NÖVÉNYNEVELÍTŐINK

Pauk János, Bóna Lajos, Óvári Judit

Magyar Növénynevelítők Egyesülete, Szeged

Állami kitüntetést kapott növénynevelítők 2022, 2023

Dr. Nagy István agrárminiszter Államalapító Szent István ünnepe, augusztus 20-a alkalmából **Fleischmann Rudolf Díjat** adományozott három, a növénynevelítés, illetve a növénytermesztés szakterületen kiemelkedő eredményeket elért szakembernek.

Dr. Murányi István András, a MATE Fleischmann Rudolf Kutatóintézetének nyugalmazott igazgatója, aki a **Fleischmann Díjat** az őszi- és tavaszi árpa fontos tulajdonságainak komplex fejlesztése érdekében végzett eredményes munkájáért kapta a díjat. István ebben az évben szintén megkapta az **MNE bronz emlékérmét**, aktív több évtizedes egyesületi munkájáért.

A Debreceni Agrártudományi Egyetemen szerzett diplomát. A mezőgazdasági genetikai szakmérnök képzést a Gödöllői Agrártudományi Egyetemen szerezte meg, és itt védte meg egyetemi doktori (1986), majd PhD értekezését (1999). Célul tűzte az őszi és a tavaszi árpa termőképesség, szárszilárdság, télállóság, takarmány- és sörmínőség, gomba és vírusbetegségek elleni rezisztenciák kutatását és nevelését. A kézi munkára alapozott nevelési módszert irányításával modernizálták hatékony, nemzetközi szintű technológiává. Berendezték az első komplex sörrarpa laboratóriumot. Munkáját jelentősen segítették a külföldi kapcsolatok (német, francia, cseh, orosz, ukrán, bolgár, szerb) ápolása. Az Árpanevelítési Osztályt, majd a Növénynevelítési Osztályt 1986-1990, illetve 2000-2010 között vezette. Igazgatói kinevezést kapott 2005-2010 évekre. Nyugdíjazása után 2011-től családi gazdaságban, saját ráfordítással folytatja eredményes őszi búza, őszi árpa és tritikálé nevelési munkáját. Vezető nevelítőként 33 új őszi árpa és tavaszi árpa fajtát állított elő és nevelítő munkája jelenleg is folyamatos. Őszi árpa fajtái évekig vezették a kisparcellás fajtakísérletek termőképességi listáit. Előállította a KH Korsó első hazai őszi sörrarpafajtát (1999), ami ma is standardfajta a NÉBIH kísérletekben. Az árpafajták mellett előállított 10 őszi búza és 2 db tritikálé fajtát, részt vett 2-2 borsó és csicseriborsó nevelésében, honosított 2 db zab fajtát. Eredményeit 9 könyvrészletben, 104 publikációban és jó néhány előadásban adta közre. Aktív tagja a MNE-nek, az Agrárkamarának, a Vetőmag Szövetségének, a GOSZ-nak.

Dr. Nagy János, a Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Karának egyetemi tanára a multifaktoriális szántóföldi tartamkísérletek vezetéséért, eredményes oktatói és kutatói munkájáért, szakírói tevékenységéért részesült **Fleischmann-díjban**.

Tudományos pályája 50 évvel ezelőtt, 1970-ben kezdődött, amikor Mándy György professzor felkérte, hogy kapcsolódjon be a szántóföldi növénytudományi kísérletekbe. Tanulmányai befejeztével a debreceni egyetem Növénytermesztési Tanszékén kezdett dolgozni. Kandidátusi disszertációját 1986-ban védte meg. 1995-ben a Debreceni Egyetem habilitált doktorrá nyilvánította. 1996-ban nevezték ki egyetemi tanárnak, 1997-től a MTA doktora. Debreceni Agrártudományi Centrum első elnöke (2000-2004), a Debreceni Egyetem rektor helyettese (2003-2004) és két alkalommal rektora (2002-2003, 2004-2007) volt. 2006-tól a Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézetének intézetigazgatója volt. 2014-től a Debreceni Egyetem prorektora. Alapítója és vezetője az Európában is egyedülálló, multifaktoriális szántóföldi tartamkísérleteknek. Kutatási területe a talajművelés, az öntözés, a műtrágyázás és az időjárási tényezők értékelése, komplex hatásvizsgálata. Iskolateremtő tevékenysége kiemelkedő. 2000-től irányítja a Kerpely Kálmán Doktori Iskolát. Kimagasló színvonalú tehetséggondozó. Vezetésével Debreceni Egyetem agrár karán 2010-ben megalakította a tehetséges

hallgatók számára a Kerpely Kálmán Szakkollégiumot. Szerzője a „*Kukoricatermesztés*” c. könyvnek. Elért kutatási eredményeit fémjelzi, hogy kukoricatermesztési könyve angol, spanyol, orosz, ukrán és német nyelven is sikeres. 2021-ben a Szaktudás Kiadó gondozásában megjelent „*Kukorica, A nemzet aranya*” című könyv, amely egyebek mellett a több évtizedes kutatási eredményeit öleli fel. A Növénytermelés c. tudományos folyóirat főszerkesztője. Szerkesztője számos hazai és nemzetközi tudományos folyóiratnak. Tagja az Agrárminisztérium Agrárgazdasági Tanácsának. Elnöke az Országos Mezőgazdasági Fajtaminősítő Tanácsnak. Tagja a European Society for Agronomy, valamint az International Soil Tillage Research Organization szervezeteknek. Az Ukrán Tudományos Akadémia külső tagja.

Vancsura József a Felsőbácskai Agrár Zrt. nyugalmazott elnöke, a kukorica és a kalászos gabonák versenyképességének biztosítása érdekében végzett áldozatos munkájáért kapott **Fleischmann Rudolf Díjat**.

1966-ban, Baján érettségizett a Kertészeti Technikumban, majd a budapesti Kertészeti Egyetem elvégzését követően 1973-ban állt munkába a Tataházi Termelőszövetkezetben. A növényvédelmi szakmérnöki diploma megszerzése után a Felsőszentiváni Termelőszövetkezetben termelési főmérnökként dolgozott. 1980-tól a KITE bajai Alközpontjának vezetőjeként sok információt, nyugat-európai tapasztalatot, mezőgazdasági újdonságokat, új termelési ismereteket szerzett. Tevékenysége, érdeklődése a kertészetten túl, elsősorban a szántóföldi növénytermesztésre irányult. Több gazdasági társaság létrehozásával, majd összevonásával a Felsőbácskai Agrár Zrt. elnöke lett. A Febagro Zrt.-t az évek alatt jól működő mezőgazdasági holdinggá fejlesztették, melynek vezetését 2012-ben Fiának adta át. Az igazgatóság tagjaként ma is örömmel dolgozik és tapasztalatával támogatja a versenyképes termelést. A Gabonatermesztők Országos Szövetségének (GOSZ) alapítója és első elnökeként az Európai Unióhoz való csatlakozás mezőgazdasági részét, a kukorica és kalászos gabonák beillesztését az EU rendszerébe jelentősen elősegítette. A magyar fajták és hibridek versenyképességének biztosítása érdekében létrehozta a Fajtakísérleti Innovációs Tanácsot (FIT). Ennek elnökeként a munkatársaival és együttműködő szakértőkkel meghonosítottak egy hasznos rendszert a termelőknek és a nemesítőknek egyaránt. Ez a legfőbb szántóföldi növényekben jól működő GOSZ-VSZT-NAK posztregisztrációs kísérlethálózat, melynek éves eredményeit vetőmag-választásnál figyelembe veszik a gazdálkodók, a vetőmagtermelők és a nemesítők egyaránt. Hitvallása az innovációk mielőbbi gyakorlatba ültetése, a termelési szakemberek információkkal történő ellátása. A jó fajtaválasztás nem jelent plusz költségeket a gazdaság számára, plusz értékeket és többletbevételt igen. A GOSZ elnöki feladatait is átadta 2018-ban, majd a megfiatalított elnökség a GOSZ Tiszteletbeli Elnökének választotta. Ezt a tisztséget folyamatosan és nagy örömmel látja el.

Lukács József agrármérnök a Magyar Arany Érdemkereszt kitüntetését kapta, a NÉBIH egykori tenyésztési és növénytermesztési elnökhelyettese, a sarvasi Mezőmag Kft. és a megyaszói Harangod – Mag Kft. vetőmagos szaktanácsadója a hazai növénytermesztés biológiai alapjainak védelme, illetve a vetőmagágazat fejlesztése érdekében végzett kiemelkedő tevékenysége elismeréseként.

Többéves, termelésben szerzett tapasztalatait 1987-től az akkori MMI-nél gyarapította. Magas szakmai tudással látta el a gabonafélék vetőmag ellenőrzésének és minősítésének országos szintű hatósági koordinálását. Az FVM-ben főtanácsosként, később osztályvezetőként a szántóföldi növényfajok vetőmagtermesztési és vetőmag minősítési feladatait koordinálta. Ellátta az akkori OMMI szakmai felügyeletét és több éven keresztül vezette az Országos Mezőgazdasági Fajtaminősítő Bizottság Szántóföldi Szekcióját. Munkája elismeréseként 2003-ban Miniszteri Dicséretben részesült. A növénytermesztés biológiai alapjainak fejlesztése területén megszerzett szakmai tapasztalatai és kapcsolati tőkéjét a 2007-ben megalakult MGSZH-ban kamatoztatta tovább. A NÉBIH szervezetében 2013-tól a Növénytermesztési és Kertészeti Igazgatóságot vezette. Igazgatóként a növénytermesztés biológiai alapjainak szakterületén a szántóföldi, kertészeti és erdészeti vetőmag és szaporítóanyag minősítés országos szintű ellenőrzését, illetve a megyei feladatellátás koordinálását irányította. Igazgatóként sikeresen látta el a Fajtaminősítő Tanács Szántóföldi Szekciójának vezetését. Szakmai és vezetői tevékenysége mellett 2013-tól napjainkig részt vállal a MATE Sarvasi Campusán a vetőmag szakmérnök képzésben. Szakmai munkája elismeréseként 2013-ban és 2018-ban a DE Mezőgazdasági-

, Élelmiszertudományi- és Környezetgazdálkodási Kar Tanácsa Tiszteletbeli Docens címet adományozott neki. A magyar növénynevelítők 2015-ben Fleischmann Rudolf Díjjal, a Corvinus Egyetem pedig a Magyar Kertészet Fejlesztéséért kitüntetéssel ismerte el munkáját. A szakminisztérium Miniszteri Elismerő Oklevéllel díjazta (2017). 2019-től az újonnan létrehozott Mezőgazdasági Genetikai Erőforrások Igazgatóságán végezte a növénytermesztés biológiai alapjainak fejlesztését. A közigazgatásban szerzett több évtizedes, sokrétű és magas színvonalú szakmai és vezetői tudását 2020 áprilisától újra a gyakorlat szolgálatába állította.

Dr. Kozma Pál Fleischmann Rudolf- és Darányi Ignác díjas szőlőnevelítő a **Magyar Érdemrend lovagkeresztje** kitüntetését vehette át. A Pécsi Tudományegyetem Szőlészeti és Borászati Kutatóintézetének korábbi igazgatója, Szőlőnevelítési és Génmegőrzési Osztályának vezetője, a szőlőnevelítés területén elért kutatási eredményei, valamint a szőlő genetikai alapjainak megőrzése érdekében végzett sokrétű szakmai munkája elismeréseként.

Budapesten, a Kertészeti Egyetem nevelítő szakán végzett 1975-ben. A diploma megszerzését követően gyakornokként dolgozott a Kertészeti Egyetem Genetikai és Növénytermesztési Tanszékén, ahol a *Vitis amurensis* x *Vitis vinifera* keresztezésekből származó, fagy- és téltűrő szőlőfajták nevelítésében vett részt. A Szőlészeti és Borászati Kutató Intézetek különböző állomásain dolgozott igen eredményesen. Kutatási területei a génmegőrzés, a biológiai alapok megőrzése, fenntartása, fejlesztése, a klónszelekción, a rezisztencia nevelítés, valamint a külföldi rezisztens fajták honosítása. Legfontosabb szakmai eredményei közé sorolható a kecskeméti és az egri fajtagyűjtemény megújítása, valamint a pécsi génbank továbbfejlesztése, gazdagítása. Szegedi Ernő kollégájával felfedezték a *Vitis amurensis* agrobaktérium rezisztenciáját, tisztázták öröklődését. A lisztharmat érzékeny *Vitis vinifera* fajon belül Üzbegisztánban egy lisztharmat rezisztens fajtát kutatott fel, a *Kismis vatkana*-t, melynek rezisztenciája monogénesen öröklődik. A peronoszpóra és lisztharmat immunitás szintű és versenyképes minőséggel rendelkező bor- és csemegeszőlő fajták előállítását különböző fajokból (*Muscadinia rotundifolia*, *Vitis amurensis*, *Vitis vinifera* cv. *Kismis vatkana*, *Vitis Romanetii*) származó monogénes és nagyhatású génekre alapozva 1996-ban kezdte el, szakítva a korábbi nevelítési koncepcióval. Jelentőset alkotott a hagyományos fajták értékeinek megőrzését, fejlesztését célzó klónszelekción tekintetében is, vezetése alatt 21 intézeti klón kapott állami elismerést. Az MTA Agrártudományok Osztálya Növénynevelítési Tudományos Bizottságban és a Pécsi Akadémiai Bizottság Agrártudományok Osztály Kertészeti Munkabizottságban is fontos munkát végez.

Magyar Érdemrend Lovagkereszt polgári tagozat kitüntetésben részesült (2023)

Dr. Fári Miklós kertészmérnök, biológus, az MTA doktora, a DE Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Növénytudományi Intézet Alkalmazott Növénybiológiai Tanszékének egyetemi tanára.

Fő kutatási területei a mérsékelt égövi és trópusi kertészeti növények sejt- és szövettenyésztése, növények mikroszaporítási technikájának automatizálása. A foto- és fito-bioreaktorok tervezése, kertészeti növények (sárgarépa, padlizsán, paprika stb.) genetikai módosítása. Zöldségnövények (*Capsicum* fajok, padlizsán) *in vitro* haploidizálása portoktenyésztéssel, szintetikus vetőmag előállítás, a körforgásos gazdálkodást segítő biotechnológiai módszereinek kutatása. A zöld fehérje biofinomító kísérleti rendszerek kutatása, bioregenerációs élettámogató rendszerek (BLSS) kutatása, ürkertészet eszközeinek kutatása, úrpaprika és más ürnövények nevelítése. A Clonmatic System, a Cloner és a VegBox technológia kidolgozója, az Artificial Plant Ovary System tervezője, az első ipari méretű szintetikus növénytermesztési technológia feltalálója. A Tedejben létesített első magyar ipari méretű növényi zöld biofinomító program vezető kutatója. A zöld növényi levek mikrohullámmal segített fehérjekoagulációs eljárás szabadalma is az ő nevéhez fűződik. A magyar Hunor program ürnövény kutatási innováció szakmai vezetője és a Biodrome Debrecen tervezője, és az ott végzett kutatási programok vezető szakértője. Összes tudományos és felsőoktatási közleményének a száma: 470 db. Bejelentett szabadalmainak száma 12 db.

Dr. Zatykó József, az egykori Gyümölcs és Dísznövénytermesztési Kutató Fejlesztő Vállalat nyugalmazott laboratóriumi vezetője az **Életfa Emlékplakett Arany fokozatát** vehette át, a Fertődi

Kutatóállomáson végzett közel öt évtizedes nemesítési, növényélettani valamint biotechnológiai kutatásokban elért hazai és nemzetközi szinten elismert eredményeiért.

Az Agrártudományi Egyetem Kert- és Szőlőgazdasági Karán 1956-ban szerzett diplomát. 1957-ben került a fertődi Növénynevelési és Növénytermesztési Kutató Intézetbe, ahol a *Ribes* fajok nemesítése volt a fő feladata. Több államilag elismert gyümölcsfajta nemesítésében vett részt: Fertődi hosszúfürtű pirosribiszke, 'Fertődi 1' feketeribiszke, két piros- és két feketeribiszke fajta honosítása fűződik nevéhez. Idősebb Zatykó Imre gyökereztetési eljárását alkalmazva, neki sikerült először gyökérnemes diófajtákat létrehozni. Fajta előállítás mellett, növényi hormonok bevonásával, a nemesítés módszertanát fejlesztette folyamatosan. Tanulmányutak és konferenciák alkalmával a világ több országban megfordult. Leghosszabb és legértelmesebb útja Santa Cruzba a Kaliforniai Egyetemre vezetett, ahol Ford ösztöndíjasként egy évet (1967-68) töltött növénybiológiai, főként hormon élettani kutatással. Visszatérve a Növényélettani és Biokémiai Laboratóriumban folytatta munkáját, a biotechnológia felé szélesítette kutatási palettáját és a bogyógyümölcsűek vírusmentesítésében vett részt. Elsőként indukálta a *Ribes* félék járulékos embriogenezisét. Felismerte az összefüggést a tápközeg proton koncentrációja és a járulékos gyökérbőzítés intenzitása között. Felfedezte a malachitöld mikrotechnikai indikátor és baktericid anyag citokinin hormon aktivitását. Nevéhez fűződik a különböző növényfajok steril, kevert tenyésztési eljárásának kidolgozása, mely többek között alkalmasnak ígérkezik a kompatibilitás vizsgálatra, valamint a gének természetes, egyszerű átvitelére. Pályájának külön szakaszát képezik a stressz élettannal összefüggő kutatások. Eredményeit száznál több önállóan vagy társszerzőkkel írt szakcikk, könyvfejezet fémjelzi.

Dr. Purnhauser László búzanemesítő, a Gabonakutató Nonprofit Kft. kutató mérnöke, a hazai kalászos gabona nemesítés, valamint az ehhez kapcsolódó biotechnológia és rezisztenciakutatás területén végzett kiváló munkájáért **Életfa Emlékplakett Bronz fokozata** elismerésben részesült.

Genetikus szakmérnök, a mezőgazdasági tudományok kandidátusa 1977 óta dolgozik első munkahelyén a szegedi Gabonakutatóban. Kezdetben a cirok kutatása, majd pár év elteltével búzanemesítésbe kapcsolódott be. Módszert dolgozott ki a növényi szövettanok hajtásregenerációjának serkentésére, melyet nívós szaklapokban publikált és számos hazai és külföldi kutató adaptált munkájához. Hazánkban a búzanemesítésben első között alkalmazta a molekuláris markereket az agronómiailag fontos gének azonosítására és új törzsek előállítására – jelenleg a rozsabetegségek elleni rezisztencia, és a sikerminőség genetikai javítása a fő kutatási, nemesítési területe. Hasznos tanulmányutakon vett részt. Előadója hazai és külföldi konferenciáknak. Eddig 184 tudományos publikációja jelent meg jelentős szaklapokban. Társnemesítője 14 oltalommal védett őszi búza és 2 tritikálé fajtának. Vezető nemesítője 5 búzafajtának, köztük a 2010-ben hazánkban legnagyobb területen termelt kiváló minőségű 'GK Békés' fajtanevű őszi búzának. Eredményeit hazai és külföldi szaklapokban, konferenciákon közli. Jelenleg 140 publikáció első, illetve társszerzője, független hivatkozások száma 288, impakt faktora 13,9. A Szent István Egyetem Növénytudományi Doktori Iskola oktatója. Tagja a Magyar Növénynevelők Egyesülete Felügyelő Bizottságának, az MTA Szegedi Akadémiai Bizottság Növénybiológiai és Biotechnológiai Munkabizottságának, illetve az MTA Köztudományi Bizottságának. Szakmai elismerései, díjai: Frank-Helianthus alapítvány 1. helyezése, Akadémiai Szabadalmi Nívódíj, a GK Békés búzafajtája elnyerte az MTA SZAB Dél-Alföldi Innovációs Díját, Miniszteri Elismerő Oklevél.

Dr. Móroczné Salamon Katalin a hazai kukoricanemesítés, különösen a kiváló beltartalmi értékű silókukorica hibridek előállítása és a széleskörű minőséganalízis területén végzett kiemelkedő munkájáért részesült **Életfa Emlékplakett Bronz fokozata** elismerésben (2023).

A Keszthelyi Agrártudományi Egyetemen 1976-ban okleveles agrármérnöki, majd a GATE-n 1981-ben mezőgazdasági genetikus szakmérnöki diplomát szerzett. 1976-ban kezdett el dolgozni a GKI Kukoricanemesítési Főosztályán. Jelenleg tudományos munkatársként tevékenykedik, fő területe a kukorica beltartalmi és minőségi kutatása. Pályája kezdetén elsősorban a kukoricaszem kémiai összetételének megváltoztatásával foglalkozott. Minőségnevelési munkája során törekedett arra, hogy a különböző felhasználási igényeknek megfelelő (magas fehérje, olaj, keményítő-tartalom) génforrások beépítésével gazdagítsa a nemesítési alapanyagok genetikai variabilitását. Ezek a génforrások többnyire amerikai génbankoktól és egyetemektől származtak. A szelekciós munka

eredményként sikerült hazai körülményekhez adaptálódott magas fehérje és magas olajtartalmú beltényesztett vonalakat előállítania. Eredményei tették lehetővé, hogy konzorciumi tagként organikus kukoricanemesítés témában sikerrel pályázzon. A szegedi kukorica hibrideket értékelte az élelmiszeripari célra történő alkalmazás szempontjából. Jelenleg - hagyományos kukoricanemesítői tevékenysége mellett - silókukorica hibridek takarmányértékének javításával foglalkozik. Mostanáig 67 bejelentett és ebből 13 államilag elismert kukorica hibrid társnevelítője, amelynek egyike a FAO 100-as éréscsoport standardja. Népszerűsítő cikkei mellett eddig 36 tudományos közlemény szerzője, társszerzője. Eredményei alapján eddig Miniszteri Elismerő Oklevélben részesült.

A Magyar Tudományos Akadémia Elnöksége kiemelkedő tudományos életműve elismeréseként **Eötvös József-koszorúval** tüntette ki **Dr. Pauk Jánost**, az MTA doktorát, a Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft. tudományos tanácsadóját, korábbi kutatási igazgatóját a biotechnológia és a növénynevelés terén elért kiemelkedő kutatási eredményeiért. Hét növényfaj *in vitro* androgenezisének leírásáért, a gabonafajok *in vitro* génátviteli kísérleteinek megalapozásában játszott meghatározó szerepéért, valamint a DH búzafajták előállításáért, amelyet Magyarországon elsőként, a világon harmadikként 1992-ben indítottak el.

Dr. Pauk Jánosnak a magyar búzanevelésben elért kimagasló tudományos (*in vitro* androgenezis) és gazdasági jelentőségű, államilag elismert több mint húsz új búzafajta innovatív neveléséért, továbbá a biotechnológiai módszerek és a klasszikus nevelési eljárások sikeres – esetenként világszerte – ötvöztetéséért búzában, rizsben, tritikáléban, tönkölybúzában és fűszerpaprikában, továbbá iskolateremtő agrár-felsőoktatási munkásságáért ítélték oda a **Gábor Dénes-díjat**.

Magyar Növénynevelők Egyesület díjazottjai

A Magyar Növénynevelők Egyesülete Kerámia Plakettjét adományozta **Dr. Janowszky János** fűfélék nevelítőjének, nyolcvanadik életévében tudományos eredményeiért.

1964 és 1997 között a szarvasi Öntözési Kutató Intézetben főmunkatárs és tudományos tanácsadó minőségben, tudományos osztályvezető, igazgatóhelyettes és tudományos projektvezető beosztásban tevékenykedett. 1997-től 2007-ig a szarvasi Mezőgazdasági Kutató-Fejlesztő Közhasznú Társaság igazgatója volt. 2007-től a Greenline Hungary Kft. tudományos tanácsadójaként dolgozott. takarmány-, park- és ipari fűvek nevelésével, termesztésével, valamint hasznosításával foglalkozott. 22 államilag elismert fűfajta, technológiai eljárás, fajtaszabdalom fűződik nevéhez. 2000-ben a kínai Űrtudományi és Technológia Fejlesztési Intézettel a világon elsőként végeztek űrkísérleteket fűfélékkel, melyek eredményei jelentős mértékben hozzájárultak a nevelési alapanyag bázisok szélesítéséhez. Kutatási eredményeiről 72 szakcikket, tanulmányt és könyvrészletet adott közre. Széleskörű nemzetközi kapcsolatokat épített ki, így Európa, Amerika és Ázsia 26 országában járt, ahol előadásaival ismertette kutatási eredményeit. 1988 és 2004 között az MTA Növénynevelési Szakbizottság tagja, 1992 és 2008 között az Országos Vetőmag Terméktanács elnökségi tagja volt. Mezőgazdaság kiváló dolgozója kitüntetésben részesült 1973-ban és 1985-ben. Fleischmann Rudolf Díjat, Újhelyi Imre Díjat, Tankönyv Nívódíjat kapott.

MNE Kerámia Plakett kitüntetésben részesült **Dr. Barnóczki Attila** hagymanevelítő, hetvenötödik életévében, nevelítői és tudományos eredményeiért. 1970 és 1975 között hajtatásos zöldségtermesztésben dolgozott. 1975-ben helyezkedett el kutatóként a GKI makói Hagymakutató Állomásán. A kutató hely 2000-ig a Zöldségtermesztési Kutató Intézethez tartozott, melyet 1990-től igazgatóként irányított. 2000 és 2007 között ismét a szegedi intézet keretein belül folytatták a hagymafélék és egyéb zöldségek nevelését, fajtafenntartását, rezisztencianevelését, dughagyma hőkezelési és a hagymafélék agrotechnikai és termesztéstechnológiai fejlesztéseket. Társnevelítő 5 vörshagyma, 2 fokhagyma és 1 petrezselyemfajta előállításában és a köztermesztésbe való bevezetésében. Az elismert fajták többsége fajtaoltalommal védett és a szomszédos országokban is sikerrel termesztik. Eredményeit tudományos és ismeretterjesztő cikkekben, konferenciákon publikálja. Társszerzője két zöldségtermesztési tankönyvnek. Szakmai és nyelvismeretét szakfordítóként és mezőgazdasági igazságügyi szakértőként is hasznosítja. Részt vesz a Szegedi Akadémiai Bizottság, a

MTA Agrártudományok Osztályának Kertészeti Bizottsága, a MTA Agrártudományok Osztályának Nemesítési Bizottsága, a Hagyma Terméktanács etikai bizottsága, a Magyar Igazságügyi Szakértői Kamara, valamint a Budapesti Corvinus Egyetem Doktori Tanácsának munkájában.

Az **MNE Bronz Emlékérmét** adományozta **Dr. Kiss Erzsébet** kiemelkedő növényneveléshez kapcsolódó molekuláris genetikai kutatásaiért és az agrár felsőoktatásban végzett több évtizedes sikeres munkájáért.

A GATE Növénynevelési Tanszékére 1974-ben került. Oktatási munkát 1979 óta jegyzi. Először aspiránsként agrokémia gyakorlatokat, később általános genetika gyakorlatokat vezetett, majd az alkalmazott genetika című tantárgy felelőse lett. A növényi molekuláris genetika és molekuláris növénynevelés területekkel kötelezte el magát. 1993-1994-ben 15 hónapot a Cornell Egyetemen, az USA-ban dolgozott. Ebben az időszakban dolgozta ki – a magyar agrár-felsőoktatásban elsőként – a Növényi molekuláris genetika és a Növényi géntechnológia gyakorlatok című tantárgyak tematikáját és tananyagát. A 2005-ben megjelent Mezőgazdasági Biotechnológia című tankönyv két fejezetében foglalta össze a molekuláris növénynevelési ismereteket. A Növénygenetika és Növénynevelés szakmérnöki képzésnek 10 éven át szakvezető-helyettese volt, majd szakvezetője. 2008-ban indított Mezőgazdasági Biotechnológus MSc képzésnek 2013, az Agricultural Biotechnology MSc-nek pedig 2012 óta a szakvezetője. A Szent István Egyetem Növénytermesztés- és Kertészettudományi Doktori Iskolájának alapító tagja. A Bálint és Heszky professzorok által létrehozott tudományos iskola meghatározó személyisége. Összes publikációjának száma eléri a 400-at, ebből 70 angol nyelvű tudományos cikk, 10 könyvfejezet, 40 konferencia-kiadvány, absztrakt és 2 adatbázis. TDK körében végzett munkájáért 2001-ben “Mester Tanár” és “Pro Scientia” aranyérem kitüntetését kapott.

MNE Bronz Emlékérem kitüntetésben részesült **Dr. Surányi Dezső** különböző gyümölcsfajok botanikai kutatása terén elért eredményeiért és kiemelkedő tudományos- és népszerűsítő publikációs tevékenységéért.

Diplomájának megszerzése után a Fertődi Kutató Intézetbe került, majd 1967 óta egyévtizedben a Ceglédi Gyümölcskutató volt és maradt a munkahelye. Tudományos fokozatait a csonthéjas gyümölcsfajok szaporító szerveinek sajátosságaiból írt (1978-1985-1991) dolgozataival szerezte. A Magyar Biológiai Társaság Bot. Szakosztályának vezetésében három ciklusban vállalt elnöki szerepet. Kiemelten foglalkozott a sárgabarack és szilvafajok, valamint a csonthéjas alanyfajok botanikai jellegzetességeivel, és kereste az összefüggéseket a domesztikáció és a termesztett gyümölcsfajok változásai között. Taxonómiai munkája a ceglédi pókbangós rétek felkutatására (7000-8000 tő) és védelmére is kiterjedt. A Sárgabarack (2011), Alma (2013) és Házi szilva (2019) kultúrflóra kötetei jelentek meg. A termesztett csonthéjas gyümölcsfajok ún. termesztési köteteiben vezető szerzőként-szerkesztőként, vagy társszerzőként szerepelt. Gyümölcsöző sokféleség-munkájuk - ami 2002-ben jelent meg - a közeljövőben újra megjelenik. A pécsi Borhidi Tanszéken botanikából és történeti-ökológiából habilitált (1999). Ennek is köszönhetően a Borhidi-féle ökológiai szempontokat követve 463 sárgabarack-, 485 szilva-, 700 őszibarack-, 612 cseresznye- és 472 meggyfajta, alfajta, változat, klónfajta relatív ökológiai és azt bővítve – további bélyegek alapján vizsgálta (Intern. J. Hort. Sci.-ben jelentek meg 2015-2022 között). Az előzményei a Kanitiában (2006), az Acta Botanikában (2014) tanulmányban, s a Lambert Acad. Public. kiadó kötet gondozásában összefoglalóan nagyszámú fajtát mutatott be. Jelenleg a *Prunus* fajok taxonómiai és ökológiai kérdéseivel foglalkozik.

Az év ifjú nemesítője Dr. Nagy Zoltán

Az MNE 2018. év elején a növénynevelésben tevékenykedő fiatal kutatók ösztönzésére a szántóföldi, erdészeti és kertészeti növénynevelés szakterületén kiemelkedő eredményeket elért kutatók elismerésére, díjat alapított. 2022-ban a címet és a vele járó díjazást Dr. Nagy Zoltán kukoricanevelítő nyerte el színvonalas nemesítő és publikációs teljesítményt igazoló pályázatával. Zoltán az SZTE-n alkalmazott növénybiológusként végzett 2008-ban. Az oklevél megszerzése után 2008-ban jelentkezett az SZTE Biológia Doktori Iskolájába (PhD), melyet 2011-ben fejezett be. 2013. áprilisától a MTA Agrártudományi Központ Mezőgazdasági Intézetének Kukoricanevelítési Osztályán dolgozott. 2017-től a Gabonakutató Nonprofit Kft. Kukoricanevelítési Osztályon dolgozik, mint kukoricanevelítő kutató, jelenleg osztályvezető pozíciót tölt be, 2019. óta. Tudományos

eredményeit nemzetközi folyóiratokban és hazai kiadványokban is publikálta. Az összesített impact faktor: 39,893. Kutatásainak célja új, nagy termőképességgel rendelkező, biotikus és abiotikus stresszekkel szemben ellenálló szemes és siló kukorica hibridek nemesítése.

2022 és 2023 év során elhunyt nemesítők, veszteségeink

Andrásfalvy András (1929-2022)

1929-ben Kapuváron született. Édesapja, a fertői Eszterházy-hitbizomány tisztviselője volt, jó kapcsolatban volt idősebb Porpáczy Aladárral. András a jó példát látva, a gimnázium elvégzése után kertészmérnöki tanulmányokat folytatott. Diplomaszerezés után. 1951-től az ELTE Növénysszervezettani Intézetében sejtant, szövegtant oktathatott. 1957-től a Kertészeti Kutató Intézet munkatársa lett és egy átszervezés után a Zöldség Osztályra került. Széles körű érdeklődése miatt paradicsom a paprika és a hagyma kutatása mellett több zöldségnövénnyel is foglalkozott. Nyelvtudásának köszönhetően 1967-68-ban az USA-ban, a kertészeti kutatás egyik fellelegvárában, Davisben folytatott tanulmányokat. Charle M. Rick világhírű paradicsom genetikus, Paul Smith paprika genetikus mellett dolgozott. Olyan ismeretekre és különösen értékes nemesítési anyagokra, vad fajok gyűjteményére tett szert, melyekkel hazatérve új távlatokat nyithatott a zöldségnövények hazai nemesítésében. Intézet akkori vezetői néhány év alatt 8-10 fiatal kutatóval erősítették a Zöldség Osztályt. Új témákat indítottak és ezek tervezésében András aktívan részt vállalt. Fantasztikus humán műveltsége, de botanikai vagy ornitológiai ismeretei is közismertek voltak. A könyvtárban olvasott cikkeket kijegyzetelte és beszámolt kollégáinak az olvasottakról. A sokirányú tudás miatt sokan irigykedtek ekkortájt a „tényiek”-et. Nemesítési tevékenysége eredményeként kevés fajta született, de élete célja nem is ez volt. Sokkal fontosabbnak tartotta az alkalmazott alapkutatót, a genetikai és nemesítési ismeretek elméleti oldalának művelését. Nem véletlenül nevezhető a 70-es 80-as évek az Intézet fénykorának, amikor ilyen kvalitású ember dolgozhatott az Intézetben.

Báldy Béla (1929-2022)

Csallóközi Somorján 1929-ben született sváb kereskedő és gazdálkodó családba. Sváb származásuk miatt 1947-ben Baranyába telepítették ki a családot, innen a hortobágyi kényszer munkatáborba kerültek, ahol több mint 3 évig kényszermunkát végeztek. Az amnesztia után a Fertői Kertészeti Kísérleti Telepre, majd Kecskemétre a Zöldségtermesztési Kutató Intézetbe. 1978-tól 1985-ig a Kubai Zöldségkutató Intézet vezető paradicsom nemesítője volt, majd két évet a Vetőmag Vállalat Seedinvest Külkereskedelmi Irodájának munkatársa volt. Legvégül 1987-től nyugdíjazásáig a kubai Mezőgazdasági Minisztérium Zöldségtermesztési Osztályán tudományos tanácsadóként dolgozott. Kecskeméti munkája során a korszerű, kézi és gépi betakarításra alkalmas, kiváló minőségű paradicsom fajták előállításán dolgoztak. Társnemesítőként 14 államilag elismert paradicsomfajtát állítottak elő. Ekkoriban az ország termőterületének több mint 90 %-án kecskeméti nemesítésű fajtákat termesztettek, de megnőtt irántuk a külföldi érdeklődés is. 1982-ben Portugáliában a gépi szedésű paradicsomfajták termelési világversenyén, a kiemelt kategóriában, az általuk nemesített Kecskeméti 549 fajta ezüstérmes lett. Ugyanezt a fajtát Lima néven a Royal Sluis holland cég forgalmazásra megvásárolta. Kubában a HC jelű fajták, (Hungria-Cuba) közül ottléte idején három kapott állami elismerést. A több mint 80 cikkből, tanulmányból, értekezésből álló publikációi magyar, német és spanyol nyelven jelentek meg. Itthon 3 szakkönyv megírásában működött közre, Kubában egy spanyol nyelvű zöldségtermesztési szakkönyv kéziratát hagyta hátra. Elismerései: Mezőgazdaság kiváló dolgozója, Kiváló munkáért miniszteri díj, Mathiász János díj, Bács-Kiskun megye tudományos díja. A hortobágyi kényszermunka táborokat megjárt "Telepesek Társadalmi Múzeumi Alapítvány" kuratóriumának tagja volt. 2022-ben Báldy Bélának az MNE tiszteletbeli Tagságot adományozott, életműve elismeréseként.

Borbély Ferenc (1934-2022)

1957-ben Budapesten végzett okleveles kertészmérnökként. 1958-tól, mint kutatási asszisztens kezdett dolgozni a Nyírségi Mezőgazdasági Kísérleti Intézetben Nyíregyházán. 1962-től tudományos munkatárs, vezető kutató volt egészen nyugdíjazásáig. Kutatási területe a különböző csillagfürt fajok (*Lupinus albus*, *L. angustifolius*, *L. luteus*) kutatása, nemesítése, termesztéstechnológiájának kidolgozása és továbbfejlesztése volt. Nemesítési tevékenységéből öt új csillagfürtfajta, négy fehér

virágú – Nyírségi édes, Nyírségi keserű, Nelly, Detty – és egy sárga virágú édes – Vegus – állami elismerést kapott. A Nelly fajta Németországban is elismert fajta lett. Az új fajták előállítására mellett jelentős eredményt ért el a fehérvirágú édes csillagfürt más termőtájakon történő termesztésével. Kutató munkája mellett segítette a főiskolai illetve egyetemi hallgatók diplomadolgozatainak elkészítését. Ferenc tagja volt az MTA Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Tudományos Testületnek illetve az MNE-nek. Elismerései közül kiemelendők a Mezőgazdaság Kiváló Dolgozója, a Westsik Vilmos Emlékplakett, Nyíregyháza Tudományos Életéért Kítüntetés, Lónyay Menyhért Emlékérem, Budapesti Corvinus Egyetem Aranyoklevél, Westsik Vilmos Díj, DE AGTC Kutató Központ Életműdíj, MNE bronz emlékérem. 2022-ben Borbély Ferencet az MNE Tiszteletbeli Tagjai közé választotta.

Dr. Németh Gizella (1942-2023)

A csongrádi Batsányi János Gimnáziumban 1960-ban érettségizett. 1964-ben felvételt nyert Harkovba az Állami Egyetemre, itt 1969-ben biológus-genetikus diplomát szerzett. Haza érkezve, ösztöndíjas gyakornokként a GATE Növénynevelési Tanszékén volt ösztöndíjas gyakornok. Itt védte meg 1972-ben egyetemi doktori értekezését diploid- és tetraploid kukorica témában, Bálint Andor professzor vezetésével. Ezt követően az Szegedi Biológiai Központ Genetikai Intézetébe került és Belea Adonisz irányításával a búza és *Aegilops* fajhibridek létrehozásával foglalkozott. 1972-től bekapcsolódott Dudits Dénes szövettenyésztő csoportjába, ahol szomatikus sejt genetikai kutatásokat végeztek. 1977-től a Sasad Kertészeti Tsz gyümölcsfa alany mikroszaporítási kísérleteit indította be Szegeden, Maliga Pál vezetésével. Ezekben az években látogatta meg a legjobb európai laborokat és több nemzetközi konferencián tartott előadást. Kiváló nyelvérzéke volt, az orosz mellé, angol és francia nyelvből tett közép- és felsőfokú nyelvvizsgát. 1980-ban, a Vetőmag Vállalat Szentesi Kutató Állomására hívták meg. Itt osztályvezetőként káposztafélék és étkezési paprika nemesítést támogató szövettenyésztési módszereken dolgozott, majd a Gabonakutatóba érkezett 1984-ben. A napraforgó nemesítés munkájába kapcsolódott be, Joli jokerként. Ha kórtannal kellett foglalkozni, akkor patológus volt, ha a nemesítő tenyészkertben volt munka, akkor nemesített. Ha külföldi kapcsolatokat kellett segíteni, akkor ott dolgozott. Szívósan dolgozó, hatalmas munkabírású kolléga volt. Ebben az időszakban, a Gabonakutató napraforgó hibridek (Viki) hatalmas karriert írtak le Franciaországban, de más országokkal is kiváló nemesítési kapcsolatot tartottak fenn, a Frank József vezette osztályon. Nyugdíjazásáig a GK-ban dolgozott.

Léder László (1952-2023)

1975-ben végzett a Keszthelyi Egyetemen okleveles agrármérnöként. Diplomadolgozatát „A szem nagyságának és súlyának hatása a búza csirázására és a kezdeti növekedésére” címmel írta. Mezőgazdasági genetikus szakmérnökké a GATE-n avatták 1981-ben. Szakdolgozatát „A Fertődi M. vöröshere fajta és részpopulációinak vizsgálata” címmel készítette. 1975 nyarán kezdett dolgozni első és egyetlen munkahelyén, a GKI táplánszentkereszti Kutató Állomásán, a Kossuth-díjas Beke Ferenc által vezetett búza, repce, vöröshere, köles témacsoportban. László az a régi vágású kollégánk volt, aki az egy munkahelyen végzett elmélyült munka híve volt. Első jelentősebb nemesítési eredményei a GK Tetra (1983) és a GK Junior (1984) vöröshere fajták elismerésével jelentkeztek, melyeknek társnemesítője volt. A nyolcvanas évek második felében indított köles nemesítési programban olyan típusokat állított elő, melyek mind intenzív, mind extenzív körülmények közt jól szerepeltek, jellemzően koraiak, jó a szárszilárdságuk, értékes a beltartalmuk, nagy az ezerszemtömegük, gömbölyű magvúak. Ilyen fajta a piros szemű GK Piroska (2000) és a fehér szemű GK Alba (2007). Táplánban más növényfajok nemesítését is végezte. A GK Erika mohar fajtát 2004-ben, a GK Oberon pohánka fajtát 2006-ban részesítették állami elismerésben. Nemesítői tevékenysége mellett folyamatosan végezte fajtái agrotechnikai kísérleteit is. Nyugdíjasként is bejárt és segített, méltó volt nagyszerű elődeihez.

Dr. Proksza János (1944-2022)

A gödöllői egyetemen (GATE) szerzett diploma után feleségével együtt azonnal a GKI-ba jöttek dolgozni Szegedre. A szigorú tudományos ranglétrán (egyetemi doktor, kandidátus) nagyon gyorsan haladt előre. Pályája utolsó évtizedeit a Gabonakutató igazgatóhelyetteseként szolgálta végig. Kiváló köz-és elismert agrárus, kutató-fejlesztő ökonómus szakember volt, aki félévszázados szolgálattal a

háta mögött sokat tett a magyar vetőmagért, a szegedi, nemesített növényfajták köztermesztésbe viteléért. Életpályáján mindig a közjóért való munkálkodás vezérelte. Szakmai felkészültségénél, vezetői erényénél csak szerénysége, sugárzó emberszeretete volt nagyobb. Tisztelte és szerette az embereket. A kollegák tisztelték és szerették Őt. Számos tisztséget viselt főhivatása mellett is. A Vetőmagszövetség Etikai Kódexét, elsőként Dr. Szücs László jogászkollegájával együtt dolgozták ki a rendszerváltoztatás kezdeti éveiben. Évtizeden át a Vetma Marketingkommunikációs Kht Felügyelő Bizottságának Elnöke volt. A Gabonakutató ikonikus alakjának Proksza Jánosnak halála a magyar agráriumban, vetőmagszakmában, a magyar növénynevelésben - közelebbről a Gabonakutatóban - pótolhatatlan veszteséget jelent. Mindazok, akik ismerték, szerették és tisztelték, emlékét szívükben kegyelettel őrzik.

BIOLÓGUSBÓL KUKORICANEMESÍTŐ

Nagy Zoltán

*Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft., Kukoricanevelési Osztály, Szeged – Kiszombor –
Táplánszentkereszt*

A Magyar Növénynevelők Egyesülete 2022-ben ismét meghirdette „Az év ifjú nevelője” díj pályázatát, melyet sikerült elnyernem. Ebből az alkalomból most lehetőségem van bemutatni eddigi nevelői-kutatói pályámat és munkám eredményeit.

Bevezetés

Már gyerekkorom óta biológusnak készültem és sikerült is alkalmazott növénybiológusi diplomát szerezni a Szegedi Tudományegyetemen. A diplomamunkám középpontjában egy mezőgazdasági növény állt: a kenyérbúza. Akkor még nem gondoltam, hogy néhány évvel később már az agrárium területén fogok tudományos munkát végezni. Egyetemi és doktori munkám során fontosabbnak gondoltam a növények általában vett nitrogén anyagcseréjének vizsgálatát stressz hatások alatt, mintsem, hogy az egyik legfontosabb gabonanövényekkel dolgozhatok. Bár gondolkodásomat még mindig meghatározza a „biológus” szemlélet, de nézőpontot kellett váltanom nevelőként. A „hogyan működik”-ról a „hogyan a leghasznosabb, leghasználhatóbb” szelekciós szemléletet kellett megtanulnom és alkalmaznom.

A kukoricával és a neveléssel az akkor még a Magyar Tudományos Akadémia berkeibe tartozó Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézetében ismerkedtem meg a Kukoricanevelési Osztályon; teljesen zöldfülként. A kollégák közvetlenségének, barátságosságának és szeretetének köszönhetően gyorsan magamévá tudtam tenni a szakma alapjait. Megismertem a heterózis fontosságát, a beltenyésztés jelentőségét és a vonalak, hibridek fajtatisztaságának, fenntarthatóságának szerepét. Látni, hogy a tenyészkerten túl ott vannak a vetőmagüzemek, termelők és állattartók. Marton L. Csaba, Pintér János szakmai vezetése alatt dolgoztam a legtöbbet. Spitkó Tamás is sokat segített az agrármérnöki és nevelői szemlélet elsajátításában, az ő vezetésével a kukorica szárazságstressz vizsgálataiba is bekapcsolódhattam (Spitko et al. 2014, Spitkó et al. 2016). A Fitotron Növényélettani Osztályának munkájába is becsatlakoztam és élettani vizsgálatokat végeztünk hideg- és szárazságstressznek kitett kukorica növényeken. A Szegedi Tudományegyetemről hozott tapasztalataimmal tudtam a kutatói munkát segíteni, Janda Tibor és Majláth Imre kutatásaiban (Majláth et al. 2016, Majláth et al. 2021). A kukorica kórtani tulajdonságait Szőke Csaba segítségével ismerhettem meg, már itt részt vettem mesterséges *Fusarium* és *Aspergillus* fertőzési kísérletekben illetve még a KFKI-vel is sikerült egy közös projektet csinálni (Szőke et al. 2017).

A Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft.-be átkerülve azt gondoltam, hogy könnyen tudok alkalmazkodni egy számomra új nevelőház programjához, de sok mindent újra kellett tanulnom. A Gabonakutatóban a hangsúly jobban a végtermékeken - a hibrideken és a vetőmagon vannak. Egy kis csapat segítségével kell helytállni a vetőmagpiacon. Szerves egységként forr össze a nevelés, vetőmagtermelés és a kereskedelem. Meg kellett ismerni az agrotechnikától, a gépészet részleteitől a vetőmagüzem működéséig a dolgok működését az általános nevelői feladatok mellett. Az új kollégák segítsége, közvetlensége nélkül ez nem ment volna. Sajnos még most is sok tapasztalat hiányában vagyok, de sikerült átvenni Szél Sándortól, Kálmán Lászlótól és Pintér Zoltántól egy jól működő konvencionális nevelői rendszert, melynek hatékony működtetésében a Balassa György vezette táplánszentkereszt nevelő csoport is oroslánrészt vállal.

Kukoricahibridek nevelése

A jelenlegi munkám része a nevelési populációk tervezése, a szelekció során pedig módszer alkalmazása, különböző szempontok szerint (kombinálódó képesség, agronómiai tulajdonságok, termőképesség, alkalmazkodóképesség). Célunk, hogy a teljes érésidő portfólióban hozzunk létre új fajtaikat. A vetőmag előállítás szempontjából fontos citoplazmatikus hímsteril vonal analógokat folyamatosan hozzuk létre. Az osztályunkon külön nevelőprogram foglalkozik a ciklozidim rezisztens hibridek nevelésével. A beltenyésztett vonalak keresztezési programját folyamatosan fejlesztjük, hogy az új hibridek teljesítménye és alkalmazkodó képessége a legjobb legyen. Az új kukoricahibridek teljesítmény

kísérletekbe helyezése nagy körültekintést igényel. Fontos a kísérleti helyszín és a parcellák megfelelő értékelése, bonitálása. A kísérleti adatok kiértékelése, statisztikai feldolgozása (ANOVA, illetve soktényezős kiértékelés) kulcskérdés. A Langó Bernadett által vezetett gabonakémiai labor segítségével a siló és szemes hibridek beltartalmi paramétereit tudjuk vizsgálni, ezzel Móroczné Salamon Katalin nemesítői munkáját folytatjuk. Speciális agrotechnikai és mezoparcellás kísérleteket állítunk be. A kukorica biotechnológiai laborban Mórocz Sándor kukorica sejtenyészetek előállításán dolgozik, valamint a Chase-féle dihaploid nemesítési módszer fejlesztése is napirenden van, amibe már én is bekapcsolódtam.

Munkánk része az új fajták köztermesztésbe történő bevezetése is. Ehhez szoros együttműködés szükséges a marketing és kereskedelmi részleggel. Az elmúlt években már aktívan részt vettem a GK Bajnok és GK Lehel hibridek állami fajtabejelentésében és vetőmag szaporításának elindításában és 2023-ban kapnak állami elismerést a GK Szemere és GKT4464 DUO silóhibridek, melyeknek már társnemesítője is vagyok.

Kórtani kutatások

Külön szeretném kiemelni a Gabonakutatóban folyó növénykórtani kutatásokat. A kukorica esetében kísérleteket tervezünk és nagyon komoly együttműködést folytatunk a Tóth Beáta és Mesterházy Ákos által vezetett kórtani kutatócsoporttal. Elsősorban *Fusarium* és *Aspergillus* gombafajokat vizsgálunk. Mesterségesen fertőzzük fogpiszkálós módszerrel a hibrideket és beltenyésztett vonalakat több gomba izolátummal. Fontos kiemelni, hogy a szabadszemmel jól látható gombafertőzés nem mindig arányos a mérhető toxintartalommal, ezért a kórtani vizsgálatoknál mindenképpen kell mérni toxintartalmat is. A nemesítés során folyamatosan vizsgáljuk a fajtajelöltek kórtani tulajdonságait is. A jelenlegi kórtani kutatásokat a kukoricanevelésben belül Szabó Balázs szervezi (Szabó et al. 2018).

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm a Magyar Növénynevelők Egyesületének, hogy méltónak találtak Az év ifjú nemesítője díj elnyerésére.

Irodalom

- Majlath I., Darkó É., Palla B., Nagy, Z., Janda T., Szalai G. (2016) Reduced light and moderate water deficiency sustain nitrogen assimilation and sucrose degradation at low temperature in durum wheat. DOI: 10.1016/j.jplph.2015.12.004 *Journal of Plant Physiology*, 191:149-158.
- Majlath I., Éva Cs., Hamow K.Á., Kun J, Pál M., Rahman A., Palla B, Nagy Z, Gyenesei A., Szalai G., Janda J. (2021) Methylglyoxal induces stress signaling and promotes the germination of maize at low temperature. *Physiologia Plantarum*, 2021 Dec 1;e13609. doi: 10.1111/ppl.13609.
- Mesterházy A.; Szieberth D.; Toldine E.T.; Nagy Z.; Szabó B.; Herczig B.; Bors I.; Tóth B. (2022) Updating the Methodology of Identifying Maize Hybrids Resistant to Ear Rot Pathogens and Their Toxins—Artificial Inoculation Tests for Kernel Resistance to *Fusarium graminearum*, *F. verticillioides*, and *Aspergillus flavus*. *Journal of Fungi*, 8, 293. <https://doi.org/10.3390/jof8030293>
- Spitkó T., Nagy Z., Zsubori Z.T., Szőke Cs., Berzy T., Pintér J., Marton Cs.L. (2016) Connection between normalized difference vegetation index and yield in maize. *Plant Soil and Environment* 62:293-298.
- Spitkó T., Nagy Z., Zsubori Z.T., Halmos G., Bányai J., Marton C.L. (2014) Effect of drought on yield components of maize hybrids (*Zea mays* L). *Maydica* 59:161-169.
- Szabó B., Tóth B., Tóth Toldiné E., Varga M., Kovács N., Varga J., Kocsubé S., Palágyi A., Bagi F., Budakov D., Stojšin V., Lazić S., Bodroža-Solarov M., Čolović R., Bekavac G., Purar B., Jocković D., Mesterházy A. (2018). A New Concept to Secure Food Safety Standards against *Fusarium* Species and *Aspergillus Flavus* and Their Toxins in Maize. *Toxins*, 10(9):372, 1-25. <https://doi.org/10.3390/toxins10090372>
- Szőke C., Nagy Z., Gierczik K., Székely A., Spitkó T., Tóthné Zsubori Z., Galiba G., Marton L. C. and Kutatsi K. (2017) Effect of the afterglows of low pressure Ar/N₂-O₂ surface-wave microwave discharges on barley and maize seeds. *Plasma Processes and Polymers*, 2017;e1700138, <https://doi.org/10.1002/ppap.201700138>

SZEKCIÓ ELŐADÁSOK

TRITIKÁLÉ: SZELEKCIÓS LEHETŐSÉGEK BELTARTALMI PARAMÉTEREKBE

Bóna Lajos, Purgel Szandra, Mihály Róbert, M.-Langó Bernadett

Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft., Szeged

A tritikálé a magasfokú biotikus és abiotikus stresszekkel szembeni toleranciája, alkalmazkodóképessége következtében gazdaságosan termesztendő növényfaj. Szemtermése általában egészséges és magas beltartalmú, állati takarmányozásra kiváló, de az utóbbi években gyakran keresett a malmai, humán célú felhasználásban is. Teljes örleménye adalékként nagy hozzáadott értéket képvisel: rostanyagokban, ásványi elemekben gazdag, továbbá kiválóan alkalmazható enzimszegény búzalisztek feljavítására. A kapcsolatos minőségi paraméterek terén még számos kérdés nyitott és meglehetősen kevés a beltartalomra és a minőségre utaló vizsgálat és adat. Különösen hiányos a nemzetközi szakirodalom a nemesítés számára jól használható nagyszámú mintán alapuló kutatásokban. Korábban több vizsgálatunkban igazoltuk, hogy a tritikálé a legtöbb beltartalmi mutatóban a szülői rozs és búza fajok közti értékeket veszi fel, több fontos mutató örökölhetősége jó, illetve közepes. A fajtaelőállító nemesítésben fontos információ az, hogy a fajban és az adott *genepool*-ban egyáltalán mekkora mértékű a fenotípusos variáció. Ha az kellően széles, akkor lehetőség van egyes tulajdonságok, paraméterek növelésére. Jelen kutatásunkban az európai tritikálé alakkört jól reprezentáló szegedi nemesítési anyag (n=480 fajta, szülőpartner és előrehaladott törzs) fenotípusos varianciáját mértük fel szemfizikai és kémiai paraméterekre gyorsvizsgálati módszerekkel: Perten SKCS 4100, továbbá a hazai gyártású MinInfra és Perten DA7250 NIR analizátorokkal.

A szem keménységében igen erős variációt találtunk: a legkisebb HI érték 8, a legnagyobb 90 volt, átlag=34. Ezerszemtömegben a medián 43,2 g volt, 16,2 g minimum és 60 g maximum értékekkel. Az ezerszemtömeg erős összefüggést mutatott a szem átmérőjével. Utóbbi mutató minimuma a vizsgált nagyszámú genotípus átlagában 2,45 mm a medián 2,86 mm a maximum érték pedig 3,36 mm volt. A teljes örlemény fehérjetartalmának középértéke a vizsgált minták átlagában 12,8% volt, 7,9% minimum és 16,3% maximum értékekkel. A Hagberg esésszám is tág értékek között mozgott: minimum: 17 s, közép: 224 s, maximum 366 s volt. Az elemzés viszonylag kisebb változékonyságot igazolt a keményítő tartalommal illetően. A medián értéke 74,2% volt, 71,4 és 77,3% közötti értékekkel. A rost tartalmában a variáció szélesebb volt: 2,7% medián, 2,05% illetve 3,45%-os szélsőértékekkel. A vizsgált paraméterek mindegyikének vizsgálati értékei jól illeszthetők voltak a normál eloszlás görbéjéhez ($p=0,05$). Érdekes viszont és ezt szakmailag a szelekció során érdemes is figyelembe venni, hogy a keményítő, valamint a rosttartalom eloszlására a kétcsúcsú normál eloszlás jellemző. Az elemzésekből, valamint a korábbi években elvégzett szülő-utód regressziós vizsgálatainkból arra a következtetésre juthatunk, hogy a tritikáléban eléggé széles a vizsgált tulajdonságokban a variáció ahhoz, hogy hatékonyan nemesítsünk e paraméterekre – akár tandem-, vagy rotációs szelekciót alkalmazva is.

AZ ÖMKI-VSZT-NÉBIH KISPARCELLÁS ÖKOLÓGIAI FAJTATESZTEK LEGÚJABB EREDMÉNYEI

Mikó Péter¹, Fehér Judit², Drexler Dóra²

¹ELKH Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

²ÖMKi, Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet, Budapest

A gazdák a minél sikeresebb és jövedelmezőbb termelés érdekében folyamatosan keresik a legjobban teljesítő növényfajtákat. Mivel az ökológiai gazdálkodást a konvencionálishoz képest még inkább befolyásolják a környezeti tényezők, ezért a szektor számára kiemelten fontos a fajták teljesítőképességéről (pl. biotikus és abiotikus ellenállóképesség, stabil hozam, magas beltartalmi értékek) minél szélesebb körű információt biztosítani. Erre ad kiváló lehetőséget a Vetőmag Szövetség és TermékTanács Szakmaközi Szervezet (VSZT) Öko Vetőmag Munkacsoportja által életre hívott öko posztregisztrációs kísérlet-hálózat. Az immár kétéves kísérletben a 2022. évben 26 őszi búza- és 6 tönkölybúzafajta országos tesztelése zajlott a négyismétléses, randomizált, kisparcellás kísérletekben 7 helyszínen, mely a 2021. évhez képest, a fajok (tönköly) és fajták (ötten több búzafajta) számát illetően is előrelépést jelentett. Az ökológiai kisparcellás kísérlethálózat sikere egy többszereplős együttműködésen alapul, melyben a koordinátori szerepet az ÖMKi látja el, szoros együttműködésben az Öko Vetőmag Munkacsoport vetőmag-forgalmazó tagjaival, valamint a kísérletek kivitelezésében résztvevő NÉBIH-hel, hazai agrárkutató intézményekkel (martonvásári ELKH Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet, a Debreceni Egyetem, a MATE Karcagi Kutatóintézet, a szegedi Gabonakutató Nonprofit Kft.) és öko gazdákkal (Csoroszlya Farm és Decsi Árpád).

2022-ben a GK Pilis fajta nyújtotta a legjobb teljesítményt, átlag feletti hozammal (6,4 t/ha) és minőséggel (11,6% fehérje-, 21,5% sikértartalom), miközben az Mv Pántlika (6,2 t/ha; 11,3% fehérje), az IS-Agilis (6,0 t/ha; 11,3% fehérje) és a Mandarin (6,0 t/ha; 11,4% fehérje) fajták átlag körüli hozam és fehérjetartalmat mutattak. A mindkét évben vizsgált 18 búzafajta adatai alapján az Mv Pántlika átlag fölötti hozammal (6,4 t/ha) és átlag körüli minőséggel (11,25% fehérje-, 21,19% sikértartalom) rendelkezett, míg a KG Vitéz minőségben átlag fölött (11,8% fehérje-, 22,71% sikértartalom), hozamban pedig átlag körül (6,0 t/ha) teljesített. Kiemelendő még az Aurelius fajta, mely két év viszonylatában a legmagasabb hozamértékkel (6,8 t/ha) rendelkezett és minőségi mutatói csak kevéssel maradtak az átlag alatt (11,15% fehérje-, 20,38% sikértartalom). A viszonylag gyengébb minőségi adatok is jól mutatják, hogy a kevésbé intenzív tápanyag-utánpótlással rendelkező öko területekre leginkább a kiváló minőségű és minőségstabilitású fajták valók, amelyek a gyengébb körülmények között is képesek malmi minőséget produkálni. E kétéves adatok kiértékelése jó alapjául szolgálhat egy megbízhatóan ajánlható, öko búzafajta lista kialakításának, mely megjelenésére (további 1-2 kísérleti évet követően) a közeljövőben lehet számítani. Az egy évvel később elindított tönköly fajtakísérletek egyéves eredménye elsősorban arra világított rá, hogy a piacon kapható, legismertebb „tisza” (nem tönköly×búza keresztezésből származó) tönkölyfajták hozama, fehérje- és sikértartalma között nincs akkora különbség, mint a búzafajták között, ezért mindegyik ajánlható öko termesztésre, azonban pontos következtetést ebben az esetben is legalább három kísérleti év letelte után lehet levonni. A konvencionális fajtatesztektől eltérően, itt a fő hangsúly nem csak a termésmennyiségen és a beltartalmi minőségen van, hanem fontos szerepet kap a fajta betegség-ellenállósága, víz- és tápanyaghasznosító képessége is, és mindezen paraméterek stabilitása. Az öko gazdáknak leginkább ajánlható fajták azok, amelyek mindezen fontos tulajdonságban, éveken keresztül átlag feletti eredményt produkálnak.

A kisparcellás kalászos fajtatesztek 2021. és 2022. évi részletes eredményeiről az ÖMKi honlapján (www.biokutatas.hu), illetve az őszi búzák kétéves kiértékelésének eredményéről az Agrofórum 2022/10. számában (78-83. oldal) lehet további információkat találni.

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.

AZ *IN VITRO* PORTOKTENYÉSZTÉS FEJLESZTÉSE ÉS ALKALMAZÁSA GABONAKUTATÓ NONPROFIT KFT NEMESÍTÉSI PROGRAMJAIBAN

Lantos Csaba¹, Békés Ferenc², Ács Katalin¹, Mihály-Langó Bernadett¹, Mihály Róbert¹, Cseuz László¹, Jancsó Miklós³, Székely Árpád³, Pauk János^{1*}

¹Gabonakutató Non-profit Közhasznú Kft., Kutatás-fejlesztési Osztály, Szeged

²FBFD PTY LTD, North Parramatta, NSW, Ausztrália,

³MATE IES ÖVKI, Anna-liget 35, Szarvas, Hungary

Az *in vitro* androgenezisen alapuló kettőzött haploid vagy doubled haploid (DH) növény előállítási módszerek (portok- és izolált mikrospóra tenyésztés) évtizedek óta a növénybiotechnológiai kutatások fontos részét képezik (*in vitro* mikrospóra embriógenezis tanulmányozása, haploid transzformáció, QTL analízis, *in vitro* szelekció, genomszerkesztés stb.). Ezen módszerek az alapkutatási ismereteken túl innovatív módon támogatják a gazdasági növények nemesítését (pl.: generációgyorsítás, homozigóta állapot).

A DH növény előállítási módszerek kulcs szerepet töltenek be a modern növénynemesítési és kutatási programokban azáltal, hogy alkalmazásukkal egy generáció alatt juthatunk el a kiegyenlített homozigóta törzsekig, vonalakig. Lehetőséget kínálnak recesszív allélek hatásának gyors tesztelésére, más módszerekkel kombinálva (MAS, *in vitro* szelekció stb.) a nemesítési folyamat hatékonyságát emelhetik. Több gabonafaj tekintetében (búza, tönkölybúza, tritikále, árpa, rizs) az *in vitro* DH növényelőállítási módszerek ma már gyakorlati szinten alkalmazott rutin módszernek számítanak.

Az *in vitro* portoktenyésztés módszerét, melyet őszi búza kutatási és nemesítési programjainkban is alkalmazunk, adaptáltuk tönkölybúza és tritikále DH növények előállítására. Több ezer portoktenyésztet eredetű növényt állítunk elő évente laboratóriumunkban, hogy nemesítési programjainkat támogassuk. Több éves szelekciós ciklus után, a legjobb vonalak fajtajelöltként kerülhetnek tesztelésre. A NÉBIH hároméves vizsgálatai alapján, a GK Déva DH búzafajtánk 2020-ban állami elismerést kapott, és 2021-ben szabadalmaztattuk.

Az elmúlt években jelentős lépéseket tettünk az árpa *in vitro* portoktenyésztés fejlesztésének területén. Az előkezelések, indukciós és növényregeneráló táptalajok vizsgálatát követően nagy hatékonyságú haploid indukciós rendszert hoztunk létre, magas zöld növény regenerációs hatékonysággal. Jelenleg, több száz illetve több ezer kiegyenlített DH vonalat állítunk elő a nemesítési céloknak megfelelően.

A rizs *in vitro* portoktenyésztés módszerét továbbfejlesztettük az elmúlt évek során. Az előkezelések tesztelését, indukciós és növényregeneráló táptalajok fejlesztése után hatékony DH növény előállítási rendszer áll rendelkezésünkre, mellyel több ezer portoktenyésztet eredetű zöld növénykét tudunk előállítani évente. Erős genotípus függőséget tapasztaltunk vizsgálataink során, a japonica genotípusok jó válaszadó képességűek *in vitro* portokenyésztetben, míg az indica típusok esetében az androgenezis indukciója alacsonyabb gyakoriságú volt.

A kísérletes munka elkészülését a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal és az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok (OTKA-K_21-K138416, OTKA-FK_21-FK138042) támogatták.

A KERESKEDELMI CÉLÚ PAPRIKA NEMESÍTÉS HELYZETE, KIHÍVÁSAI ÉS KITÖRÉSI LEHETŐSÉGEI

Szamosi Csaba¹, Palotás Gábor², Tímár Zoltán², Pápai Bánk³, Kovács Zsófia³, Fári Miklós⁴, Ruskó József⁵, Csilléry Gábor⁶

¹Orosco Kft., Orosháza; ²Univer-Product Zrt. Kecskemét, ³Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Genetika és Biotechnológia Intézet, Gödöllő, ⁴Debreceni Egyetem MÉK, Alkalmazott Növénybiológiai Tanszék, Debrecen. ⁵Duna-R kft., Budapest; ⁶PepGen Kft., Budapest,

El kell ismernünk, hogy az elmúlt évtizedekben termesztéstechnológiában végbement változások nagyobb hatást gyakoroltak a hibridpaprika termés hozamának növekedésére, mint a különböző nemesítési megközelítések révén megvalósuló genetikai fejlesztés. A paprikatermesztés során elérhető maximális termésátlagok még az intenzív üvegházi kultúrák termesztésén belül (25-30 kg/m²) is jelentősen elmaradnak a paradicsom esetében realizálható legnagyobb termésmennyiségekhez (90-120 kg/m²) képest.

Az elmúlt évtizedekben számos rezisztenciagént sikerült hagyományos keresztezéses nemesítési módszerekkel átvenni vadon élő *Capsicum* fajokból, mint például a *C. chinense* (Tsw), *C. baccatum* var. *pendulum*, *C. chacoense* (L4) a *Capsicum annum*-ba. Egyes esetekben ezek a rezisztencia gének csak „szükséges rossznak” tekinthetők, annak érdekében, hogy a genetikai potenciált - a minőségi és mennyiségi paraméterek megtartása mellett - a lehető legnagyobb mértékben és biztonságban kiaknázhassuk. Indokolatlanul kevesebb figyelmet fordítottunk azonban a termésmennyiség célzott, radikálisabb mértékű növelésére; valamint egyéb olyan tulajdonságokra, amelyek molekuláris eszközökkel nem, vagy csak nehezen kezelhetők.

Legyünk őszinték és tisztességesek önmagunkkal, mi nemesítők: áttörő megoldásokra van szükség ahhoz, hogy a kereskedelmi paprikatermesztésen belül jelentősen megnövelhessük az elérhető termésátlagokat. Ráadásul ezt a problémát nem csak intenzív üvegházi körülmények között, hanem a kevésbé energia-, munkaerő- és költségigényes termesztési technológiák mellett, fenntarthatóbb módon is kell megoldanunk! A paprika hozamát nem elsősorban az egyre nagyobb mennyiségben adagolt műtrágya dózisek és egyéb vegyszerek kijuttatásával, hanem a termésmennyiségért felelős gének kutatásával és alkalmazásával kell növelnünk.

Az előadás során a PepGen Kft. *Capsicum* mutáns- és vad paprika kollekciójából a kereskedelmi paprikatermesztés gyakorlati szempontjai szerint legértékesebbnek tartott tulajdonságok kutatási eredményei kerülnek részletesebb bemutatásra:

- könnyű csésze leválás vagy a „törékeny” kocsány *-breaking peduncle* nagymértékben növelheti a szabadföldi paprika betakarításának hatékonyságát.
- „*multiflower*” vagy „*multiset*”: áttörést jelenthet a paprikahozam megduplázására irányuló munkában
- *titi* ill. *Pcx* mutánsok használata lehetővé teszi a letermett szár elfektetését, a kultúra, megdöntését
- a vadon élő paprika fajok közvetlen és közvetett hasznosítása: hőstressz tolerancia/erősebb gyökérrendszer, alany-nemesítés

A WHITE LADY BURGONYAJAJTA KROMOSZÓMA-ALAPÚ GENOMSZEKVENCIÁJÁNAK ÖSSZEÁLLÍTÁSA

Frank Krisztián¹, Nagy Erzsébet², Mátyás Kinga², Solti Izabella², Gálik Bence³, Wolf István¹,
Polgár Zsolt¹, Taller János²

¹MKSZN Nonprofit Kft. Burgonyakutatói Központ, Keszthely

²Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Genetika és Biotechnológia Intézet, Georgikon Campus,
Keszthely

³Szentágotthai Kutatóközpont, Pécsi Tudományegyetem, Pécs

A Keszthelyen mintegy 60 éve folyó rezisztencia nemesítési program egyik kiemelkedő eredménye a White Lady (WL) nevű fajta. E fajta tartalmazza azon rezisztenciagének többségét, melyek a keszthelyi nemesítésű fajtákban megtalálhatók, így a PVA, PVX, PVY és PVV vírusokkal szemben extrém rezisztencia géneket valamint a fitoftórával szemben rassz-specifikus rezisztencia géneket. Ezen felül fonálféreg rezisztenciával, burgonya varasodás rezisztenciával, burgonyarák rezisztenciával és jó PLRV toleranciával is rendelkezik.

A WL teljes genomi DNS-ének szekvenálását egy NextSeq 500 (Illumina, USA) típusú platformon végeztük el, High-output 300 v2.5 szekvenáló kit felhasználásával, mely a tetraploid burgonya esetében a ~844 Mb méretű genom mintegy negyvenszeres lefedettségű szekvenálását teszi lehetővé. A kapott paired-end readok minőségét FASTQC programmal ellenőriztük, majd Trimmomatic programmal végeztük az adapter szekvenciák trimmelését és az alacsony QC értékű readok szűrését. A szűrt readokat az elérhető C88 jelű „haplotípus-feloldott” autotetraploid burgonya genom szekvencia segítségével haplotípusonként válogattuk, és SOAPdenovo2 assemblerrel *de novo* genom összeszerelést indítottunk. Ezután a C88 genomot referenciaként használva a Chromosomer program segítségével összeállítottuk a pszeudokromoszómák konszenzus szekvenciáját. Ezzel párhuzamosan a teljes WL genom szekvenálása megtörtént SMRT Cell 8M szekvenáló kittel egy PacBio Sequel II System (PacBio, USA) platformon. A kapott HiFi hosszú leolvasásokat a pszeudokromoszóma illesztésben található hézagok feltöltésére használtuk a mummer programcsomag nucmer opciójával.

A kezdeti genom assembly 448469 kontigból (>500 bp) állt. A kapott pszeudokromoszóma szekvenciák mind a 12 kromoszómát kiadták, több mint 90%-os lefedettséggel. A kapott tetraploid genom 1,4 Gb nagyságú, majdnem másfélszer akkora, mint a korábbi C88 autotetraploid referencia genom.

A genomi szekvenciában hasonlóság keresést végeztünk a *Solanum* nemzetséghez tartozó fajok összesen 1949 ismert rezisztencia génjének teljes kódoló szekvenciájával. A DNS-szintű hasonlóság 70-100% között volt. A WL fajta rezisztencia génjei a *S. tuberosum* ssp. *andigena*, *S. stoloniferum*, *S. acaule*, *S. demissum*, *S. vernei* fajokból származnak. A WL genomban sikerült ismert exon-intron szerkezetű rezisztenciagéneket, mint például a *Rysto* gént a megfelelő szerkezeti felépítésben beazonosítani, mely a WL genomi szekvencia hasznosságát mutatja a konszenzus szekvencia természetéből fakadó korlátok mellett.

Az elkészült WL referencia genom a továbbiakban felhasználható lesz a rezisztencia gének szerkezetének és működésének alaposabb feltárására. Valamint a burgonya genomok közötti rendkívüli méretű szekvencia szintű és strukturális különbségek vizsgálatára.

A kutatások az OTKA (INN_139994), az Európai Unió és a Magyar Kormány támogatásával az Európai Regionális Fejlesztési Alap és a Széchenyi 2020 program társfinanszírozási konstrukciójában a GINOP-2.3.2-15-2016-00054 projekt, és az Európai Unió Horizon 2020 programja (project ECOBREED, GA No. 771367) támogatásával valósultak meg.

SZEMESCIROK TŐSZÁMBEÁLLÍTÁSI KÍSÉRLETEK

Kalmár Helga, Palágyi Andrea

Gabonakutató Nonprofit Kft., Szeged

Az utóbbi évtizedekben a szemescirok termesztése egyre nagyobb teret hódít, melynek oka a kiváló alkalmazkodó-képességének köszönhető. Sikeresen termesztendő a közepes és gyengébb adottságú területeken, és kiváló szárazságtűrő-képessége révén aszályos években nagyobb a termésbiztonsága, mint a legtöbb tavaszi vetésű takarmánynövénynek. Előnyös tulajdonsága az igen jó tőszámkompenzáló képessége is. Ez különösen kedvező lehet hűvös tavasz esetén, amikor a kelési tőhiányokat igen jó bokrosodó képességével kompenzálja. Ugyanakkor egy sűrűbb, nagyon szépen kelő állomány a száraz nyári időszakban sem lesz a túlsűrítés áldozata, így nem hoz terméketlen bugákat, mert képes a nagyobb tőszámat saját növényállományának minimalizálásával korrigálni.

Kísérleteink fő célja az optimális tőszám meghatározása az általunk forgalmazott szemescirok hibrideken. Hektáronként 100 ezer és 300 ezer közötti állománysűrűséget vizsgáltunk, a fő hangsúlyt a 140, 220 és 300 ezres tőszámokra helyeztük. A tesztelesekre az Alföldi-1 és GK Erzsébet hibrideket választottuk, de szerepelt még a kísérletben a Farmsugro 180, a GK Emese, egy fajtajelölt, valamint egy versenytárs hibrid is. A megfigyeléseket 3 éven át összesen 5 termőterületen vizsgáltuk, Szegeden és Kiszomboron. Egy 5 hektáros területtel rendelkező gazdát is bevontunk a kísérletezésbe.

A tőszámváltoztatások termésre gyakorolt hatásán kívül további paraméterek alakulását is megvizsgáltuk, mint a sarjadzó képességet, az ezerszem tömeget, valamint a növénymagasságot. Hároméves szántóföldi kísérlet alapján, arra a következtetésre jutottunk, hogy az évenkénti terméshozamot legfőképp az időjárás befolyásolja, és csak ezt követően a beállított tőszám. Egy adott kísérleti éven belül azonban meghatározó faktor a tőszám, amellyel befolyásolni lehet a növényenkénti termésprodukción. A vizsgált szempontok közül a sarjadzó képesség esetén tapasztaltunk jelentős összefüggést, miszerint ahogy növeljük a szemescirok állomány sűrűségét, úgy csökken a bugák száma. Növénymagasság és ezerszem tömeg tekintetében nem találtunk releváns összefüggést. Tapasztalataink szerint nem elsősorban az állománysűrűség befolyásolja ezeket a tényezőket, sokkal inkább az évjáratonkénti abiotikus hatások. Aszályosabb évjáratokban az alacsonyabb állománysűrűség pozitív hatást gyakorol a terméshozamokra.

Bebizonyosodott, hogy a cirok rendkívül jó tőszámkompenzáló képességgel rendelkezik. Eredményeink alapján a ritkább vetéssűrűség többletterméshez vezet, amely állítás több hibridnél is beigazolódott. Ez a tény azonban függ a hibridek tulajdonságaitól, a talajadottságtól, valamint az évjáratok közötti eltérésektől.

DURUMBÚZAFAJTÁK FENOTÍPUSOS VIZSGÁLATA ÖKOLÓGIAI ÉS KONVENCIONÁLIS KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT

Cséplő Mónika¹, Puskás Katalin¹, Vida Gyula¹, Bányai Judit¹, Mészáros Klára¹, Tóth Viola¹, Heinrich Grausgruber², Luca Bonfiglioli³, Mario Augusto Pagnotta³, Mikó Péter¹

¹Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

²Department of Crop Sciences, Institute of Plant Breeding, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria

³Department of Agricultural and Forest Sciences, Tuscia University, Viterbo, Italy

A durumbúza eredetileg a mediterrán országok gabonája volt, azonban napjainkra megtalálta helyét a hazai vetésszerkezetben. A második legnagyobb területen termesztett *Triticum* faj, melyből a 2020/2021-es tenyészidőszakban 33,8 millió tonnát állítottak elő világszerte. Hazai vetésterületének nagysága 2022-ben 35.000 hektár körül mozgott, ami a búza vetésterületének majdnem 4 %-a volt. Hazánkban az ökológiai területek aránya egyre nő, a fogyasztók egyre növekvő arányban igénylik a megbízható, főként öko területről származó termékeket. Kísérleteinkben különböző országokból származó durumbúzafajták fenotípusos tulajdonságait és terméskomponenseit vizsgáltuk ökológiai és konvencionális termesztési körülmények között három eltérő évjáratban.

A 2019-2022 közötti tenyészidőszakokban extrém, a sok éves átlagtól eltérő időjárási körülményeket figyeltünk meg. A különböző országokból származó durumbúza fajtákat háromismétlésben ökológiai, átlagos konvencionális és low-input konvencionális tenyészterekben, 6 m²-es parcellákba vetettük. Egyik területen sem végeztünk fungicides kezelést, csak a konvencionális parcellákat kezeltük herbiciddel. A tenyészidőszak folyamán felvételeztük a kora tavaszi talajborítottságot, kalászolási időt, növénymagasságot, a fellépő kórokozókkal szembeni ellenállóságot és a megdőlést. Aratást követően mértük a termés mennyiségét, a szeme szélességét, hosszúságát, a hektolitersúlyt és meghatároztuk az ezerszemtömeget.

A többtenyezős varianciaanalízis eredményei szerint a kalászolást, megdőlést, termés mennyiségét, szeme szélességét és hosszúságát, hektolitersúlyt és az ezerszemtömeget mind az évjárat, mind a termőhely, mind a genotípus és ezek kölcsönhatásai szignifikánsan befolyásolták. A növénymagasság és a talajborítottság esetében a termőhely x genotípus kölcsönhatás nem volt szignifikáns, a vizsgált fajták termőhelytől függetlenül hasonlóan viselkedtek. Míg 2020-ban a legkésőbbi fajta, az Mv Makaróni, május 19-én kalászolt, valamint 2022-ben is befejeződött a kalászolás május 21-én, addig 2021-ben a fajták 93%-a a hideg csapadékos tavasznak köszönhetően csak május 19. után kezdett el kalászolni. A fajták megdőlése főleg a tápanyagban jól ellátott konvencionális termőhelyre két évben volt jellemző. A kísérlet átlagtermése 5,79t/ha és 6,02 t/ha között mozgott. Az NS-Zad, Sambadur és az Mv Vekadur fajták mindhárom évben, minden termőhelyen a kísérlet átlagához képest szignifikánsan többet teremttek. A hektoliter súly átlagosan 78-81kg/hl közötti volt, az ezerszemtömeg 42-48 g között változott a három termőhely átlagát tekintve. A Simeto és Cappelli fajtáknak mindhárom évben a három termőhely átlagához képest szignifikánsan hosszabb és szélesebb szemei voltak. A természetesen fellépő kórokozók közül a lisztharmat minden évben és minden termőhelyen megjelent.

Az ECOBREED projekt az EUH2020 kutatási és innovációs programjától kapott finanszírozást a 771367. számú támogatási megállapodás alapján. A publikáció tartalma a szerzők nézeteit tükrözi és az EU Ügynöksége nem vállal felelősséget a benne található információk esetleges felhasználásáért. A kutatást a TKP2021-NKTA-06 projekt is támogatja.

ŐSZI KALÁSZOS FAJTÁK SZELEKCIÓJA SZÉLSŐSÉGES AGROÖKOLÓGIAI FELTÉTELEK KÖZÖTT TÖRTÉNŐ ÖKOLÓGIAI NEMESÍTÉSHEZ

Asbolt Gergő

*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Karcagi Kutatóintézet, Karcag
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytudományi Doktori Iskola, Gödöllő*

Az ökológiai gazdálkodás súlya és szerepe napjainkra egyre nagyobb. Ehhez olyan fajokra, fajtákra van szükség, melyek szintetikus anyagok (műtrágya, növényvédőszer) használata nélkül is jól fejlődnek; jelenleg kevesen foglalkoznak ökológiai nemesítéssel. 2022-ben a MATE Karcagi Kutatóintézetben elindítottuk kalászos (őszi búza, őszi tritikálé, őszi árpa) ökológiai nemesítési programunkat, mely szélsőséges agroökológiai feltételek között történik. A nemesítési célkitűzések meghatározását követően a szülő fajták szelekcióját végeztem el a hazai fajtakinálat alapján. A szelekció olyan tulajdonságok alapján történt, melyek az ökológiai gazdálkodásban előtérbe kerülnek. Ezek a következők: a különböző biotikus-, valamint abiotikus stresszfaktorokkal szembeni ellenálló-, illetve alkalmazkodóképesség; valamint – amely esetben rendelkezésre áll – az ökológiai gazdálkodás körülményei- és/vagy szélsőséges agroökológiai körülmények közti termőképesség, illetve termésminőség. A fenti szempontok szerint az összegyűjtött információk, adatok alapján összeállítottam az ökológiai gazdálkodás körülményeinek leginkább alkalmas fajták listáját, őszi búza esetében 173 fajta vizsgálata alapján 10 fajtát, őszi tritikálé esetében 19 fajta vizsgálata alapján 6 fajtát, őszi árpa esetében pedig 65 fajta vizsgálata alapján 6 fajtát választottam ki, az ökológiai nemesítési programunkba szülő fajtaként ezek a fajták kerültek be.

Kulcsszavak: ökológiai növénynevelés, őszi búza, őszi tritikálé, őszi árpa, szelekció

SELECTION OF WINTER CEREAL VARIETIES FOR ORGANIC PLANT BREEDING UNDER EXTREME AGROECOLOGICAL CONDITIONS

G. ASBOLT

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences (MATE), Research Institute of Karcag, Karcag
Hungarian University of Agriculture and Life Sciences (MATE), Doctoral School of Plant Sciences, Gödöllő

The importance and role of organic farming is increasing nowadays. This requires species and varieties that develop well without the use of synthetic substances (fertilizers, pesticides); currently, relatively few people deal with organic breeding. In 2022, at the Hungarian University of Agriculture and Life Sciences Karcag Research Institute, we started our organic breeding program for some winter cereal species (winter wheat, winter triticale, winter barley), which takes place under extreme agroecological conditions. After determining the breeding objectives, I performed the selection of the parent varieties from the available set of varieties in Hungary. The selection was based on characteristics that become more important in the case of organic farming. These are the following: the ability to resist and adapt to various biotic and abiotic stress factors; and – in which case it is available – crop productivity and quality under the conditions of organic farming and/or extreme agroecological conditions. According to the aspects above, based on the collected information and data, I compiled a list of the most suitable varieties for the conditions of organic farming, in the case of winter wheat, 10 varieties were selected based on the examination of 173 varieties, in the case of winter triticale, 6 varieties were selected based on the examination of 19 varieties, and in the case of winter barley, 6 varieties were selected based on the examination of 65 varieties, these varieties were included as parent varieties in our organic breeding program.

Key words: organic plant breeding, winter wheat, winter triticale, winter barley, selection

Bevezetés

Az ökológiai gazdálkodás napjainkra egyre nagyobb szereppel rendelkezik, mely mögött olyan tényezők állnak, mint az ökológiai szemléletmód terjedése, az Európai Unió országain belül a kapcsolódó uniós- és az azt követő állami szabályozások és támogatások, valamint az elmúlt évek során jelentősen megemelkedett mezőgazdasági input árak, melyek közül kiemelendő az üzemanyag, a N-tartalmú műtrágyák, és a növényvédőszer árának emelkedése. Az Európai Bizottság fő

célkitűzéseinek egyike, hogy 2030-ig az EU mezőgazdasági művelés alatt álló területeinek legalább 25%-án ökológiai gazdálkodás folyjon (*European Commission 2020a, European Commission 2020b, European Commission 2021, Nagy 2021, Drexler et al. 2022, Czibalmos et al. 2022*). Ehhez hazánk az ökológiai művelés alá vont területek arányának 2027-ig történő 10%-ra bővítésével járulna hozzá a „Nemzeti Cselekvési Terv az Ökológiai Gazdálkodás Fejlesztéséért” (2022-2027) (2022) direktívái szerint, ami a KSH (2021) adatai alapján 2020-ban 6,1%-ot ért el. Az Európai Bizottság által 2030-ig kitűzött célok közt szerepel továbbá a növényvédőszer-használat 50%-os-, illetve a műtrágya-használat 20%-os csökkentése (*European Commission 2020a, European Commission 2020b*). Fenti célok eléréséhez az ökológiai gazdálkodási gyakorlat szélesebb körű alkalmazása jelentős mértékben hozzájárulhat.

Az ökológiai gazdálkodásban olyan fajták használata (lenne) a célszerű, melyek képesek alkalmazkodni az adott termőhelyi- és klimatikus viszonyokhoz és szintetikus anyagok (műtrágya, növényvédőszer) használata nélkül is jól fejlődnek. Azonban, mivel jelenleg kevesen foglalkoznak ökológiai nemesítéssel, mind nemzetközi, mind hazai szinten, az ökológiai gazdálkodók javarészt konvencionális körülmények között nemesített fajtákat használnak, melyek nem ökológiai gazdálkodási feltételekhez alkalmazkodtak (*Megyeri et al. 2021a, 2021b, Fehér 2021*). Ez indokolja egyrészt az ökológiai gazdálkodás feltételei között még nem tesztelt, de bizonyos jellemzői alapján arra alkalmas fajták vizsgálatát ökológiai termesztési viszonyok közt, másrészt az ökológiai gazdálkodás számára történő fajta-előállító nemesítést.

Anyag és módszer

A MATE Karcagi Kutatóintézetében 2022-ben elindítottuk kalászos növényeink (őszi búza, őszi tritikálé és őszi árpa) Ökológiai Nemesítési Programját (továbbiakban ÖNP). A program indításáról, annak körülményeiről és célkitűzéseiről szerzőtársaimmal egy korábbi írásunkban már beszámoltunk (*Czibalmos et al. 2022*).

A nemesítési célkitűzések meghatározását követően a szülő fajták szelekcióját végeztem el a hazai fajtakinálat alapján, ami őszi búza esetében 173, őszi tritikálé esetében 19, őszi árpa esetében pedig 65 fajtát jelentett. A szelekció egyrészt olyan tulajdonságok alapján történt, melyek az ökológiai gazdálkodásban előtérbe kerülnek, mint a különböző biotikus-, valamint abiotikus stresszfaktorokkal szembeni ellenálló-, illetve alkalmazkodóképesség (Ezen tulajdonságokat a fajtatulajdonosoktól származó fajtaleírások-, illetve tudományos publikációkban fellelhető információk alapján gyűjtöttem össze). Másrészt, őszi búza esetében rendkívül hasznos támpont volt a 2020 óta Karcagon is évente beállított, az ÖMKi által koordinált „ÖMKi-VSZT-NÉBIH kispárcellás ökológiai őszi búza fajtakísérlet” (*Fehér et al. 2020*) eredményei is (II). A karcagi fajták szelekciójánál a több évtizedes karcagi, illetve saját tapasztalatokra és eredményekre (*Asbolt et al. 2022*) támaszkodtam, melyek javarészt konvencionális körülmények közül származnak, azonban ezek a fajták a karcagi szélsőséges klíma- és talajviszonyok közt lettek nemesítve és bizonyítanak a mai napig abiotikus stressztűrő képességüket illetően. (A karcagi kalászos fajták ökológiai termesztési viszonyok közötti fajtakísérletét 2022-ben állítottuk be, melynek eredményei alapján a továbbiakban folyamatosan újabb szelekciókat hajtunk végre az ÖNP keretében.)

Eredmények

Az őszi búzafajták kiválasztásánál elsődleges szempont volt az ÖMKi-VSZT-NÉBIH öko kispárcellás fajtakísérleteiben elért terméshozam és/vagy termésminőség eredmény az ország különböző pontjain együttvéve, valamint külön figyelmet fordítottam a karcagi szélsőséges talajviszonyok és klímaadottságok közt elért eredményekre. Az őszi búza keresztezésekbe szülőkként kiválasztott fajtákat a kiválasztás alapját képező attribútumaikkal az 1. táblázat tartalmazza. őszi tritikálé (2. táblázat) és őszi árpa (3. táblázat) esetében elsődlegesen a biotikus és abiotikus stressztűrő tulajdonságok alapján választottam ki a fajtákat, emellett amely fajták a karcagi szélsőséges agroökológiai viszonyok között kiemelkedő terméshozamokat képesek produkálni, azok esetében azt is figyelembe vettem.

1. táblázat: Az őszi búza keresztezésekbe kiválasztott szülő fajták a kiválasztás alapját képező attribútumaikkal

Fajta	Termőképesség/minőség öko/szélsőséges feltételek között	Rezisztencia/tolerancia biotikus tényezőkre	Rezisztencia/tolerancia abiotikus tényezőkre
KG Széphalom	nagyon jó-, stabil termőképesség és minőség a karcagi szélsőséges agroökológiai feltételek között (Asbolt et al. 2022, I2)	sárgarozsda és Pyrenophora-, Drechslera-, illetve Septoria okozta levéltbetegségek ellen mérsékelt rezisztens (I2)	kiváló szárazságtűrés, kiváló fagy- és télállóság (I2)
KG Bendegúz	kiváló-, stabil termőképesség a karcagi szélsőséges agroökológiai feltételek között (Asbolt et al. 2022, I2)	-	kiváló szárazságtűrés, kiváló fagy- és télállóság (I2)
KG Kunhalom	kisparcellás öko őszi búza fajtakísérletben 2021 és 2022 évek átlagában a tesztelt fajták átlagát megközelítő terméshozam (5,9 t ha ⁻¹) (I3), jó termőképesség és nagyon jó minőség a karcagi szélsőséges agroökológiai feltételek között (Asbolt et al. 2022, I2)	szár- és levélrozsdá rezisztens, Pyrenophora-, Drechslera-, illetve Septoria okozta levéltbetegségek ellen mérsékelt rezisztens (I2)	kiváló szárazságtűrés, kiváló fagy- és télállóság (I2)
GK Pilis	kisparcellás öko őszi búza fajtakísérletben 2022-ben a tesztelt fajták átlaga feletti terméshozam (6,4 t ha ⁻¹) (I3)	kiváló bokrosodású, lisztharmat, levél- és szárrozsdá rezisztens (I4)	kiváló fagy-tűrés (I4)
GK Bagó	kisparcellás öko őszi búza fajtakísérletben 2021 és 2022 évek átlagában a tesztelt fajták átlaga feletti terméshozam (6,3 t ha ⁻¹) (I3)	lisztharmat és kalászfuzárium rezisztens, megfelelő általános rezisztencia (I4)	kiváló alkalmazkodóképesség, kiváló fagy- és télállóság, jó szárazságtűrő képesség (I4)
GK Déva	kisparcellás öko őszi búza fajtakísérletben 2021 és 2022 évek átlagában a tesztelt fajták átlagával megegyező terméshozam (6,1 t ha ⁻¹) (I3)	szár- és levélrozsdá rezisztens, jó általános rezisztencia (I4)	kiváló alkalmazkodóképesség (felvidéki és szegedi körülmények közt felváltva szelektált fajta), jó megdőlés-ellenállóság nagy termőképessége mellett (I4)
Mv Uncia	kisparcellás öko őszi búza fajtakísérletben 2021 és 2022 évek átlagában a tesztelt fajták átlaga feletti terméshozam (6,6 t ha ⁻¹) (I3)	kiváló szárrozsdá tolerancia; nagyon jó lisztharmat-, sárgarozsdával-, levélrozsdával- és levélfoltosságokkal szembeni tolerancia; jó kalászfuzárium tolerancia (I5)	jó fagy- és télállóság (I5)
Mv Ménrót	kisparcellás öko őszi búza fajtakísérletben 2021 és 2022 évek átlagában a tesztelt fajták átlaga feletti terméshozam (6,5 t ha ⁻¹) (I3)	betegségekkel szemben ellenálló, szárrozsdá rezisztens (I6)	jó fagy- és télállóság (I5)
Mv Pántlika	kisparcellás öko őszi búza fajtakísérletben 2021 és 2022 évek átlagában a tesztelt fajták átlaga feletti terméshozam (6,4 t ha ⁻¹) (I2)	komplex betegség-ellenállóság, szárrozsdá- és sárgarozsdá rezisztencia, jó gyomelnyomó képesség (I6)	jó fagy- és télállóság (I5), jó alkalmazkodóképesség (I6)
Bánkúti-1201	kisparcellás öko őszi búza fajtakísérletben 2021 és 2022 évek átlagában a legmagasabb fehérje- (12,27%) és nedvessikér-tartalom (24,84 %) (I3)	kalászfuzárium rezisztencia (Szunics és Szunics 1992, Szunics 2010)	jó fagy- és télállóság (Janda et al. 2003)

2. táblázat: Az őszi tritikálé keresztezésekbe kiválasztott szülő fajták a kiválasztás alapját képező attribútumaikkal

Fajta	Termőképesség/minőség öko/szélsőséges feltételek között	Rezisztencia/tolerancia biotikus tényezőkre	Rezisztencia/tolerancia abiotikus tényezőkre
KG Berek	jó termőképesség a karcagi szélsőséges agroökológiai körülmények között (Asbolt et al. 2022, I2)	lisztharmatra és sárga levélfoltosságra rezisztens, fuzárium az átlagnál gyengébben fertőzi (I2)	kiváló szárazságtűrés, kiváló fagy- és télállóság (I2)
Titán	nagyon jó termőképesség a karcagi szélsőséges agroökológiai körülmények között (Asbolt et al. 2022, I2)	lisztharmatra és sárga levélfoltosságra rezisztens, fuzárium az átlagnál gyengébben fertőzi (I2)	kiváló szárazságtűrés-, kiváló fagy- és télállóság (I2)
GK Szemes		szár- és sárgarozsda rezisztens, jó fuzárium ellenállóság, jó bokrosodási erély (I4)	
GK Maros		lisztharmat-, levélszöcske és szározsdá rezisztens, igen jó fuzáriummal szembeni ellenállóság (I4)	kiemelkedő alkalmazkodóképesség, bármely talajtípusra vehető, erőteljes gyökér- és szárnövekedése hozzájárul aszálytűrő képességéhez (I4)
Mv Talentum		szár- és levélszöcske rezisztens, jó bokrosodóképesség (I6)	
Fredro		kiemelkedő fuzáriumtolerancia, szározsdá rezisztens, kiváló gyomelnyomó képesség (I6)	

3. táblázat: Az őszi árpa keresztezésekbe kiválasztott szülő fajták a kiválasztás alapját képező attribútumaikkal

Fajta	Termőképesség/minőség öko/szélsőséges feltételek között	Rezisztencia/tolerancia biotikus tényezőkre	Rezisztencia/tolerancia abiotikus tényezőkre
KG Pusztá	jó termőképesség a karcagi szélsőséges agroökológiai körülmények között (Asbolt et al. 2022, I2)	Rinhospóriumos levélfoltossággal szemben rezisztens (I2)	kiváló szárazságtűrés-, kiváló fagy- és télálló képesség (I2)
KG Nagykun	jó termőképesség a karcagi szélsőséges agroökológiai körülmények között (Asbolt et al. 2022, I2)	árpalisztharmattal és törperozsdával szemben mérsékelt rezisztens (I2)	kiváló szárazságtűrő-, illetve fagy- és télálló képesség (I2)
Mv Initium	a NÉBIH védnöksége alatt zajló posztregisztrációs kísérletekben Karcagon stabilan átlag feletti terméshozam (kispárcellás kísérletben) (I7)	Rinhospóriumos levélfoltossággal, levélszöcskével, lisztharmattal és hálózatos levélfoltossággal szemben rezisztens (I6)	kiváló szárazságtűrés, mindenütt biztonságosan termesztendő (I6)
GK Aréna	a NÉBIH védnöksége alatt zajló posztregisztrációs kísérletekben Karcagon 10,46 t ha ⁻¹ terméshozam (kispárcellás kísérletben) (I4)	főbb gombabetegségekkel szemben toleráns (I4)	kiváló szárazságtűrés (I4)
Viktória		árpalisztharmat és hálózatos levélfoltosság ellen rezisztens (I8)	kiváló szárazságtűrés (I8)
KH Malko	karcagi körülmények közt az egyik legbőtermőbb árpafajta a mai napig	Hálózatos levélfoltossággal kis mértékben fertőződhet (I9)	jó szárazságtűrés, jó alkalmazkodóképesség (I9)

Irodalom

- Asbolt, G., Czibalmos, R., Murányi, E., Zsigrai, G. (2022): Őszi kalászos gabonanövények nemesítése a Nagykunság szélsőséges agroökológiai feltételei között. In Zsembeli, J. (szerk.): *75 éves a Karcagi Kutatóintézet 1947-2022: Válogatás a MATE Karcagi Kutatóintézet kutató-fejlesztő munkájának eredményeiből*. Gödöllő, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem. 87-102.
- Czibalmos, R., Asbolt, G., Murányi, E., Zsigrai, G. (2022): A karcagi nemesítésű őszi kalászosok konvencionális nemesítésétől az ökonemesítésig. In Zsembeli, J. (szerk.): *75 éves a Karcagi Kutatóintézet 1947-2022: Válogatás a MATE Karcagi Kutatóintézet kutató-fejlesztő munkájának eredményeiből*. Gödöllő, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem. 73-86.
- European Commission (2020a): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: EU Biodiversity Strategy for 2030: Bringing nature back into our lives. Brussels. URL: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:a3c806a6-9ab3-11ea-9d2d-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF Letöltés ideje: 2023. 03. 09.
- European Commission (2020b): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system. Brussels. URL: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:ea0f9f73-9ab2-11ea-9d2d-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF Letöltés ideje: 2023. 03. 09.
- European Commission (2021): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: On an action plan for the development of organic production. Brussels. URL: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:13dc912c-a1a5-11eb-b85c-01aa75ed71a1.0003.02/DOC_1&format=PDF Letöltés ideje: 2023. 03. 09.
- Fehér, J., Mikó, P., Drexler, D. (2020): Elindult az országos öko gabona fajtateszt hálózat. *Biokultúra*, **31** (6), 16-17.
- Fehér, J. (2021): Az ökológiai gazdálkodásban természetű új fajtatípusok és az ökológiai nemesítés előnyei. *Agrofórum*, **32** (6), 76-79.
- Janda, T., Szalai, G., Krisztina, R.-G. – Veisz, O. – Páldi, E. (2003): Comparative study of frost tolerance and antioxidant activity in cereals, *Plant Science*, **164** (2): 301-306. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(02\)00414-4](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(02)00414-4)
- KSH (2021): Fenntartható fejlődési célok: Ökológiai gazdálkodás. URL: <https://www.ksh.hu/sdg/3-21-sdg-13.html> Letöltés ideje: 2023. 03. 09.
- Megyeri, M., Vida, G., Mikó, P. (2021a): Az ökológiai nemesítés és fajtahasználtság helyzete és feltételei. *Biokultúra*, **32** (1), 9-11.
- Megyeri, M., Vida, G., Mikó, P. (2021b): Az ökológiai kalászos gabona nemesítés elmélete és gyakorlata Martonvásáron. *Biokultúra*, **32** (2-3), 41-43.
- Nagy, J. (2021): Megjelent az új ökológiai cselekvési terv. *Biokultúra*, **32** (2-3), 24-25.
- Nemzeti Cselekvési Terv az Ökológiai Gazdálkodás Fejlesztéséért (2022-2027). URL: <https://cdn.kormany.hu/uploads/document/d/d0/d07/d079527ac2aab7648b1e2b055956a0809bb3ba93.pdf> Letöltés ideje: 2023. 03. 09.
- Szunics L. (2010): Régi magyar búzafajták kalászfuzárium ellenállóságának és minőségének vizsgálata. OTKA K049080 pályázat. Zárójelentés. MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet, Martonvásár. URL: http://real.mtak.hu/2320/1/49080_ZJ1.pdf Letöltés ideje: 2023. 03. 21.
- Szunics Lu. – Szunics L. (1992): Búza kalászfuzárium fertőzési módszerek és a fajták fogékonysága. *Növénytermelés*, **41** (3): 201-210.

Internetes hivatkozások

- I1: Az ÖMKi-VSZT-NÉBIH Öko Őszi Kalászos Posztregisztrációs Fajtakísérletek Eredményei 2022. URL: http://biokutatas.hu/upload/inline/%C3%96ko%20kisparcell%C3%A1s%20gabona%20fajtatessztek_2022.pdf Letöltés ideje: 2023. 03. 21.
- I2: MATE KKI Fajtaismertető Szórolap. URL: <https://karcag.uni-mate.hu/documents/301654/0/mate-kki-fajtaismerteto-web.pdf/9dc7cfc5-fc9e-04f2-e7cc-4d1f9db5c503?t=1636637964537> Letöltés ideje: 2023. 03. 21.
- I3: Az ÖMKi-VSZT-NÉBIH Öko Őszi Kalászos Posztregisztrációs Fajtakísérletek Eredményei 2022. URL: http://biokutatas.hu/upload/inline/%C3%96ko%20kisparcell%C3%A1s%20gabona%20fajtatessztek_2022.pdf Letöltés ideje: 2023. 03. 21.
- I4: Gabona Kutató Őszi fajtaajánlat. 2021. URL: <https://www.gabonakutato.hu/uploads/brochure/60af9d7ddc7f8112254965.pdf> Letöltés ideje: 2023. 03. 21.

- I5: Marton Genetics Termékkatalógus. 2020. URL: http://martongenetics.com/wp-content/uploads/2021/04/Magyar_katalo%CC%81gus_2020.pdf Letöltés ideje: 2023. 03. 21.
- I6: Marton Genetics Vetőmag Katalógus. 2022. URL: https://martongenetics.com/wp-content/uploads/2021/05/Marton-Genetics-katalogus-2022_HUN.pdf Letöltés ideje: 2023. 03. 21.
- I7: Marton Genetics Termékkatalógus. 2018. URL: <https://docplayer.hu/105278767-Termekcatalogus-oszi-kalaszos-repce.html> Letöltés ideje: 2023. 03. 21.
- I8: Agromag Fajtaajánlat 2021. URL: http://agromag.hu/wp-content/uploads/2021/03/Agromag_2021_FajtaajanlatB.pdf Letöltés ideje: 2023. 03. 21.
- I9: Őszi árpa fejtaleírások. URL: https://varganetunde.com/dok/oszi_arpa_fajtaleirasok.pdf Letöltés ideje: 2023. 03. 21.

EGY GÉN, AMI ALAPVETŐEN VÁLTOZTATJA MEG A KUKORICA LOMBKORONA ARCHITEKTÚRÁJÁT

Martonvásári leveles (Lfy) hibridek

Pintér János, Marton L. Csaba, Pók István, Berzy Tamás, Szőke Csaba, Tóthné Zsubori Zsuzsanna, Csepregi-Heilmann Eszter, Áldott-Sipos Ágnes, Spitkó Tamás

Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Kukoricanevelési Osztály, Martonvásár

Európa első Lfy (leveles) hibridjét a martonvásári kukoricanevelési program keretén belül állítottuk elő, s 2002-ben KÁMASIL néven került regisztrálásra. E speciális, dominánsan öröklődő Lfy gén új korszakot nyitott a silókukorica termesztés területén.

Sikerük elsősorban abban rejlik, hogy ezen hibridek lombkorona architektúrája merőben eltér a hagyományos hibridekétől. Felhasználásával a csőeredési magasság lényegesen csökken, a cső feletti levélszáma viszont 10-14-re nő. Ennek köszönhetően az értékes, hasznosítható levélfelület gyakran 40%-al is nagyobb, mint a hasonló éréscsoportba tartozó hagyományos hibrideké. Betakarításkori zöldtömegük mellett - a szintén kiemelkedően magas össz-száranyag tartalom – optimális, öntözött körülmények között - jóval 70 t/ha felett van.

A másik, szintén nem elhanyagolható előnyük a szemek perikarpiumának könnyű roppanthatósága. Így a hektáronkénti óriási biomassza minden értékes eleme kiválóan hasznosul, ami a tejtermelő gazdaságok profitabilitásában – és az egységnyi területre számított plusz tejhozamnak köszönhetően - is megmutatkozik.

A Lfy gén előnyeit eddig egy konkrét genotípushoz kapcsolt beltenyésztett vonalnak számos más rokonsági körhöz tartozó martonvásári vonallal történő keresztezésével használtuk ki. Ennek eredményeként az elmúlt két évtizedben közel 12 leveles hibridünk került felt az EU fajtalistájára. Ezek közül több Lfy hibridünk is nagy sikert futott be mind a hazai, mind számos külföldi piacon.

A silókukorica termesztők oldaláról továbbra is nagy az érdeklődés és igény a martonvásári „leveles” hibridek iránt. Nemesítői oldalról ezért is javasoljuk a már évek óta sikereket hozó hibridek piacon tartását, további Lfy hibridek hazai és külföldi állami fajtakísérletekbe történő bejelentését.

Az elmúlt 2022-es évben pedig újabb két Lfy gént tartalmazó beltenyésztett vonallal (az előzőtől eltérő genetikai háttérrel rendelkező) indítottunk programot. E tesztkeresztezések első eredményeit a 2023-ban beállításra kerülő multilokális hibridkísérletekben fogjuk látni.

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.

RHIZOBIUM KÉSZÍTMÉNNYEL KEZELT NS PIONIR ŐSZI TAKARMÁNYBORSÓ ÜZEMI- KIS- ÉS NAGYPARCELLÁS KÍSÉRLETEINEK TAPASZTALATAI

Czibalmos Róbert¹, Asbolt Gergő, Piszkerné Fülöp Éva² Zsigrai György¹
és Murányi Eszter¹

¹MATE Karcagi Kutatóintézet
²MATE NTTI Iregszemcsei Állomás

Mélyben sós alföldi meszes csernozjom talajon beállított rhizobium készítménnyel végzett kísérleteink (2015-2022) eredményei alapján az „NS Pionir” őszi takarmányborsó jelzőnövény és a talaj reakcióit vizsgáltuk. A 2015-ös nyitó évben a „POLIRIZ MF” készítményt Karcagon, üzemi körülmények és nagyparcellás kísérlet feltételei között teszteltük, kétféle talajon: mélyben sós alföldi meszes csernozjom és mészlepedékes csernozjom talajokon, mérve a termést (t/ha) és annak fehérjetartalmát (%). Termés tekintetében 13,7% és 31,7% volt a növekmény a két talajtípuson. A kontroll terület szemtermésének 19,3%-os fehérjetartalmával szemben a polirizis kezelés szemtermésének fehérjetartalma 21,2% volt. A 2021-2022 tenyészidőszakban karcagi és iregyszemcsei helyszíneken négyismétléses, kisparcellás kísérletek kerültek beállításra. Az „NS Pionir” vetőmag a kezeletlen (kontroll) mellett három kezelést kapott: csávázott, csávázott és „POLIRIZ MF” készítménnyel kezelt és csak a „POLIRIZ MF” készítménnyel kezelt vetőmagok. A négyismétléses kísérletek varianciaanalízisének eredményei mindkét helyszínen azt mutatták, hogy a legnagyobb terméseket a csávázott, majd a „POLIRIZ MF” készítménnyel kezelt parcellák produkálták. A szárazanyag tartalomra a kezeléseket nem voltak hatással. A legnagyobb nyersfehérje tartalmat a magtermésben szintén a csávázószerral és „POLIRIZ MF” készítménnyel kezelt parcellákon mértük.

Kulcsszavak: őszi takarmányborsó, rhizobium oltás „POLIRIZ MF” kezeléssel, nyersfehérje, szárazanyag tartalom, ezermagtömeg

EXPERIENCES ON FARM, SMALL- AND LARGE PLOT EXPERIMENTS WITH NS PIONIR WINTER FODDER PEAS TREATED WITH RHIZOBIUM PREPARATION R. CZIBALMOS¹, G. ASBOLT¹, É. F. PISZKERNÉ², GY. ZSIGRAI¹ and E. MURÁNYI¹

¹Research Institute of Karcag of Hungarian University of Agriculture and Life Sciences
²Research Station of Iregszemcse of NTTI Hungarian University of Agriculture and Life Sciences

Based on the results of our experiments (2015-2022) with the rhizobium preparation set up on deep saline lowland calcareous chernozem soil, we investigated the reactions of the indicator plant (“NS Pionir” fodder pea) to the preparation and the soil. In the starting year (2015), the “POLIRIZ MF” preparation was tested under farm conditions in Karcag on two types of soil: deep saline lowland calcareous chernozem and meadow chernozem soils, measuring the grain yield (t/ha) of pea and its protein content (%). In terms of yield, the increase was 13.7% and 31.7% on the two soil types, respectively. In addition to the 19.3% grain protein content of the control, the protein content of the grain yield of the “POLIRIZ MF” treatment was 21.2%. Starting from the 2021-2022 growing season, two small-plot experiments were set up at the Karcag and Iregszemcse sites, in four repetitions. In addition to the untreated (control) seeds, the “NS Pionir” sowing seeds received three treatments: coated, coated and treated with “POLIRIZ MF” preparation and seeds treated only with “POLIRIZ MF” preparation. The results of the analysis of variance of the four-replicated experiments at both locations showed that the highest yield results were achieved by the coated treatment followed by the Poliriz treatment. The treatments had no effect on the dry matter content. The highest crude protein content of the grain was also found in the case of double seed treatment.

Key words: fodder peas, rhizobium treatment with “POLIRIZ MF”, crude protein content, dry matter content, thousand grain weight

Bevezetés

Az utóbbi néhány évben a mezőgazdaságban is jelentkező inputanyag árrobbanás érzékenyen érintette a növénytermesztőket. A XX. század elejétől az istállótrágyázás háttérbe szorulásával a műtrágyák használata vált általánossá a gazdálkodóknál. Magyarországon az elmúlt két évtizedben

bevezetett uniós és hazai célzott támogatások biztosították a kiegyensúlyozott tápanyag gazdálkodást és egyben a nagy terméshozamokat. Ez a jól bejáratott, sok évtizedes gyakorlat omlott össze az elmúlt másfél-két évben. Az egyre kedvezőtlenebb ökológiai körülmények mellett az ökonómiai háttér is teljes mértékben a gazdálkodók ellen fordult. A klasszikus műtrágyaféleségek ára megnégyszereződött, és a földgáz drágulása miatt drasztikus áruhiány is jelentkezett a műtrágya-piacokon. Ilyen körülmények között a megfelelő vetésváltás, N-kötő készítmények alkalmazása, a pillangós növények beiktatása az új Agrár Ökológiai Program (AÖP) és a gazdálkodók érdeklődésének a fókuszába kerültek (Sarok 2022). A pillangós virágú növények gümőiben található rhizóbiumok a légkörben található nitrogént ammóniává alakítják. A szakirodalom szerint a biológiailag megkötött nitrogén a mezőgazdaság számára szükséges nitrogén mintegy felét képes biztosítani (Caliskan et al. 2008). Ennek a mennyisége függ a pillangós fajtól, a tenyészedőszak hosszától, a rhizóbium baktériumok számától, az adott termőhely klímájától (Bayoumi et al., 1995). Minél gazdagabb egy adott táj termőtalaja nitrogénkötő baktériumokban, annál nagyobb mennyiségben válik elérhetővé a talajban a haszonnövény számára a természetes nitrogén: ennek mennyisége egy évben, átlagosan, természetes körülmények között 100-200 kg is lehet (Murray et al. 1997)! Ezen baktériumok csíraszama és diverzitása növelhető (Salvagiotti et al. 2008), tenyészedőszak felszaporításával, vivőanyagok segítségével a talajba juttathatóak. Ezen, több évtizede folyó kísérleteknek az eredménye a vetőmagvak felületére felvitt baktériumtörzsek (Szegei et al. 1990). E módszerek alapján az utóbbi években megugrott az ilyen típusú oltóanyagok előállítása és ezek kereskedelmi forgalmazása (Ködöböcz et al. 2011). A helyspecifikus gazdálkodáshoz hasonlóan itt is figyelembe kell venni a termesztési táj ökológiai körülményeit, a talajökológiát, és kiemelten kell figyelni az alkalmazott baktériumtörzsek gazdanövény specificitására is (Köves-Péchy et al. 1990). Nagy lehetőségek vannak még a molekuláris biológiai kutatásokban, ezek célja a pillangósok mellett más növényfajok felruházása nitrogénkötő képességgel (Endre 2013).

Anyag és módszer

A „POLIRIZ MF” egy olyan termésmenővelő készítmény, amely „*Rhizobium leguminosarum*” és „*Rhizobium phaseoli*” gyökérgümőt képző, pillangós virágú növényekkel szimbiózisban élő baktériumok F400, MZ817, MZ819, MZ808 és FL-RCR3644 törzseit tartalmazza; magcsávázó szer, tőzeg vivőanyag. A 2015. évi 2,4 hektáros üzemi kísérlet karcagi réti csernozjom talajon került beállításra, fénymag elővetemény után. A terület felében kontrollként „Vitavax 2000” csávázószerrel kezelt vetőmag került elvetésre, másik felében csávázószerrel és „POLIRIZ MF”-el kezelt mag került elvetésre. A nagyparcellás kísérlet előveteménye őszi búza volt. A borsó vetőmag kezeletlen (kontroll) mellett három kezelést kapott: csávázott, csávázott és „POLIRIZ MF” készítménnyel kezelt és csak a „POLIRIZ MF” készítménnyel kezelt.

Karcagon és Iregszemcsén 2021-ben került beállításra mélyben sós alföldi meszes csernozjom és mészlepedékes csernozjom talajon a „POLIRIZ MF” borsó és bab rhizóbium oltóanyag tesztelése „NS Pionir” őszi takarmányborsó jelzőnövényvel. Az oltóanyaggal kezelt vetőmag Karcagon 2021.10.12-én, Iregszemcsén 2021.10.20-án került elvetésre. A két helyszínen az elővetemény őszi árpa, illetve kukorica volt. Négyismétléses, kisparcellás kísérletek (156 m² alapterületű parcellák) kerültek beállításra. A vetőmag kezelés a 2015-ös kísérletek metodikáját követte: a kontroll mellett a borsó vetőmag három kezelést kapott: Vitavax-szal csávázott, csávázott és „POLIRIZ MF” oltóanyaggal kezelt és csak a „POLIRIZ MF” oltóanyaggal kezelt (továbbiakban oltóanyag). A vizsgálati protokoll szerint rögzítésre került a vetésidő, a kelés és betakarítás ideje. A vegetációs időszak alatt folyamatosan fotósorozatok is készültek a kezelésekre parcelláiról, azok ismétléseiről. Növény- és talajvizsgálatok készültek (zöldtömeg, nyersfehérje és szárazanyag tartalom mérés) a virágzás kezdetekor, valamint a kezelésekre talajainak fizikai- és kémiai tulajdonságait is vizsgáltuk (pH, Arany-féle kötöttség, vízdoldható összes só, szénsavas mész, humusz%, NO₃+NO₂ tartalom). Betakarításkor a nedvesség és hozammérés, ezerszemtömeg mérés mellett, laboratóriumban a szemtermésből nyersfehérje és szárazanyag tartalom mérések történtek. A két helyszín szemterméseinek méret szerinti osztályozása is megtörtént. A négyismétléses kísérletek adatait a Sváb (1981) által megadott metodika szerint egytényezős varianciaanalízissel elemeztük.

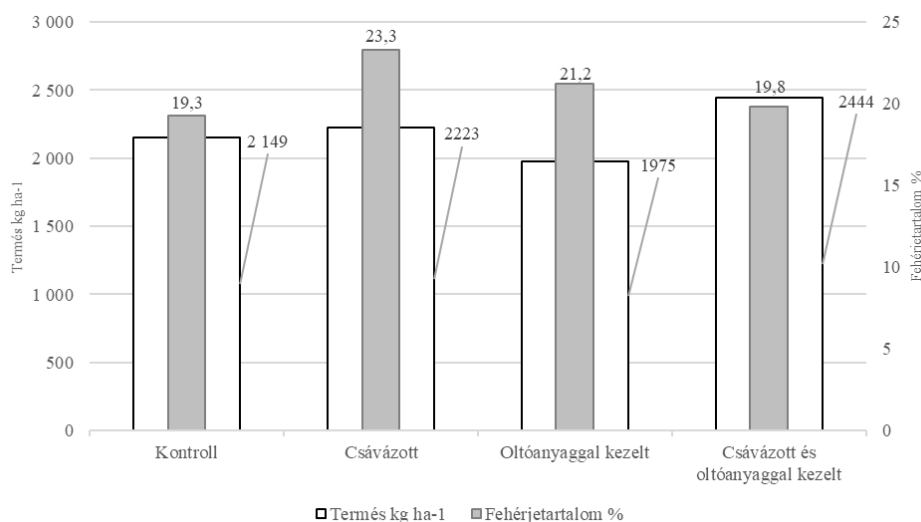
Eredmények

A 2015. évi karcagi üzemi kísérletben mért termés a kontroll területen 1 867 kg ha⁻¹ volt, az oltóanyaggal kezelt területen 2 459 kg ha⁻¹. A nagyparcellás kísérlet terméseredményeinél a csávázott és oltóanyaggal kezelt parcella terméshozama volt a legnagyobb (2 444 kg ha⁻¹), ezt követte a csávázott parcella 2 223 kg ha⁻¹-al. A magtermés fehérjetartalmának elemzése alapján a csávázott vetőmagos parcella szemtermésénél mértük a legnagyobb fehérjetartalmat (23,3%), ezt követte az oltóanyaggal kezelt parcella 21,2 %-kal (1. ábra).

1. ábra A nagyparcellás őszi borsó kísérlet terméseredményeinek és a szemtermések fehérjetartalmának alakulása a különböző kezelésekben, Karcag, 2015

A 2021-2022-es időszak szélsőséges időjárása, az extrém aszály éreztette hatását a karcagi helyszínen: 2021 júliusától 2022 júniusáig alig 308 mm csapadék esett, míg ugyanebben az időszakban Iregszemcsén 506 mm csapadékot mértek. A kétféle talajtípus három kezelésének és a kontroll talajvizsgálati eredményei azt mutatják, hogy a karcagi savanyú, kötött talaj humusztartalma hiába nagyobb, jelentősen kisebb a mész- és a (NO₃+NO₂)-N tartalma, mint az iregsemcei mészlepedékes csernozjom talajának (1. táblázat), ezért a tápanyagok feltáródása is vontatottabb volt Karcagon.

1. táblázat Karcagi és iregsemcei talajvizsgálatok eredményei őszi borsó oltóanyag kísérletben (2022)



	Karcag (réti csernozjom talaj)					Iregsemce (mészlepedékes csernozjom talaj)						
	pH (KCL)	K _A	Vízoldható összes só	Szén-savas mész	Hu %	(NO ₃ +NO ₂)-N	pH	K _A	Vízoldható összes só	Szén-savas mész	Hu %	(NO ₃ +NO ₂)-N
Kontroll	5,3	38	<0,02	0,09	2,7	11,6	7,5	27	0,04	4,21	1,7	31,0
Oltott	5,7	37	0,03	0,13	2,6	13,0	7,5	30	0,04	3,09	1,6	25,0
Csávázott	5,3	36	<0,02	0,09	2,5	18,9	7,5	28	0,04	2,79	1,6	22,2
Csávázott és oltott	5,7	40	<0,02	0,09	2,6	9,1	7,4	29	0,04	4,64	1,6	25,5

A két kísérleti helyszín parcelláin betakarított őszi takarmányborsó termésmennyiségei is jól jelzik a két tájegység eltérő ökológiai adottságait. Karcagon 1,8-2,2 t ha⁻¹, Iregszemcsén 2,6-3,5 t ha⁻¹ termést mértünk. A legnagyobb terméseredményeket mindkét kísérleti helyszínen a csávázott kezelés eredményezte, ezt követte az oltott kezelés (2. táblázat).

2. táblázat Kisparcellás őszi borsó terméseredmények oltóanyag-kísérletben, két kísérleti helyszínen (2022)

Helyszín	Karcag		Iregszemcse		EMT (g)
	kg ⁻¹ parcella	t ⁻¹ ha	kg ⁻¹ parcella	t ⁻¹ ha	
Kontroll	5,3	1,8	7,8	2,6	88,9
Oltott	6,1	2,0	8,7	2,9	89,9
Csávázott	6,5	2,2	10,4	3,5	87,6
Csávázott és oltott	5,5	1,8	8,2	2,7	88,7

A kísérletek egytényezős varianciaanalíziseinek eredményei azt mutatták, hogy egyedül a terméseredményeknél volt szignifikáns különbség a kezelések között (3. táblázat).

3. táblázat Kezelések hatása az őszi borsó terméseredményére (kg⁻¹ parcella) kisparcellás oltóanyag-kísérletben, két kísérleti helyszínen (2022)

Helyszín	Kezelés				SzD _{5%}
	Kontroll	Csávázott	Oltóanyaggal kezelt	Csávázott és oltóanyaggal kezelt	
Karcag	5,20	6,37	5,43	5,96	0,58*
Iregszemcse	7,84	10,37	8,67	8,15	1,54*

*szignifikáns

A növényvizsgálatok eredményeit elemezve megállapítható, hogy a beállított négyismétléses kísérlet első – a kísérlet szempontjából szélsőségesen száraz – évében (2022) karcagi zöld növényi minták szárazanyag- és nyersfehérje-tartalom értékei nagyobbak voltak, mint az iregsemcsei értékek (karcagi átlagértékek: 92,65 m/m%, iregsemcsei minták átlagértéke 87,9 m/m%, átlagos nyersfehérje-tartalom: 22,2% illetve 15,3% volt). A betakarított magtermés szárazanyag- és nyersfehérje tartalmára a kezelések nem voltak szignifikáns hatással (4-5. táblázat). A nyersfehérje tartalom Karcagon 26,2-26,8%, Iregsemcsén 27,7-28,7% között változott. Legnagyobb értékeket Karcagon a csávázott és oltott kezeléseknél, míg Iregsemcsén a csávázott vetőmagból kelt növények termésénél mértük.

4. táblázat Kezelések hatása az őszi borsó szemtermésének szárazanyag-tartalmára (m/m%) kisparcellás oltóanyag-kísérletben, két kísérleti helyszínen (2022)

Helyszín	Kezelés				SzD _{5%}
	Kontroll	Csávázott	Oltóanyaggal kezelt	Csávázott és oltóanyaggal kezelt	
Karcag	91,33	91,45	91,48	91,48	0,13*
Iregszemcse	87,98	87,98	88,15	87,95	0,37*

* nem szignifikáns

5. táblázat Kezelések hatása az őszi borsó szemtermésének nyersfehérje-tartalmára (%) oltóanyag-kísérletben, két kísérleti helyszínen (2022)

Helyszín	Kezelés				SzD _{5%}
	Kontroll	Csávázott	Oltóanyaggal kezelt	Csávázott és oltóanyaggal kezelt	
Karcag	26,45	26,17	26,52	26,80	0,93*
Iregszemcse	27,70	28,72	27,95	28,48	1,18*

* nem szignifikáns

A 2022-es év szélsőségesen száraz tenyészidőszaka negatív hatással volt a szemtermés ezermagtömegére is, de ezen belül technikai okok miatt jelentős eltérés adódott a két kísérleti helyszínen mért adatokban¹. A varianciaanalízis eredményei szerint itt sem volt tapasztalható szignifikáns különbség a kezelések között (6. táblázat).

6. táblázat Kezelések hatása az őszi borsó szemtermésének ezermagtömegére (g) kisparcellás oltóanyag-kísérletben, két kísérleti helyszínen (2022)

Helyszín	Kezelés				SzD _{5%}
	Kontroll	Csávázott	Oltóanyaggal kezelt	Csávázott és oltóanyaggal kezelt	
Karcag	96,75	97,60	93,88	97,38	3,98*
Iregszemcse	88,90	89,85	87,60	88,68	4,82*

* nem szignifikáns

A 200 g tömegű szemtermés rostás frakcióvizsgálata egyértelműen azt mutatta, hogy Karcagon az oltott kezelésű parcellák szemterméseinek 96,4%-a a „közepes-nagy” (4,5-6,5 mm) magméret kategóriába estek, ez Iregszemcse esetében nagyobb (99,3%) volt. A csávázott és oltott kezelésnél ez 96,8%, illetve 97,4% volt, tehát itt is tetten érhető az oltóanyag pozitív, magméret-növelő hatása. A kezelések elemzése során egyértelműen bebizonyosodott, hogy az alkalmazott csávázószer inkább pozitívan befolyásolta a rhizóbium törzsek fejlődését. Iregszemcsén a csávázott + kezelt parcellán volt a legmagasabb (15) az átlag gümőszám. A karcagi helyszínen a nyersfehérje-, az ezerszemtömeg- és a frakcióvizsgálat értékek ennél a két kezelésnél voltak a legnagyobbak (5-6. táblázatok).

A két időszak – nagyüzemi- kis- és nagyparcellás – kísérleteinek eredményei megerősítették, hogy a kisparcellás kísérlet folytatása mindenképpen indokolt, sőt egy újabb (pl. vetés előtti műtrágyázás) kezeléssel érdemes bővíteni a kísérletet, ellenőrizendő azt a hipotézist, miszerint a vetés előtti N adagolás fékezi a baktériumok és a haszonnövény gyökérzete közötti szimbiózis fejlődését.

Irodalom

- Bayoumi, B. Bíró, S. Balázsy, M. Kecskés (1995): Rhizobium and Bradyrhizobium strain affected by inhibitory environmental factors. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica*, **42**, 61-69.
- Caliskan, I. Ozkaya, M.E. Caliskan, M. Arslan (2008): The effect of nitrogen and iron fertilization on growth, yield and fertilizer use efficiency of soybean in a Mediterranean-type soil. *Field Crops Research*, **108**, 126–132
- Endre, G. (2013): Nitrogénkötő szimbiózis. *TermészetBúvár*. **5**. 10-12.
- Ködöböcz, L., Zsíros, L. R., Murányi, A. (2011): A szójaoltás hatása csernozjom talajon. *Agrokémia és Talajtan*. **60**. 233-244.
- K. Köves-Péchy, É. Bakondi-Zámory, T. Szili-Kovács, J. Szegi (1990): Investigation of natural Rhizobial population in Hungarian soils demonstrated in four leguminous plants. *Agrokémia és Talajtan*. **39**. 335–342.
- Murray, J., Pate, J., & Sanford, P. (1997): Nitrogen fixation by annual legumes in Australian Mediterranean agriculture. *Aust. J. Agric. Res.* **48**. 267–293.
- Salvagiotti, F.; Cassman, Kenneth G.; Specht, James E.; Walters, Daniel T.; Weiss, Albert; Dobermann, Achim R., (2008): Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans. *Field Crops Research*. **108**. 1-13.
- Sarok E. (2022): Miért hány pont jár az agroökológiai programban? Itt van a frissített lista. *Agroinform*, <https://www.agroinform.hu/palyazatok/agro-okologiai-program-pontok-gyakorlatok-tamogatas-59146-001>
- Szegi, J. (1990): Hungarian experiments with the utilization of rhizobial inoculant in practice. *Agrokémia és Talajtan*. **39**. 325-328.

¹ Az iregsemcsei minta ezerszemtömegének bemérése 2022 novemberében zajlott, a hosszabb tárolási idő alatt raktári kártevőkkel fertőződött a magminta csomag, innen adódott a kezeléseknél mért alacsonyabb értékek.

MINŐSÉG VIZSGÁLATOK ŐSZI BÚZA (*TRITICUM AESTIVUM* L.) VONALAKNÁL

Pepó Pál

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

Alapkérdés biológiai feltételként az, hogy milyen fajtát válasszunk, milyen a fajta potenciális minősége és stabilitása. Ha a hazai búzatermesztés jövőjét a minőség és az intenzitás fogja megalapozni, minden egyes gazdálkodási elemet súlyozottan kell számításba venni, úgymint a termőhelyi adottságokat, műszaki-technikai felkészültséget illetve a gazdaságossági számításokat. Tehát az elkövetkezendőkben még fontosabb lesz olyan kiváló sütőipari minőséget adó, továbbá különböző évszakokban, termőhelyeken ezt stabilan tartó fajták kiválasztása, amelyek a termelőknek és a kereskedőknek is kedvezőbb értékesítési lehetőségeket nyújtanak. Az őszi búza alveográfus és minőségi paramétereit vizsgálva, megállapíthatjuk, hogy fajtáink közül három, a 31, 82 és a 306 jobb alveográfus és minőségi tulajdonsággal rendelkezik, mint a sztenderdek. Ezen fajták tészta W értékük alapján kiváló a sütőipari felhasználás szempontjából.

Kulcsszavak: őszi búza, minőség

QUALITY INVESTIGATION OF WINTER WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.) LINES

P. PEPO

University of Debrecen. Faculty of Agriculture, Food Sciences and Environment Management,
Institute of Plant Sciences

The basic question as a biological condition is, that which variety to choose and what is the potential quality and stability of the variety. If the future of domestic wheat cultivation is based on quality and intensity, each farming element must be taken into consideration, such as the characteristics of the growing site, the technical background and the economic calculations. Therefore, in the coming years, it will be even more important to select varieties that provide excellent quality for the baking industry and that maintain this quality stably in different seasons and production locations, which will provide producers and traders with more favorable sales opportunities. Examining the alveographic and quality parameters of winter wheat, we can conclude that three of our varieties (numbers 31, 82 and 306) have better alveographic and quality characteristics than the standards. Based on their W value, the dough of these varieties is excellent for use in the baking industry.

Key words: winter wheat, quality

Bevezetés

Magyarország földrajzi fekvése meghatározott búzatípus termesztését teszi lehetővé. A piaci igények folyamatos változása miatt napjainkban a termelők elsődleges feladata az optimális termésmennyiség elérése a legjobb minőségi mutatók mellett. Az őszi búzatermesztés tekintetében a fajta jelenti a leg gazdaságosabban megtérülő befektetést, így a nemesítőknek jelentős feladata van abban, hogy a termelők számára megfelelő minőségű genetikai alapanyagot állítsanak elő. A kapott minőségi paramétereket, ha különböző statisztikai módszerek segítségével összehasonlítjuk, akkor később következtetni tudunk arra, hogyan viselkedik a tészta a kenyérgyártás során (Cressey *et al.* 1987).

A búza élelmiszeripari felhasználhatóságának egyik általánosan elfogadott fontos minőségi tulajdonsága a fehérjetartalom. Kémiai összetételére jellemző a jelentős keményítőtartalom (>65%), a nagy fehérjetartalom (8-16%), és az alacsony lipidtartalom (<2,5%) (Lásztity 1981).

A sikéreképző fehérjék összefüggő fehérjehálózat létrehozására képesek, mennyiségi és minőségi mutatói pedig a gázt visszatartó tézstaszerkezet szempontjából fontosak. Többen állítják, hogy a liszttulajdonságok, így a tézsta reológiai viselkedése, nagyban függnek a búza genotípusától. Ezeket a tulajdonságokat ezek szerint a genetikailag kódolt fehérjék határozzák meg. A fehérjetartalom h^2 értéke alacsony (Pearson *et al.* 1981; Samson *et al.* 1983), vagy közepes (Lofregen *et al.* 1968; Guthrie *et al.* 1983).

Az őszi búzalisztek minőségét jól meghatározza az általunk is vizsgált alveográfus W érték, amely a tézstaminta végérvényesen bekövetkező deformációjához, azaz kiszakadásához szükséges energiát adja meg (Rasper *et al.* 1986; Schöggel 1998). A W érték, másképpen kifejezve, a tézsta nyújtásához szükséges munkát jelenti (Rakszegi *et al.* 2004).

Európában a legfontosabb statikus vizsgáló műszer a Chopin alveográf (Farifdi, Rasper 1987). Az alveográf a Hankóczy Jenő által feltalált farinométer korszerű változata, aminek különlegessége, hogy a tézsta nem megy át rajta, hanem minden irányú nyújtással deformálja, miközben buborékká fújja, azaz utánozza a kelő tézstában keletkező gázbuborék tágulását.

Indrani és Venkateswara (2000, 2007), Yang *et al.* (1995) szerint a reológiai jellemzők, mint a farinográfus vízfelvevő képesség, extenzográfus arány és a görbe alatti terület szoros korrelációban állnak a tézsta minőségi jellemzőivel, a tézsta területével, a szakításához és összenyomáshoz szükséges erő mértékével. Az alveográfus görbe magassága a tézsta extenzográfus ellenállásának, az alveográfus görbehossz az extenzográfus nyújthatóságnak, továbbá az alveográfus görbe alatti terület az extenzográfus munkának a szinonim tulajdonság párja (Farifdi és Rasper 1987). Horváthné *et al.* (2001) a QTS25 állományvizsgáló berendezéssel mért eredmények között azt az összefüggést találta, hogy a valorigráfus vízfelvevő képességgel és a tézsta kialakulással, valamint a sikértartalommal nem mutatható ki kapcsolat.

Az extenzográfus maximális ellenállás a fehérjetartalommal, a sikérindexszel, a tézsta kialakulási idővel és a stabilitással; a nyújthatóság pedig a fehérjetartalommal, szárazsiker tartalommal és a sütőipari értékszámokkal; az energia a fehérjetartalommal és sikérindexszel változik együtt (Zuric *et al.* 2001.; Eagles *et al.* 2002). Markovics (2004) egy- és többváltozós statisztikai módszerekkel keresett összefüggéseket az őszi búza lisztek között. Megállapította, hogy az extenzográfus nyújthatóság, valamint az alveográfus W-értékkel több minta csoport esetén is szoros korreláció mutatható ki. Vida *et al.* (1996) 19 őszi búzafajta alveográfus és más sütőipari minőségi tulajdonságai közötti összefüggéseket vizsgálták, és statisztikailag igazolható módon szoros pozitív korrelációt állapítottak meg az alveográfus G és W érték között. Matuz *et al.* (1999) 29 őszi búzafajta 1995., 1996. és 1997. évi termésének 13 paraméterét (többek között az alveográfus P, L, P/L, W és G értéket) és összefüggéseit határozták meg korrelációval, főkomponens analízissel, és többváltozós regresszió analízissel. Vizsgálataik célja annak a megállapítása volt, hogy az alveográfus W érték mely minőségi paraméterrel mutatja a legszorosabb összefüggést. Megállapították, hogy az összefüggések többsége évről-évre eltérő. Pongráczné és Györi (2007) korreláció analízissel vizsgálva a paramétereket megállapították, hogy az extenzográfus ellenállás szoros pozitív korrelációt mutat az extenzográfus energiával és az alveográfus W értékkel, és közepes pozitív összefüggést az alveográfus P értékkel.

Az extenzográfus ellenállás az alveográfus P értékkel analóg mutató. A két paraméter csak közepes mértékben korrelál egymással. A P érték szoros összefüggést mutat a többi alveográfus mutatóval és gyenge kapcsolatot az extenzográfus energiával. Az extenzográfus nyújthatóság közepes erősségű kapcsolatot képez az alveográfus L és G paraméterekkel. Az extenzográfus nyújthatósággal paralel érték az alveográfus L paraméter, mely csak az alveográfus paraméterekkel mutat szignifikáns összefüggést (kivéve W érték). Az energia tulajdonság párja az alveográfus W érték, mely szoros pozitív kapcsolatot mutat az alveográfus P/L értékkel. Az alveográfus G érték az alveográfus P/L értékkel mutat szoros negatív kapcsolatot. Megállapították, hogy korrelációanalízissel becslve a hazánkban kevésbé ismert és alkalmazott minőségi mutatókat, az extenzográfus ellenállást az energia és az alveográfus W érték; az alveográfus energiát szintén az alveográfus W érték alapján tudjuk becsülni. Az alveográfus P és L értéket a többi alveográfus paraméterrel tudjuk becsülni.

Az alveográfus használata előnyös lehet a búza minőségének a javításánál, aminek következtében egyre szélesebb körben alkalmazzák (Rakszegi *et al.* 2004; Rasper *et al.* 1986; Schöggel 1998). A gabonafehérjék, továbbá az azokra történő szelekció fontos szerepet játszik a jobb minőségű őszi búza

genotípusok előállításánál (Gutrie 1984; Lásztity 1981; Lofregen 1968; Pearson et al. 1981; Samson et al. 1983; Yang et al. 1995).

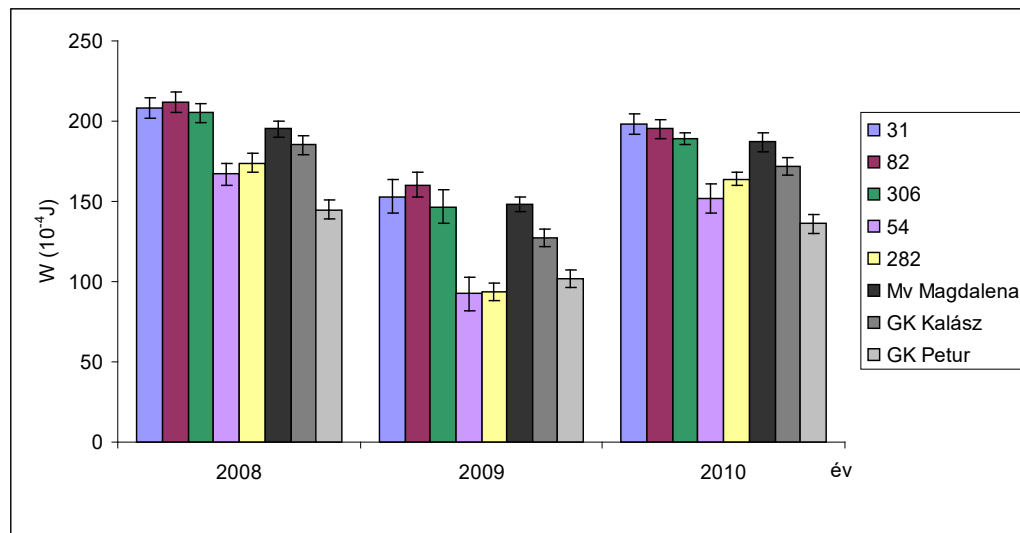
Anyag és módszer

Kutatásaink során debreceni őszi búza törzsek/vonalak sütőipari minőségi vizsgálatát végeztük el egy martonvásári és két szegedi sztenderd őszi búza fajtahoz (*Mv Magdaléna*, *GK Petur*, *GK Kalász*) viszonyítva 2008-2010 tenyészévekben. A vizsgálatok három ismétlésben végeztük el. A vizsgált minták a Debreceni Egyetem MÉK Növénytudományi Intézet kísérleti területéről származtak. A sütőipari minőségvizsgálatokat a Debreceni Egyetem, MÉK Élelmiszertudományi és Minőségbiztosítási Intézet akkreditált Műszerközpontjában végeztük el. A minták laboratóriumi vizsgálatára a hatályos szabványok szerint került sor. Az eredmények statisztikai értékelését a *SPSS 13.0 for Windows* program alkalmazásával végeztük.

Eredmények

A különböző őszi búzafajták alveográfus W értékét az egymást követő években az 1. ábrán tüntettük föl.

1. ábra: A vizsgált őszi búzafajták (*Triticum aestivum* L.) alveográfus W értékének alakulása (Debrecen, 2008-2010)



Az 1. ábra az általunk vizsgált 8 őszi búzafajta alveográfus W értékét mutatja 2008-2010-ben. Az általunk vizsgált 5 saját és 3 sztenderd fajta alveográfus W értéke $93-212 \times 10^{-4} \text{ J}$ között változott. Vonalkák közül a 31, 82 és a 306 mindhárom évben felülmúlta a sztenderdek átlagát. A diagramok magasságából jól látható, hogy a 2008 és a 2010-es években magasabb W értékkel rendelkező, jobb minőségű termést takarítottunk be, mint 2009-ben, ennek oka az eltérő évszabvány. Az őszi búza termés minősége nagymértékben függ az adott évszabványtól, elsősorban annak vízellátottságtól. Az őszi búza minőségi alakulására legnagyobb hatással az érés alatt lehullott csapadék mennyisége van. A 2009-ben az érés alatt lehullott csapadék mennyisége 77,2 és 92,8 mm-rel volt kevesebb a másik két évhez (2008 és 2010) viszonyítva. A 2009. tenyészidőszakban lehullott csapadék mennyisége is számottevően kevesebb volt, mint a 2008. és 2010. évek csapadékmennyisége.

Az alveográfus vizsgálatokat 5 búza törzsnél, továbbá 3 sztenderd őszi búzafajtanál végeztük el. Az Európai Unió egyes tagországaiban az alveográfus meghatározott paramétereit alapul véve, a W érték alapján sorolják a liszteket a különböző minőségi kategóriákba. Azok a fajták, amelyek W értéke $160-220 \times 10^{-4} \text{ J}$, hagyományos kenyér készítésére alkalmasak. Látható, hogy őszi búza törzseink megfelelnek ennek a követelménynek a 2008 és 2010-ben. Az 1. táblázat alapján a legmagasabb W paramétert a 82 vonal ($212 \times 10^{-4} \text{ J}$), a legalacsonyabbat a 54 és 282 törzs ($93 \times 10^{-4} \text{ J}$) képviseli.

1. táblázat Őszi búza törzsek és sztenderd fajták alveográfus vizsgálatának eredményei (2008-2010)

Fajta	P (mm)			L (mm)			P/L		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
31	64,5	59,3	62,4	96	84	92	0,68	0,71	0,68
82	62,0	47,0	60,5	124	125	119	0,50	0,38	0,51
306	65,8	46,0	60,3	106	104	101	0,62	0,45	0,60
54	54,3	29,0	51,2	125	129	114	0,43	0,22	0,45
282	56,1	29,3	50,0	122	127	120	0,46	0,23	0,42
St. Mv Magdaléna	60,5	57,2	59,7	115	114	110	0,53	0,50	0,54
St. GK Kalász	58,2	53,7	55,6	111	109	105	0,52	0,49	0,53
St. GK Petur	32,7	30,4	30,9	97	105	99	0,33	0,29	0,31
Átlag	56,7	43,9	53,8	112	112,1	107,5	0,50	0,40	0,50
SzD _{5%}	6,80	3,73	5,57	12,46	15,04	8,95	0,10	0,08	0,05

Az 1. táblázatban az őszi búza törzsek és sztenderd fajták alveográfus vizsgálatának további eredményeit tüntettük fel. 2008-ban mindhárom őszi búza törzs (31, 82, 306) W értéke nagy (200×10^{-4} J fölötti) volt, ez a magas W paraméter nagy P/L értékkel párosult, azt igazolva, hogy fajtáink tésztája kiváló a sütőipari felhasználás (kenyérkészítés) szempontjából. Mindhárom évben őszi búza vonalaink alveográfus W értéke nagyobb az átlagnál. A 82-es vonal esetén mértük a legmagasabb W értéket (212×10^{-4} J). A P értéke, amely a tészta nyújthatással szembeni ellenállását méri 62,0 mm, míg az L érték (nyújthatóság) 124 mm volt.

Irodalom

- Cressey, P.J., Campbell, W.P., Griffin, W.B., Wrigley, C.W. (1987): Statistical correlation between quality attributes and grain-protein composition for 60 advanced lines of crossbred wheat. *Cereal Chemistry*, **64**, 299–301.
- Eagles H. A., Hollamby G. J., Eastwood R. F. (2002): Genetic and environmental variation for grain quality traits routinely evaluated in southern Australian wheat breeding programs. *Australian Journal of Agricultural Research*, **53**, 9. 1047-1057.
- Faridi, H., Rasper, V.F. (1987): *The Alveograph Handbook*. AACC. St.Paul, Minnesota, USA.
- Guthrie, D. A., Smith, E. L., Mc New, R. W. (1984): Selection for high and low grain protein in six winter wheat crosses. *Crop. Sci.*, **24**, 1097-1100.
- Horváthné Almássy K.-Györi-Mile I.-Bara-Herczegh O.-Szabó B. (2001): Mikroextenzográfus tésztavizsgálat QTS25 állományvizsgálóval. *Sütőipar*, **XLVIII**, 1. 42-46.
- Indrani D., Venkateswara Rao G. (2000) : Effect of chemical composition of wheat flour and functional properties of dough on the quality of south Indian parotta. *Food Research International*, **33**, 875- 881.
- Indrani D., Venkateswara Rao G. (2007): Reological characteristics of wheat flour dough as influenced by ingredients of parotta. *Journal of Food Engineering*, 100-105.
- Lásztity R. (1981): Gabonafehérjék. *Mezőgazdasági Kiadó*, Budapest. 196.
- Lofregen, J.R., Finney, K. F., Heyne, E. G., Bolte L. C., Hosney, R. C., Shorgan M. D. (1968): Heriability estimates of protein content and certain quality and agronomic properties in bread wheat. *Crop. Sci.*, **5**, 563-567.
- Markovics E. (2004): Őszi búza lisztek sütési tulajdonságainak összefüggésvizsgálata. *PhD Értekezés*. DE-ATC, Debrecen.
- Matúz J.-Markovics E.-Ács E.-Véha A. (1999): Őszi búza fajták lisztjének tulajdonságai közötti összefüggések vizsgálata. *Növénytermelés*, **3**, 243-254.
- Pearson, D. C., Rosielle, A., Boyd, W. J. R. (1981): Heritablites of five wheat quality traits for early generation selection. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* **21**, 512-515.
- Pongráczné Barancsi Ágnes és Györi Zoltán (2007): Őszi búza fajták reológiai sajátságainak vizsgálata. *Agrártudományi Közlemények*, 2007/**26.**, különszám 266-272.

- Rakszegi M., Láng L., Vida Gy., Bedő Z. (2004): Terjed az alveográf használata. *Az MTA mezőgazdasági Kutatóintézetének közleményei*, **16**, 1. 19-20.
- Rasper, V.F. -Pico, M.L. -Fulcher, R.G. (1986): Alveography in quality assessment of soft white winter wheat cultivars. *Cereal Chemistry*, **63**, 395-400.
- Samson, D. R., Flynn D. W., Jui, P. (1983): Genetic studies on kernel hardness in wheat using grinding time and near infrared reflectance spectroscopy. *Can. J. Plant Sci.* **63**, 825-832.
- Schöggl G. (1998): Überprüfung der technologischen Aussagefähigkeit von Alveogrammwerten zur Weizenbeurteilung, *Getreide Mehl und Brot*, **52**, 218-223.
- Tóth Á., Sipos P., Győri Z. (2005): Az évjárat és a műtrágyázás hatása a GK Öthalom őszi búzafajta alveográfus minőségére. *Agrártudományi Közlemények*, 2005/16. különszám, 126-133.
- Vida Gy.-Láng L.-Bedő Z. (1996): Őszi búzák alveográfus és más sütőipari minőségi tulajdonságai közötti összefüggések elemzése főkomponensanalízissel. *Növénytermelés*, MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, Martonvásár. **45**, 56. 435-445.
- Yang G., Wehling R. L., Zeece M. G., Partridge J. E., Shelton D. R. (1995): Characterization of hard red winter wheat storage proteins by two-dimensional electrophoresis and their correlations with selected quality parameters. *Cereal Chemistry*, **72**, 6. 568-570.
- Zuric D., Karlovic D., Tusak D., Petrovic B., Sugum J. (2001): Gluten as a standard of wheat flour quality. *Food Technology and biotechnology*, **39**, 4. 353-361.

A TÖNKÖLYBÚZA ÖSSZETÉTELI ÉS MINŐSÉGI JELLEMZÉSE

Rakszegi Marianna¹, Tóth Viola¹, Verica Takac², Láng László¹, Sanja Mikic², Milan Mirosavljevic², Lovro Sinkovic³, Barbara Pipan³, Tömösközi Sándor⁴, Vida Gyula¹, Mikó Péter¹

¹ Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

² Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Serbia;

³ Crop Science Department, Agricultural Institute of Slovenia, Ljubljana, Slovenia;

⁴ Gabonatudományi és Élelmiszer-minőségi Kutatócsoport, Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest

A tönkölybúza (*Triticum aestivum* subsp. *spelta* L.) sütőipari felhasználása az elmúlt évtizedekben újra divatosá vált. Ez köszönhető részben annak, hogy ökológiai gazdálkodási körülmények között is jól termeszthető, másrészt hogy megnőtt az egészséges táplálkozás trendjét követők száma. Csépelhetősége nehézkes, azonban a pelyva jelenléte védelemt nyújt a szemet érő mechanikai és biológiai negatív hatásokkal szemben, így például csávázást nem igényel. Emellett egyedülálló tápértékkel és egészségügyi hatással bírnak a tönkölyszemben található bioaktív vegyületek.

Az elmúlt években 90 tönköly genotípus fizikai, összetételei és sütőipari minőségi jellemzőinek változatosságát vizsgáltuk, mely szignifikáns volt szinte valamennyi tulajdonságra. Közülük a fehérje- és gluténtartalom átlagosan nagyobb volt a búzáénál, míg a tézta erőssége és stabilitása gyengébb volt annál. A keményítő gélesedési hőmérséklete is magasabb volt tönkölyben, míg a keményítő sérülése kisebb volt a búzáénál, ami alacsonyabb vízfelvételt eredményezett. A sütőipari minőséget meghatározza a tartalékfehérjék mennyisége és összetétele. Vizsgálatuk 5-5 konvencionális és ökológiai termelésben termesztett kenyér- és tönkölybúzafajta fehérje összetételét. Szignifikáns különbséget találtunk a fajták, búzafajok és termőhelyek között. A teljes fehérjetartalom szignifikánsan nagyobb volt a tönkölyben, mint a búzában mindkét termesztési rendszerben. A fehérje glutenin és oldhatatlan polimer fehérje tartalma viszont kisebb volt tönkölyben, mint búzában, mely a gyengébb sütőipari minőségre utal. A monomer gliadinok aránya szignifikánsan eltért a konvencionális és az ökológiai rendszerekben. Néhány tönkölyfajta alkalmasnak bizonyult ökológiai és low-input rendszerekben való termesztésre. A bioaktív komponensek vizsgálatával nagyobb alkilrezorcín tartalmat, de kisebb fruktántartalmat találtunk a tönkölybúzában. Az ökológiai tönköly szignifikánsan nagyobb keményítő-, rost- és alkilrezorcín-tartalommal, de kisebb β -glükán- és fehérjetartalommal rendelkezett, mint a nem öko területen termesztett tönköly. A vizsgált tulajdonságok többségénél az 'Oberkulmer-Rotkorn' tönkölyfajta jellemezték a legmagasabb értékek, mindkét gazdálkodási rendszerben. Szignifikáns különbségeket találtunk a tönkölyfajta S, Na tartalmában is, valamint a liszt és őrlemény frakciók között az összes makroelem, a Fe, a Mn, a Zn és a Cu tartalomban.

A vizsgált tönköly genotípusok tulajdonságai nagy változatosságot mutattak, bizonyítva ezzel célirányos szelekción alapuló nemesítésre való alkalmasságukat. Azonosítottunk sütőipari célokra alkalmas génbanki forrásokat és nemzetközi fajtákat, de ezen genotípusok felhasználásával más, sajátos helyi termékek előállítására alkalmas minőség is elérhető.

A kutatásokat a K135211, SA-25/2021, TKP2021-NKTA-06, míg a kutatási együttműködéseket a COST Sourdomics (CA 18101) pályázatok támogatták.

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.

BÍBOR ÉS KÉK SZEMSZÍNŰ BÚZA TÖRZSEK SÜTŐIPARI MINŐSÉGE ÉS ANTOCIANIN TARTALMA

Berényi Attila, Óvári Judit, Ács Péterné, Langó Bernadett, Matuz János

Gabonakutató Kft., Szeged

Magyarországon a színes - bíbor, kék, fekete - szemű búzák kevésbé ismertek, noha a világ számos részén (pl. Új-Zéland, USA, Kína, Ausztria, stb.) mind vad, mind termesztett fajként, fajtaként előfordulnak. A színes búzák jelentős mennyiségben tartalmaznak antocianinokat és más tápanyagokat. Az pedig jól ismert, hogy a növényi antocianinok úgy működhetnek, mint antioxidánsok, antibakteriális és rákellenes aktivitásuk is van. A bíbor szemszínű búzában az antocianin a pericarpiumban, a kék szemszínűekben az aleuron rétegben található.

Bíbor és kék szemszínű génbanki búzavonalak és hazai őszi búza fajták keresztezésével létrehozott kombinációk F₂-F₈ nemzedékeiből pedig módszerrel mindig a legszínesebb (bíbor ill. kék) szemszínű törzseket szaporítottuk, és állítottuk kísérletbe Szegeden. A másfél évtizedes munka eredményeként jelenleg 2 bíbor és 2 olyan kék szemszínű törzs van, amelyek közül az egyik (GK Kék-2) már több éve üzemi kísérletekben is szerepelt, már nagy malmi őrlésbe is került és kétféle liszt is kapható belőle.

Két bíbor és két kék szemszínű búza lisztminőségét és antocianin tartalmát mértük 3 éves kísérletben. Az évjáratok jelentősen befolyásolták a fehér liszt és teljes kiőrlésű liszt farinográfus értékszámát és a belőlük készített cipók térfogatát. A teljes kiőrlésű lisztek farinográfus értéke a jelentős korpatartalom miatt, mindig kisebb volt a fehér lisztekénél, és a belőlük készített cipók térfogata is kb. 30%-kal kisebb volt.

A bíbor és kék búzák legjobban az antocianin tartalomban tértek el a GK Csillag közönséges malmi búzafajtától. A kék búzák teljes kiőrlésű lisztjének antocianin tartalma gyakran elérte a 100 mg/kg értéket, a fehér lisztjeikben 6,7-14,7 mg/kg volt a koncentráció. A bíbor búzák jóval kisebb mennyiségű antocianint tartalmaztak (20,7 ill. 36,1 mg/kg), valamint a fehér lisztjükben csupán 2,7-8,57 mg/kg-os koncentrációkat detektáltunk. A Csillag fehér lisztjében nem volt mérhető, teljes kiőrlésű lisztjében is csak 5,3 mg/kg volt az antocianin tartalom. Az antocianin tartalomra az évjáratnak és a termőhelynek is jelentős hatása volt.

Mivel az antocianin tartalom a teljes kiőrlésű lisztekben a legmagasabb, ezért ezzel a liszttel lehet hatékonyan javítani, növelni a tészta- és a sütőipari termékek antocianin tartalmát. Az Első Pesti Hengermalom már 2 éve forgalmazza a GK KÉK-2 búzából őrölt fehér és teljes kiőrlésű lisztet.

A munkát a GINOP-2.2.1-15-2016-00026 pályázat támogatta, melyet ezúton is köszönnek a szerzők.

HÚSOS SOM FAJTÁK (*Cornus mas* L.) MEGKÜLÖNBÖZTETHETŐSÉGÉRE HASZNÁLHATÓ MORFOLÓGIAI ÉS FENOLÓGIAI BÉLYEGEK

Kovács Szilvia¹, Behán Tamás¹

¹MATE, Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Kutatóközpont, Budatétény-Érdi Kutatóállomás

A hazai húsos som vadon termő állományainak változatosságáról (termet-, kéregbeli, levélalakbeli, termés- és kőmagbeli, virágzási- és érésbeli eltérések) részletes leírást kaphatunk Priszter Szaniszló (1990) som monográfiájában. A természetes állományok, termesztett fajták morfológiai sajátosságainak vizsgálatával több külföldi irodalom is foglalkozik, legtöbbjük a termések méretére, alakjára és gyümölcsbőr-arány nagyságára fókuszálva.

Az irodalmi forrásokat és saját megfigyelésünket felhasználva kerestük azokat a morfológiai bélyegeket, melyek segítik a különböző változatok, fajták elkülönítését. A módszer kidolgozásában kitűnő alapot jelentett a Relplant Kft 25 fajtából álló somgyűjteménye, ahol bolgár, osztrák, magyar, szerb és ukrán fajták mellett díszfajták is megtalálhatók. Az elmúlt három évben kialakított vizsgálati szempontokat, kategóriákat a természetes populációkban végzett megfigyelésekkel folyamatosan kiegészítjük. A méret és alak kategóriák kialakításához mért adatokat (tömeg; hosszúság, szélesség, vastagság) és az ezekből számolt arányszámokat (pl. kőmag aránya, alakindexek) vesszük alapul. A morfológiai sajátosságok mellett harmadik éve nyomon követjük a fajták virágzásának, termésérésének ütemét. Figyelmet fordítunk az időjárási paraméterekben bekövetkezett változásokra, és vizsgáljuk hatásukat többek között a gyümölcsök méretére, a fenológiai fázisok időpontjára, a fenológiai menetek hosszára.

A morfológiai bélyegek közül a legnagyobb változatosságot a gyümölcsök és a kőmag méretében, alakjában, színében, a virágrügyek méretében, alakjában, valamint a lomblevelek alakjában tapasztaltunk. Jellegzetes elkülönítő bélyeg a virágrügyeket borító fellevelek csúcsi része, a levéllemez válla és csúcsa, a kőmagvak csúcsi része. Jelentős különbségeket tapasztaltunk a virágrügyek és a levélnyél antociánosságának mértékében, a virágrügyenkénti virágszámban is. A statisztikai vizsgálatok alapján a gyümölcsparaméterekre mind a fajta, mind pedig az év hatást gyakorol. A gyümölcsök tömege, kőmag aránya mindegyik vizsgálati évben szignifikánsan eltérő, míg a gyümölcshosszúságnál, a négy év közül kettő, a -vastagságnál és -szélességnél három különböző. A fajták közül csak a 'Volodimezszy' és az 'Ekzoticheskiy' gyümölcstömege „stabil”, e két fajtánál nincs szignifikáns különbség az évek között. A virágzás 2021-ben és 2022-ben közel egy időpontban kezdődött, de 2022-ben a változékony, fagyos napokkal tarkított március-ápriliskor köszönhetően 10 nappal tovább tartott. 2021-ben jól elkülönült a fajták szüreti ideje, a 2022-es év száraz, hőségnappal telő nyara pedig 4-5 nappal korábbi, elhúzódó (kényszer)érést eredményezett. A fajták mindkét évben négy virágzási és hat érési időcsoportba sorolhatók.

Köszönetünket fejezzük ki a Relplant Kft vezetőjének, Ondruska Rudolfnak, aki rendelkezésünkre bocsátotta gyűjteményét, támogatta kutatásainkat.

CSERTÖLGY (*QUERCUS CERRIS* L.) POPULÁCIÓK GENETIKAI VIZSGÁLATAI ERDÉSZETI SZAPORÍTÓANYAG FORRÁSOK FELÜLVIZSGÁLATÁRA

Lados Botond Boldizsár¹, Cseke Klára¹, Nagy László¹, Benke Attila¹, Molnár Csilla Éva¹, Köbölkuti Zoltán Attila^{1,2}, Borovics Attila¹, Tóth Endre Gy.¹

¹Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet, Sárvár

²Bavarian Office for Forest Genetics, Department of Applied Forest Genetics Research, Teisendorf, Germany

A tölgyek a magyar erdőgazdálkodás legfontosabb őshonos fafajai. Közülük a csertölgy (*Quercus cerris* L.) az erdőterület 11 százalékát, több mint 200 000 hektárt foglal el. A csertölgy ökológiai tulajdonságai miatt potenciális alanya lehet az erdészeti klímaadaptációs törekvéseknek, ugyanis előrejelzések alapján a klímaváltozás következtében az erdészeti klímazónák jelentős elmozdulására lehet számítani. Ennek kapcsán előtérbe került a szaporítóanyagok távolsági mozgatása, a támogatott migráció lehetősége is. Utóbbi során olyan populációk szaporítóanyagának mozgatása történik, melyek a célhely jövőbeni klímájához hasonló körülményekhez adaptálódtak. Ehhez azonban elengedhetetlen a faj genetikai változatosságának, a populációk térbeli genetikai struktúráinak mélyrehatóbb ismerete.

Az újgenerációs szekvenálásra épülő redukált reprezentációs eljárások lehetővé teszik a populációk nagy felbontóképességű vizsgálatát olyan nem modell élőlények esetén is, mint az erdei fajok. Kutatásunkban a kétszeres emésztésű restriktions helyhez kötődő DNS szekvenálásra (ddRAD-seq) támaszkodva három balkáni és öt magyarországi csertölgy populáció 88 egyedének genetikai vizsgálatát végeztük el. 37 701 348 nyers szekvencia felhasználásával, *de novo* összeszereléssel, 4865 RAD lókuszon elhelyezkedő összesen 17 607 egyszerű nukleotid polimorfizmust (SNP-t) azonosítottunk. A populációk genetikai változatosságát, differenciáltságát és a köztük fennálló génáramlást 3587 SNP lókuszból vizsgáltuk.

Eredményeink alapján a balkáni populációk hordoztak nagyobb genetikai változatosságot. A térség jégkorszak során refugiumként betöltött szerepét a populációkban előforduló egyedi allélek magas száma is jelzi. Genetikai távolságok (F_{ST}) alapján ordinációs és Bayes-féle valószínűség számításra alapuló eljárásokkal (DAPC, fastSTRUCTURE) a populációkat négy genetikai csoportra osztottuk fel. Egy zselici populáció a többi magyar populációtól külön genetikai csoportot alkotott. Utóbbi izolációját nem indokolja földrajzi távolság vagy fizikai génáramlási barrier, így azt feltételezzük, hogy ez az állomány nem helyi eredetű. A génáramlás vizsgálatokor (Barrier) három barriert azonosítottunk. Egy a legkeletibb balkáni populációt választja el a másik két balkáni populációtól. Egy másik a balkáni és a magyar állományok között helyezkedik el. A harmadik pedig az említett zselici populációt választja el az összes többi állománytól. A magyar genetikai csoport egységessége és az egyedi allélek hiánya a hazai állományok alacsony fokú differenciáltságára utal és arra, hogy a jégkorszak utáni kolonizáció egyazon refugiumból történhetett. A balkáni populációk nagyobb genetikai változatossága ígéretes a jövőbeni erdészeti adaptációs törekvések szempontjából.

Kutatásunk következő ütemében további 14 hazai populációt mintáztunk 2022-ben. Célunk a faj teljes magyarországi elterjedésének vizsgálata, mely alapján a jelenleg működő szaporítóanyag származási körzet rendszer felülvizsgálható és új alapokra helyezhető. A harmadik ütemben újabb délkelet európai populációkat vonunk be a vizsgálatokba, száraz körülményekkel szemben ellenállóbb erdészeti szaporítóanyag források azonosítására.

A kutatás az Agrárminisztérium (Kaán Károly projekt, EVgF/549/2018, EGF/178/2019), valamint a TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú projekt keretében 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.

GERMPLASM HUNT: HUNGARIAN SOUR CHERRY ANALYSIS OF FRUIT SIZE AND COLOUR THROUGH PHENOTYPING AND SSR MARKERS

Francesco Desiderio, Samuel Szilágyi, Gabor Boronkay, Zsuzsanna Békefi

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences (MATE), Horticultural Institute, Research Centre for Fruit Growing

Sour cherry (*Prunus cerasus* L.) is a horticultural crop widely cultivated in Europe. Hungary is one of the top 10 producers worldwide, with more than 60,000 tons per year according to the latest FAOSTAT report (2021). Sour cherry can be consumed fresh and in preserved form such as jam, compote, juice and liqueurs. The most important features of sour cherry are the size, colour and flavour, particularly the balance between acidity and sweetness. For these characteristics it is widely consumed and appreciated. 31 Hungarian accessions were collected from the germplasm collection located in Érd, at the Fruit Growing research station of MATE for two consecutive years (2021-2022). Our main aim is to establish the value of sour cherry germplasm material to be then able to include selected accessions in the breeding program of the institute. Fruit size was measured with calliper and scale for a total of 20 repetition for each accession (n=620) with an accuracy of 0.01 mm for size and 0.01 g for fruit weight. At the same time, fruit skin colour was measured according to CIELab and CIELCh standard procedure, including values L*a*b*, chroma (C) and a modified hue ($h^{\pm 33^\circ}$). In parallel, DNA was extracted from leaf material and used for simple sequences repeat (SSR) marker analysis. Four SSR markers were selected from previously published paper, two of which were related to fruit size (BPPCT0034, CPSCT038) and the other two to fruit colour (Ma039a, Pav-Rf-SSR) Fruit size characteristics, such as diameter (mm), length (mm), thickness (mm), weight (g) was compared with fruit size marker alleles and colorimetric data were correlated with fruit colour marker alleles. In this preliminary analysis it was possible to categorize different accessions fruit size according to the SSR markers values. Fruit colour SSR markers were as well useful to differentiate the accessions, between light red and dark red types. Further analysis of the different alleles will help us to identify single alleles correlated to size and colour phenotypes in different years. This analysis can help us to better differentiate accession for their physical characteristics and select candidate accession for the sour cherry breeding program.

A KARCAGI KUTATÓINTÉZETBEN FENNTARTOTT KÖLESFAJTÁK TERMÉSKÉPZŐ ELEMEINEK VIZSGÁLATA

Murányi Eszter¹, Asbolt Gergő¹,
Zsigrai György¹ és Czibalmos Róbert¹

¹MATE Karcagi Kutatóintézet, Karcag

A kölest hazánkban elsősorban takarmánynövényként, madáreleségként hasznosítják, hántolva emberi táplálkozásra is alkalmas, alacsony a glutén tartalma, így gluténérzékenyek is fogyaszthatják. Termesztési szempontból jelentős tulajdonsága, hogy rövid tenyészideje miatt vetése kitolódhat július első felére is, kipusztult vetések pótlására és másodvetésű növényként is vethetik.

A MATE Karcagi Kutatóintézet területén a 2017. évtől a 2022. évig vizsgáltuk az intézetben fenntartott két kölesfajta, a „Lovászpatonai pirosmagvú” és a „Maxi” termésképző elemeit. A hatékony magfogás miatt szükségesek a termésképző elemek, és az elérhető termés vizsgálata, az eltérő időjárási adottságokkal jellemezhető években, növelve a termesztés biztonságát. A 2022. év szélsőségesen száraz időjárása jelentős negatív hatást gyakorolt minden növénykultúrára, így a kölesre is. A legfontosabb termésképző elemeket vizsgáltuk, amelyek az alábbiak voltak: a mellékajtások száma (db), a növénytömeg (g), a főbuga tömege (g), a főbuga hossza (cm), az ezerszemtömeg (g), valamint a növénymagasság (cm).

A „Lovászpatonai pirosmagvú” köles tenyészideje 80-90 nap, a bugája laza, zászlós jellegű, egy buga szemtermése 0,3-8,4 g között változott. A „Maxi” köles tenyészideje valamivel hosszabb 90-100 nap, a bugája közepesen tömött, egy buga szemtermése 1,4-10,2 g volt évjáratától függően.

Kulcsszavak: köles, termésképzőelemek, növénymagasság

EXAMINED OF PROSO MILLET VARIETIES YIELD COMPONENTS MAINTAINED IN THE RESEARCH INSTITUTE OF KARCAG

E. MURÁNYI¹, G. ASBOLT¹, GY. ZSIGRAI¹ and R. CZIBALMOS¹

¹Hungarian University of Agriculture and Life Science Research Institute of Karcag

In our country, millet is primarily used as fodder and bird feed, but it is also suitable for human consumption when peeled, it has a low gluten content, so it can be consumed by people with gluten sensitivity. From a cultivation point of view, its significant feature is that, due to its short growing season, its sowing can be postponed even to the first half of July, it can be sown to replace extinct crops and as a second crop.

From 2017 to 2022, in the area of the MATE Karcag Research Institute, we examined the yield components of two millet varieties maintained at the institute, “Lovászpatonai red-seeded” and “Maxi”. Due to the efficient seed collection, it necessary to examine the yield components and the available yield in years characterized by different weather conditions, increasing the safety of cultivation. The extremely dry weather of 2022 had a significant negative impact on all crops, including proso millet. We examined the most important yield components of proso millet in the years 2017, 2018, 2019, 2021 and 2022, which were the following: number of side shoots (peace), plant mass (g), mass of the main panicle (g), length of the main panicle (cm), the thousand seed weight (g) and the plant height (cm). The cultivation period “Lovászpatonai red-seeded” millet is 80-90 days, the panicle is loose and flagged, the grain yield of the panicle varies between 0.3-8.4 g. The cultivation period of “Maxi” millet is slightly longer 90-100 days, the panicle is moderately dense, the grain yield of the panicle was 1.4-10.2 g depending on the year.

Key words: proso millet, yield components, plant height

Bevezetés

A köles termesztési értékét a viszonylag alacsony csírázáskori nedvesség igénye, rövid tenyészideje, kiváló szaporodási hányadosa, alacsony termelési költsége, valamint egyedülálló beltartalmi tulajdonságai adják (Nagy 2007). Hazánkban elsősorban takarmánynövényként, madáreleségként hasznosítják, azonban hántolva emberi táplálkozásra is alkalmas, alacsony a glutén

tartalma, így gluténérzékenyek is fogyaszthatják. Viszonylag kis területen, főleg kettős természetben és kipusztult vetések pótlására vetik. A FAOSTAT adatai szerint hazánkban 2017-ben 2418 ha területen, 1,34 t/ha termésátlaggal termesztették.

A rövid tenyészideje, valamint a gyors fejlődési jellege miatt a bruttó hőösszeg igénye alacsony (Nagy 2007). A köles hőigényének kritikus időszakai a csírázás, a virágzás és az érés. Hőigényes növény, 10 °C alatt nem asszimilál. A kelést követően főleg, ha a talaj felsőbb rétege száraz, a gyökérváltás idejéig lassan fejlődik, ezt követően fejlődése gyors. A talaj iránt nem igényes, azonban fontos szempont a megfelelő magágy biztosítása (Chrappán et al. 1993). Gupta et al. (2012) megállapítása szerint az olyan tényezők, mint a magas hőmérséklet, alacsony páratartalom és erős napfény elősegítik a köles virágzását. A virágzás mértéke borús, felhős napokon csökken. Habiyaemye et al. (2017) szerint a köles hatékonyabban tudja hasznosítani a rendelkezésre álló vízmennyiséget, mint a búza és a hosszabb tenyészidejű tavaszi vetésű növények (kukorica, szemescirok, napraforgó). A köles az egyik legalacsonyabb vízigényű gabona. A vízfogyasztásának üteme megegyezik a vegetatív fejlődés ütemével. A köles termesztés ökológiai tényezői közül a víz a limitáló, vagyis minimumban levő tényező, amely nagymértékben meghatározza a termésszintet (Chrappán et al. 1997). A legtöbb vizet bugahányáskor és virágzásban veszi fel (Nagy, 2007). Vetéstől bugahányásig a köles kevesebb vízzel is beéri, bugahányás idején azonban a szárazság a kölest érzékenyen érinti. Ebben az időszakban, ha csapadékos az időjárás, a köles meghálálja, a terméseredményben megmutatkozik. Megfigyelték, hogy csapadékosabb évben a tenyészidő 2-5%-kal hosszabb (Bányai 1971). A vizsgálatuk során megállapították, hogy a magasabb, nagyobb levelekkel rendelkező növények, ugyanakkora sortávolság mellett, tér hiányában kevesebb mellékajtást fejlesztettek. A köles hasonlóan, mint más gabonaféle, a tenyészterület nagyságára érzékeny.

Anyag és módszer

Karcagon réti csernozjom talajon eltérő időjárási adottságú években vizsgáltuk a Kutatóintézetben fenntartott „Lovászpatonai pirosmagvú” és „Maxi” köles termésképző elemeinek, valamint a növénymagasság alakulását. A fajtafenntartás során a szuper elit állományból a fajtára legjobban jellemző egyedeket, anyatöveket választunk ki az állományból, amelyeknek meghatározzuk az adott jellemzőit. Az anyatövekből kiválasztott (30-40 darab) tövek termése adja a következő évi „A” törzsek kiindulási anyagát. A vetésváltásnak köszönhetően a tenyészkeret és a szuper elit előállítás az intézet B1- (2017, 2019, 2021), B2- (2022) és G4 (2018) jelű tábláin kapott helyet. A folyóméterenként vetett csíraszám a „Lovászpatonai pirosmagvú” kölesnél 90-100 csíra/folyóméter, a „Maxi” kölesnél 60-80 csíra/folyóméter volt. A hőmérséklet május elején eléri a köles csírázásához szükséges értéket, a vetés csak a 2019. évben tolódt ki júniusra a nagymennyiségű májusi csapadéknak köszönhetően (116,7 mm), a betakarítás időpontja így abban az évben szeptemberben volt (1. táblázat). A két fajta közül a „Lovászpatonai pirosmagvú” köles valamivel korábbi, mint a „Maxi”. Az elővetemény minden vizsgált évben eltérő volt (2017. Őszi káposztarepce, 2018. Őszi búza, 2019. Kukorica, 2021. Őszi árpa, 2022. Zöldborsó).

A mellékajtások számának meghatározásánál (db) a bokrosodási csomóból kiinduló mellékajtásokat vettük figyelembe. A bugatengely hosszát (cm) az első bugaágtól a buga csúcsáig mértük.

Mértük a teljes növényi tömeget (g), az átlagos buga és szemtömeget (g). Az ezerszemtömeget 250 szem lemérésével és 1000 szemre való felszorozásával határoztuk meg. Meghatároztuk a kicséplési százalékot, amely egy bugában megmutatja, hogy hány százalék a szárrészek mennyisége. A növénymagasságot (cm) a főhajtáson a gyökérnyaktól a buga csúcsáig mértük.

1. táblázat A köles vetésének és betakarításának időpontjai, az eltelt napoknak száma (Karcag, 2017-2022)

Vetés időpontja	Betakarítás időpontja (napok száma)	
	Lovászpatonai	Maxi
2017.05.12	2017.08.03 (83 nap)	2017.08.17 (97 nap)
2018.05.08	2018.08.02 (86 nap)	2018.08.06 (90 nap)
2019.06.05	2019.09.11 (98 nap)	
2021.05.11	2021.08.11 (92 nap)	2021.08.16 (97 nap)
2022.05.05	2022.08.10 (97 nap)	

Eredmények

A 2017. és 2018. év a hőmérséklet és csapadék szempontjából átlagos tenyészév volt, a 2018. évben magasabb volt a tenyészidőszak átlaghőmérséklete (2017 20,1 °C, 2018. 21,2 °C). A köles

szempontjából a 2019. évi nagy mennyiségű csapadék miatt megkésett vetés (2019.06.05) nem minősül késeinek, mivel a köles még július elején is vethető. A 2021. évi tenyészidőszak csapadékhányát a tenyészidőszakban lehullott csapadék pótolta (2. táblázat).

Az időjárási körülmények szempontjából legszélsőségebb a 2022. év volt, amikor a magas hőmérséklet csapadékhányával párosult. A lehullott csapadék csekély mennyisége mellett az eloszlása is szélsőséges volt. A legfontosabb időszakban a bugahányáskor és a virágzáskor a csapadék mennyisége minimális volt.

2. táblázat Az átlaghőmérséklet (°C) és a csapadékmennyiség (mm) alakulása a köles tenyészidőszaka előtt és alatt (Karcag, 2017-2022)

Időszak	Átlaghőmérséklet (°C)					Csapadékmennyiség (mm)				
	2017	2018	2019	2021	2022	2017	2018	2019	2021	2022
Tenyészidőszak előtt	7,2	6,5	8,5	5,5	6,5	90,9	159,9	62,3	63,8	59,0
Tenyészidőszak alatt	20,1	21,2	20,1	20,0	21,2	259,0	252,9	296,9	202,4	165,4
Átlag/Összesen	15,3	15,7	15,8	14,6	15,7	349,9	412,8	359,2	266,2	224,4

Az átlagos növénymagasság az évjárattól függően 80-130 cm, az egy növényegyed átlagos növénytömege 5,4-13,8 g között változott (3. táblázat). A mellékhajtások száma 0-3 darab volt. A köles fajták nem mutattak nagy sarj képző hajlamosságot, amely előnyös tulajdonság, mivel a nagyszámú sarj képzése a beérés egyenletességére negatív hatással lenne. A legnagyobb növénymagasságot és növénytömeget a 2018. évben mértük, a „Lovászpatonai pirosmagvú” kölesnél a nagyobb növénymagasságot ért el (99-149 cm), emiatt nagyobb volt a veszélye az állomány megdőlésének. A legkisebb növénymagasságot a szélsőséges időjárású 2022. évben mértük, átlagosan 80 cm volt.

3. táblázat A növénymagasság (cm), a növénytömeg (g) és a mellékhajtások számának alakulása a vizsgált években (Karcag, 2017-2022)

Év	Növénymagasság (min-max) (cm)		Növénytömeg (min-max) (g)		Mellékhajtások száma (db)	
	Lovászpatonai	Maxi	Lovászpatonai	Maxi	Lovászpatonai	Maxi
2017	97 (89-106)	-	6,2 (4,2-7,7)	-	-	-
2018	130 (99-149)	81 (66-97)	13,8 (6,6-22,6)	12,8 (4,7-20,2)	0-1	0-1
2019	113 (94-128)	-	11,6 (5,7-20,2)	-	0-2	-
2021	99 (83-131)	67 (59-79)	10,9 (6,2-21,9)	11,7 (6,7-23,9)	0-2	0-3
2022	80 (56-94)	56 (47-66)	5,4 (2,2-8,3)	6,4 (3,5-10,3)	0-3	0-2

A buga hosszúsági értéke fajtára jellemző, évjárattól függően kismértékben változó tulajdonság. A „Lovászpatonai pirosmagvú” köles 24-29 cm, a „Maxi” köles 16-21 cm bugahosszúságot ért el (4. táblázat).

A tövenkénti bugák száma a kedvező 2018. évben volt a legnagyobb a két fajtánál hasonló értéket mutattak a minták mért szélsőértékei (1-13 darab). A szedett tövek tövenkénti bugáinak száma nagy szórást mutatott.

4. táblázat A bugahossz (cm) és a kicséplési% alakulása a vizsgált években (Karcag, 2017-2022)

Év	Bugahossz (min-max) (cm)		Tövenkénti bugák száma (min-max) (db)		Kicséplési% (min-max) %	
	Lovászpatonai	Maxi	Lovászpatonai	Maxi	Lovászpatonai	Maxi
2017	27 (25-29)	21 (19-23)	1 (1-2)	1 (1-2)	34 (26-40)	24 (19-28)
2018	28 (24-35)	18 (15-22)	4 (2-13)	3 (1-12)	37 (23-55)	25 (18-52)
2019	29 (25-35)	-	1 (1-3)	-	42 (32-59)	-
2021	26 (23-29)	16 (13-18)	2 (1-6)	2 (1-4)	27 (24-42)	25 (19-35)
2022	24 (19-27)	17 (15-21)	3 (1-6)	1 (1-3)	43 (24-58)	37 (29-52)

A kicséplési százalék megmutatja, hogy egy bugában hány százalék a szárrészek mennyisége (4. táblázat). A „Lovászpatonai pirosmagvú” köles bugája laza, oldalági széthajlók, hosszúak a szárrészek aránya viszonylag nagy volt, a bugánkénti szemtermés tömege kisebb, 1,7-4,6 g (5. táblázat), a kicséplési% emiatt nagyobb, a „Maxi” átlagosan 27-43% között változott. A „Maxi” köles bugája közepesen tömött, oldalági egyoldalra hajlók, a bugánkénti szemtermés tömege nagyobb 2,6-7,6 g (5.

táblázat), a kicséplési százaléka a vizsgált években 27-37% között változott átlagosan. A kisebb kicséplési százalékkal jellemezhető fajta az előnyösebb, mivel ezekben a szárrészek aránya kedvezőbb.

A bugánkénti szemtermés az ezerszemtömeg alakulását nagymértékben befolyásolta az évjárat (5. táblázat). Az ezerszemtömeg átlagos nagysága a fajta jellegből adódóan a „Lovászpatonai pirosmagvú” kölesnél 4,7-6,0, a „Maxi” kölesnél 6,0-7,6 g között változott.

5. táblázat A fő buga tömege (g), a bugánkénti szemtermés (g) és az ezerszemtömeg (g) alakulása a vizsgált években (Karcag, 2017-2022)

Év	Fő buga tömege (min-max) (g)		Bugánkénti szemtermés (min-max) (g)		Ezerszemtömeg (min-max) (g)	
	Lovászpatonai	Maxi	Lovászpatonai	Maxi	Lovászpatonai	Maxi
2017	3,9 (2,3-5,4)	5,8 (2,4-9,1)	2,6 (1,6-3,5)	4,5 (1,8-7,2)	5,5 (5,2-5,7)	7,1 (6,4-8,2)
2018	5,9 (3,4-9,4)	6,8 (2,9-10,4)	4,6 (2,4-8,0)	7,6 (5,0-8,2)	6,0 (5,4-6,4)	7,6 (5,0-8,2)
2019	7,0 (3,5-11,6)	-	3,5 (1,2-6,8)	-	5,8 (5,4-6,1)	-
2021	5,3 (3,5-7,2)	6,3 (4,0-10,1)	4,6 (2,8-8,4)	5,4 (3,0-10,2)	5,5 (5,0-5,9)	6,8 (5,9-7,3)
2022	2,8 (0,7-4,5)	3,7 (2,3-7,4)	1,7 (0,3-2,7)	2,6 (1,4-5,1)	4,7 (1,8-5,0)	6,0 (5,5-6,7)

Az első két vizsgálati évben (2017, 2018) a folyóméterenkénti csíraszám a „Lovászpatonai pirosmagvú” kölesnél 90, a „Maxinál” 60, míg az azt követő években (2019, 2021, 2022) 100, illetve 80 csíraszámra lett növelve a csíraszám. A tenyészterület csökkentésének negatív hatása jól látható a terméseredmények alakulásában (6. táblázat). A nagyobb csíraszám és a kedvezőtlen időjárási adottságok miatt a 2022. évi parcellák anyagát nem volt érdemes külön-külön betakarítani, a termés elhanyagolható mennyiségű volt.

Az elérhető terméshozamot, a termésképző elemek alakulását jelentős mértékben befolyásolják az adott év hőmérséklet, valamint a lehulló csapadék mennyisége és eloszlása, melyek egyre szélsőségesebbek, az ezekhez való alkalmazkodás újabb nemesítési és ezzel párhuzamosan agrotechnikai kihívásokat von maga után.

6. táblázat Az átlagos termésmennyiségek alakulása 2,3 m² parcellákon (Karcag, 2017-2022)

Év	Tisztított termésmennyiség (kg/2,3 m ² parcella)	
	Lovászpatonai pirosmagvú	Maxi
2017	0,74	0,93
2018	1,09	0,95
2019	0,68	0,48
2021	0,25	0,58
2022	-	-

A 2018. év egyenletes csapadékeloszlású év volt, minden vizsgált jellemzőre kedvező hatása volt, míg a 2022. év szélsőséges hőmérsékleti és csapadék viszonyai rendkívül kedvezőtlen hatással voltak, amely minden termésképző elem és a növénymagasság alakulásában is kimutatható volt. Az évjárat hatása mellett, kimutatható volt a tőszám hatása is. A kisebb csíraszám alkalmazása mindkét köles fajtánál kedvezőbb volt, a „Lovászpatonai kölesnél” a 90, a „Maxinál” a 60 csíra/folyóméter alkalmazása volt kedvezőbb.

Irodalom

- Bányai, L. (1971): Kölesfajták agrobotanikai vizsgálata. *Agrobotanika*, XI, 39-59.
- Chrappán, Gy., Fazekas, M., Lazányi, J., Papp, D. (1993): A Debreceni Agrártudományi Egyetem Kutató Intézetében (Karcag) nemesített és fenntartott növényfajták. Köles. 74.
- Chrappán, Gy., Fazekas, M., Lazányi, J., Siklósiné dr. Rajki, E. (1997): Amit a cirok- és madáreleség-félékről tudni kell. Agroiinform Kiadó és Nyomda Kft. Budapest, 74-80.
- Gupta, A., Sood, S., Agrawal, P. K., Bhatt, J. C. (2012) Floral biology and pollination system in small millets. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*. 6. 80-86.
- Habiyaremye, C., Matanguihan, J. B., Guedes, J. D'A., Ganjyal, G. M., Whiteman, M. R., Kidwell, K. K., Murphy, K. M. (2017): Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) and its potential for cultivation in the Pacific Northwest, U. S.: A review. *Frontiers in Plant Science*. 1-17.

Nagy L. (2007): A köles (*Panicum miliaceum* L.). *Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma Kutató Központ Nyíregyháza 80. évi Jubileumi Kiadvány. 70-78.*
<https://www.fao.org/faostat/en/#home7>

A FÉNYSPEKTRUM HATÁSA A KENYÉRBÚZA KORAI EGYEDFEJLŐDÉSI DINAMIKÁJÁRA

Kiss Tibor^{1,2}, Horváth D. Ádám¹, Balla Krisztina¹, Cseh András¹, Berki Zita¹, Horváth Ádám¹, Karsai Ildikó¹

¹ELKH, Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

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

A fény kulcsfontosságú környezeti paraméter, amely hatással van a növények minden fontosabb egyedfejlődési fázisára, így az intenzív szárnövekedésre is. A fényspektrum érzékelésében folytatott kutatásoknak köszönhetően jelentős ismeretanyag áll rendelkezésre az *Arabidopsis thaliana* modellnövény vonatkozásában, azonban kenyérbúzával még csak kevés számú kísérletet végeztek ebben az összefüggésben. Még kevesebb információ áll rendelkezésre a tekintetben, hogy milyen kapcsolatrendszer figyelhető meg az eltérő fényspektrum és a fő egyedfejlődési gének között. Ezért kísérletünkben célul tűztük ki, hogy (1) kontrollált körülmények között részletesebben megvizsgáljunk 2 eltérő egyedfejlődési dinamikát mutató őszi búzafajta ('Mv Matyó': nappalhossz-érzékeny és 'Disponent': nappalhossz-érzékeny) fő egyedfejlődési génjeinek (*VRN1*, *VRN2*, *VRN3* és *PPD1*) fiatalkori életszakaszban mutatkozó expressziós mintázatát a fényspektrum vonatkozásában, (2) leírjuk a kezelések hatását az intenzív szárnövekedési fázisra, (3) meghatározzuk a lehetséges összefüggéseket a vizsgált gének és a korai egyedfejlődési fázisok között. A kísérletben négy különböző fényspektrumot alkalmaztunk (fehér, fehér + kék, fehér + vörös és fehér + távoli vörös) hosszúnappalos (16 óra) megvilágítás és állandó hőmérséklet (18°C) mellett. A levélmintákat vernalizált növényekről a kiültetéstől számított 0., 14., 20. és 28. napon gyűjtöttük be.

A kezelés előtti értékekhez viszonyítva megállapítható, hogy a mintaszedések átlagában a *VRN1* és *VRN3* gének transzkripciója az összes kezelésben fokozódott, mind a nappalhossz-érzékeny, mind az érzékeny fajtánál. A *VRN2* génnél határozott génkifejeződést mutattunk ki a nappalhossz-érzékeny fajta esetében a vörös és a távoli vörös fényű kezelés vonatkozásában, míg a nappalhossz-érzékeny fajtánál ez a tendencia fordított előjelű volt. A *PPD1* gén átlagos aktivitása a nappalhossz-érzékeny fajta esetében a kezelés előtti expressziós szinthez viszonyítva a kék, a vörös és a távoli vörös fényű kezelések hatására közel a négyszeresére nőtt, a nappalhossz-érzékeny fajta nem mutatott jelentős eltérést egyik kezelésben sem.

A két fajta növekedésdinamikája között is jelentős különbségek figyelhetők meg. Míg fehér fényben a nappalhossz-érzékeny és az érzékeny genotípus intenzív szárnövekedési periódusa között nem volt szignifikáns különbség (28 és 27 nap), addig a kék (24 és 28 nap), a vörös (20 és 25 nap) és a távoli vörös (20 és 27 nap) tartományokban jelentős eltéréseket mutattunk ki. Továbbá a távoli vörös fényű kezelésben a két genotípus intenzív szárnövekedés alatti átlagos fejlődési dinamikája közel másfél, kétszeresére nőtt (a regressziós egyenes meredekségének értéke a nappalhossz-érzékenyénél 1-ről 1,6-ra, a nappalhossz-érzékeny esetében 1,1-ről 1,9-re). A vizsgált korai egyedfejlődési paraméterekkel kapcsolatban elmondható, hogy míg a fehér, a kék és a vörös fényen a nappalhossz-érzékeny fajta esetében a főhajtás első szárcsomójának megjelenése és az intenzív szárnövekedés kezdete között 5, 7 és 14 nap telt el (ugyanilyen paraméter a nappalhossz-érzékeny fajta esetében 13, 10 és 18 nap volt), addig távoli vörös tartományban ez a tendencia fordított volt (11 és 7 nap).

A vörös és távoli vörös kezelésben szoros pozitív kapcsolat volt megfigyelhető az intenzív szárnövekedés hossza és a *VRN1*, illetve a *PPD1* gének között, míg a *VRN2* és *VRN3* gének negatív összefüggést mutattak a növekedési paraméterrel.

A kutatásaink az NKFIH-FK-134234-es számú pályázat és a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj (BO/00396/21/4) támogatásával készült.

KÖRNYEZETI HŐMÉRSÉKLET HATÁSA A KENYÉRBÚZA KORAI EGYEDFEJLŐDÉSI DINAMIKÁJÁRA

Horváth D. Ádám¹, Kiss Tibor^{1,2}, Balla Krisztina¹, Cseh András¹, Berki Zita¹, Horváth Ádám¹, Karsai Ildikó¹

¹ELKH, Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

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

Az egyedfejlődési dinamikára a hőmérséklet összetett hatást gyakorol, amelynek meghatározásában a vernalizációs igényért (*VRN*) és a nappalhossz érzékenyséért (*PPD*) felelős géncsoportok fő szerepet játszanak. Kísérletünkben célul tűztük ki, hogy (1) kontrollált körülmények között részletesebben megvizsgáljunk 2 eltérő egyedfejlődési dinamikát mutató őszi búzafajta ('Mv Matyó': nappalhossz-érzékeny és 'Disponent': nappalhossz-érzékeny) fő egyedfejlődési génjeinek (*VRN1*, *VRN2*, *VRN3* és *PPD1*) fiatalkori életszakaszban megmutatózó expressziós mintázatát a hőmérséklet vonatkozásában, továbbá (2) leírjuk a kezelések hatását az intenzív szárnövekedési fázisra, illetve (3) meghatározzuk a lehetséges összefüggéseket a vizsgált gének és a korai egyedfejlődési fázisok között. A kísérletben 18°C és 25°C-os kezelést, illetve hosszúnappalos (16 óra) megvilágítást alkalmaztunk. A levélmintákat vernalizált növényekről a kiültetéstől számított 0., 14., 20. és 28. napon gyűjtöttük be.

A kezelés előtti értékekhez viszonyítva a mintaszedések átlagában elmondható, hogy a *VRN1* és *VRN3* gének esetében mind a nappalhossz-érzékeny, mind az érzékeny fajta jelentős aktivitást mutatott 18°C-on. A *VRN2* génnél határozott génkifejeződés mutattunk ki a nappalhossz-érzékeny fajta esetében mindkét kezelés vonatkozásában, azonban a nappalhossz-érzékeny fajtánál csupán 25°C-on volt megfigyelhető ez a tendencia. A *PPD1* gén expressziós mintázatában nem tapasztaltunk jelentékeny eltérést egyik fajtában sem a két hőmérsékleti kezelés hatására.

A két genotípus növekedésdinamikája között jelentős különbségek figyelhetők meg. Míg induktív környezetben (18°C) a nappalhossz-érzékeny fajta intenzív szárnövekedési periódusa szignifikáns szinten rövidebb volt, mint a nappalhossz-érzékeny fajtáé (19 és 26 nap), addig 25°C-on ez a tendencia fordított volt (20 és 14 nap). Továbbá a magasabb hőmérsékleten a nappalhossz-érzékeny genotípus intenzív szárnövekedés alatti átlagos fejlődési dinamikája is közel felére csökkent (a regressziós egyenes meredekségének értéke: 1,8-ről 1-re változott), szemben a nappalhossz-érzékeny fajtával (1,5-ről csupán 1,4-re csökkent). A 25°C-os kezelés jelentősen befolyásolta a két genotípus korai egyedfejlődési paramétereit is. Míg induktív hőmérsékleten (18°C) a nappalhossz-érzékeny fajta esetében a főhajtás első szárcsomójának megjelenése és az intenzív szárnövekedés kezdete között 7 nap telt el (ugyanezen paraméter a nappalhossz-érzékeny fajta esetében 2 nap volt), addig 25°C-on ezek az értékek 16 és 11 napra nőttek. Hasonló tendencia figyelhető meg a zászlós levél megjelenési idejében is. Míg a nappalhossz-érzékeny fajtánál a két kezelés között 6 nap volt a különbség, addig a nappalhossz-érzékeny esetében 14 nap. Azonban a zászlós levél megjelenése és teljes kifejlődésének intervallumában nem volt számottevő különbség a kezelések és a fajták között (5-6 nap).

A két fajtára vonatkoztatva, 18°C-on a *VRN2*, *VRN3* és *PPD1* gének szoros kapcsolatot mutattak a vizsgált korai egyedfejlődési fázisokkal, míg a *VRN1* gén az intenzív szárnövekedés hosszával állt pozitív kapcsolatban, amely jelenség 25°C-on ellentétes előjelűvé vált.

A kutatásaink az NKFIH-FK-134234-es számú pályázat és a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj (BO/00396/21/4) támogatásával készült.

SZENNYVÍZÖNTÖZÉS HATÁSA SZEMESCIROK FAJTÁK CUKORTARTALMÁNAK ALAKULÁSÁRA

Kolozsvári Ildikó¹, Kun Ágnes¹, Valkovszki Noémi J.¹, Jancsó Mihály¹,
Bozán Csaba¹ és Gyuricza Csaba²

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

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

A növénytermesztés területén alternatív vízfelhasználást jelent a tisztított szennyvízzel történő ökszerű öntözés, amely növelheti a mezőgazdasági ágazat bevételét, ugyanakkor csökkentheti a környezet terhelését. Napjainkban az arid és semi-arid területeken egyre szélesebb körben alkalmazzák a szennyvízöntözési technológiákat. Ilyen körülmények között kitűnően alkalmazható kultúrnövény a cirok, mint melegigényes gabonaféle, amely kiemelkedő biomassza produktummal rendelkezik. Ennek, valamint a szárazsággal szembeni toleranciájának, alacsony inputigényének és a szárban felhalmozódó jelentős mennyiségű cukor-tartalmának köszönhetően a cirok a bioetanol előállítás egyik legígéretesebb képviselője. Kutatásunkban egy intenzív üzemű afrikai harcsa nevelőtelep elfolyóvizét és a Körös Holtág felszíni édesvizét használtuk öntözésre, heti 30 és 45 mm öntözési normával. Az öntözővíz kijuttatásához csepegtető öntözőberendezést alkalmaztunk, egy öntözetlen kontroll kezelést is beállítva. Három szemescirok fajtával dolgoztunk ('Alföldi 1', 'Farmsugro 180', 'GK Emese'). A betakarítást követően vizsgáltuk a szárrészek cukortartalmát. Vizsgálataink alapján az öntözés pozitívan befolyásolta a cukor beépülését, különös tekintettel az 'Alföldi 1' és a 'Farmsugro 180' esetében, ahol szignifikánsan több cukor halmozódott fel már a 30 mm-es öntözési norma esetén is (11-13 Brix (%)).

Kulcsszavak: szennyvízöntözés, szemescirok, cukortartalom, Brix (%)

THE EFFECT OF WASTEWATER IRRIGATION ON THE SUGAR CONTENT OF GRAIN SORGHUM VARIETIES

I. KOLOZSVÁRI¹, Á. KUN¹, N.J. VALKOVSZKI¹, M. JANCÓSÓ¹,
CS. BOZÁN¹ and CS. GYURICZA²

¹Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Environmental Sciences,
Research Center for Irrigation and Water Management, Szarvas

²Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Agronomy, Gödöllő

In crop production, reasonable irrigation with treated wastewater is an alternative use of water that can increase the income of the agricultural sector while reducing the environmental impact. Nowadays, wastewater irrigation technologies are increasingly used in arid and semi-arid areas. In such conditions, sorghum is an excellent crop for cultivation as a warm-demanding cereal with an outstanding biomass product. This, together with its drought tolerance, low input requirements and the high sugar content accumulated in the stem, make sorghum one of the most promising candidates for bioethanol production. In our research, we used effluent water from an intensive African catfish farm and surface freshwater from the Körös Holtág for irrigation, with weekly irrigation rates of 30 and 45 mm. A drip irrigation system was used to apply water. In addition, a non-irrigated control treatment was also set up. We worked with three grain sorghum varieties ('Alföldi 1', 'Farmsugro 180', 'GK Emese'). After harvesting, the sugar content of the stem parts was measured. Our tests showed that irrigation had a positive effect on sugar incorporation, especially in the case of 'Alföldi 1' and 'Farmsugro 180', where significantly more sugar accumulated even at irrigation norms of 30 mm (11-13 Brix (%)).

Key words: wastewater irrigation, grain sorghum, sugar content, Brix (%)

Bevezetés

A világ minden részén a népességnövekedés, a gyors urbanizáció, valamint a mezőgazdasági szektor fokozott vízigénye jelentős édesvízkészlet csökkenést eredményez (*Corwin és Bradford, 2008*). Az éghajlatváltozás negatív hatásai közül az ingadozó csapadékeloszlás és a fokozódó aszályhelyzet

az, ami nagy problémát okoz különösen a száraz és félszáraz régiókban. Mindemellett a rendelkezésre álló vízkészletek minőségének romlása – a pont- és nem pontszerű szennyezések – akut édesvízhiányhoz vezet (Gosling és Arnell, 2016; O'Connor et al. 2008). Becslések szerint világszerte mintegy 4 milliárd ember küzd évente legalább egyszer vízhiánnyal, és körülbelül 500 millió ember él egész évben vízhiányos területen (Mekonnen és Hoekstra, 2016). A víz tehát vitathatatlanul napjainkban a világ legjelentősebb erőforrás kérdése. A víztakarékosság mellett a városi és mezőgazdasági igények kielégítését szolgáló alternatív megoldások kidolgozása is nemzetközi prioritás. E tekintetben a víz újrafelhasználását egyre inkább az édesvíz pótlásának fenntartható alternatívájaként tekintik. Ez potenciális megoldást jelenthet a jelenlegi és jövőbeli vízhiányra (O'Connor et al. 2008), különösen a mezőgazdaságban, amely globálisan az édesvíz legnagyobb felhasználója (Dieter et al. 2018).

A cirok (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) az ötödik legértékesebb gabonanövény a világon, amelyet széles körben termesztnek. Jelentős hő- és szárazságtűrése miatt termesztése leginkább a félszáraz, szubtrópusi és trópusi régiókban jellemző. A ciroktermés felhasználása sokrétű, megjelenik a humán élelmezésben és az állati takarmányozásban egyaránt, továbbá cukorelőállítás alapanyagaként és újabban energianövényként (bioetanol és biogáz előállítás) is előszeretettel termesztik (Ighbal, 2015).

Vizsgálatunk célja volt meghatározni a szemescirok fajták öntözési reakcióját, különös tekintettel a fenológia paraméterekre, valamint a növényi részek makroelem és nátrium tartalom változására (Kolozsvári et al. 2022). Mindemelett vizsgáltuk a szárrész cukortartalom változását is.

Anyag és módszer

A vizsgálat a MATE KÖTI Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóközpont szarvasi Liziméter Telepén került beállításra 2020-ban. Szarvas Magyarország egyik legmelegebb és legszárazabb vidékén található. Az Alföld klimatikus adottságai miatt jelentős az éves és napi hőmérsékletingadozás, a késő tavaszi és kora őszi fagyok megjelenése, a magas napfény- és a viszonylag alacsony páratartalom, melyhez rendkívül változékony csapadékeloszlás társul. A termőterület talajtani besorolása Vertisol, amely semleges pH-val, alacsony összes karbonát- és szerves széntartalommal rendelkezik. A tápanyagellátottság a foszfor és a kálium tekintetében magas, a nitrogén pedig közepes. A talaj vezetőképessége és nátrium koncentráció értékei alapján a talaj nem tekinthető szikesnek.

1. táblázat Az öntözési kísérletben használt öntözővíz típusok (Kolozsvári et al. 2022)

Öntözővíz típus	Vezetőképesség ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Ammónium nitrogén (mg/L)	Nitrogén (mg/L)	Foszfor (mg/L)	Kálium (mg/L)	Nátrium (mg/L)	SAR
Szennyvíz	1307	22,5	29,2	3,9	6,4	275,5	12,1
Körös Holtág vize	371	0,6	2,1	0,2	4	31,2	1,2

Az öntözési kísérletben két eltérő kémiai paraméterrel rendelkező öntözővíz típust használtunk (1. táblázat) 30 és 45 mm heti öntözővíznorma mellett. A növényállomány öntözéséhez víztakarékos csepegtető öntözőberendezést alkalmaztunk. A szennyvíz egy intenzív üzemű afrikai harcra nevelőtelep kezeletlen elfolyóvize (E30, E45), amelyre jellemző a magasabb nátriumtartalom, amit a termásvíz eredetének köszönhet (1. táblázat). A másik öntözővíz a Szarvas-Békésszentandrás Körös Holtág felszíni édesvize volt (K30, K45). Mindemellett egy öntözetlen kontroll (C) is beállításra került.

Az öntözési kísérlethez a szegedi Gabonakutató Nonprofit Kft. három államilag elismert szemescirok fajtáját ('Alföldi 1', 'Farmsugro 180', 'GK Emese') használtuk.

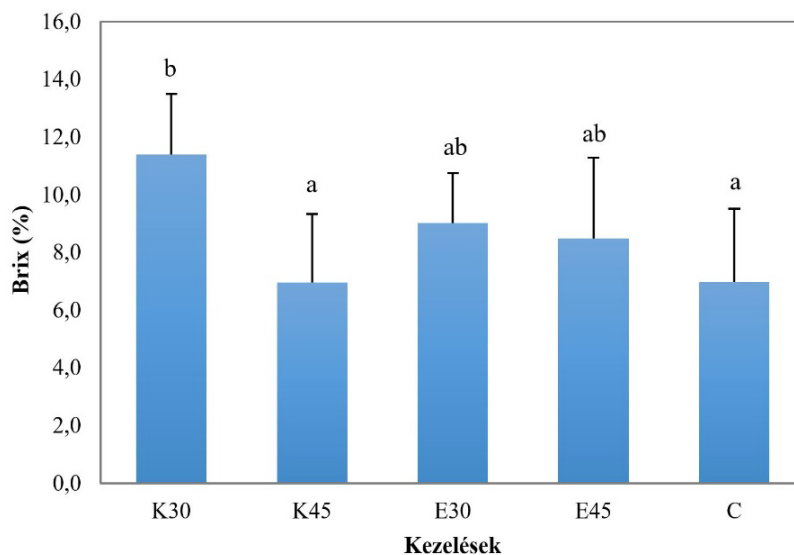
A növényállomány betakarításakor került sor a 2-3 internódium közötti szárrészek cukortartalom vizsgálatára, amelyet a Reichert AR 200 típusú digitális kézi refraktométer műszerrel határoztuk meg. A refraktométer alkalmas az áttetsző oldatok és présnedvek szárazanyag vizsgálatára, amely segítségével közvetlenül meghatározható a cukortartalom. A minták vizsgálata először a refraktométer kalibrálásával kezdődött, amihez desztillált vizet használtunk. A növényminták kiválasztása minden fajta és kezelés esetében megegyezett. Az analízishez szükséges növényi présnedv mennyiségét manuálisan juttattuk a refraktométer prizmájára. A mérőműszer által mért eredményt rögzítettük és desztillált vízzel átmostuk a műszer érzékelőjét. Mind a három fajtánál a méréseket kezelésként hat ismétléssel végeztük el.

A statisztikai kiértékeléshez az IBM SPSS Statistics 25.0 szoftvert használtuk. A különböző fajták és öntözési kezelések közötti szignifikáns különbségeket az egytényezős varianciaanalízissel határoztuk meg, ahol a Tukey-tesztet $p \leq 0,05$ értéknél tekintettük szignifikánsnak.

Eredmények

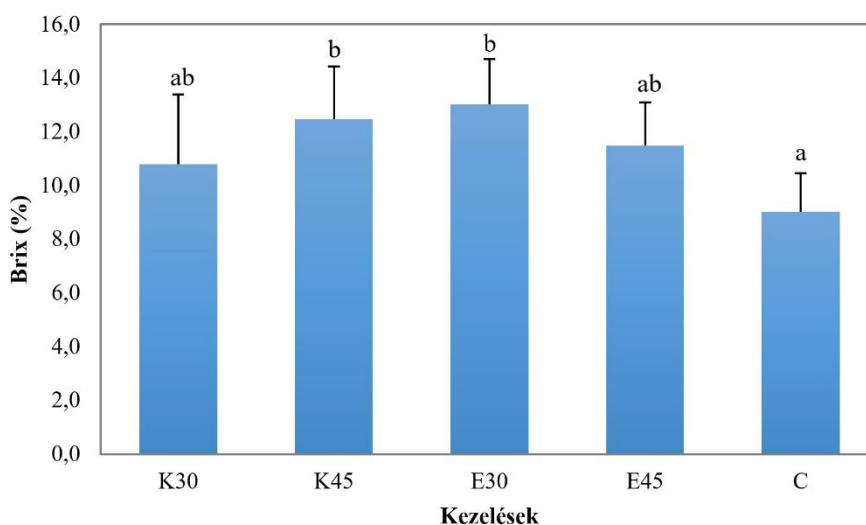
Az 'Alföldi 1' cirokfajta cukortartalma 7-11,4 Brix (%) között alakult (1. ábra). A legalacsonyabb K45 kezeléshez képest szignifikánsan magasabb ($p=0,013$) cukortartalom jellemezte a K30-as kezelést. Az elfolyóvízzel öntözött minták cukortartalma közel azonos értéket adott. A K45 kezelés kivételével, minden kezelés cukortartalma meghaladta a 7,1 Brix (%) értéket.

1. ábra 'Alföldi 1' fajta cukortartalmának alakulása



A 'Farmsugro 180' fajtánál a beépült cukortartalom magasabb volt, mint az 'Alföldi 1' fajta esetében. A legalacsonyabb cukortartalma az öntözetlen kontroll C kezelésnek volt (9 Brix (%)), a legmagasabb pedig az E30 kezelés esetében, ahol ez az érték 13 Brix (%) körül alakult (2. ábra). A statisztikai kiértékelés során a C kezeléshez képest szignifikánsabb több cukortartalmat eredményeztek a K45 ($p=0,022$) és az E30 ($p=0,007$) kezelések.

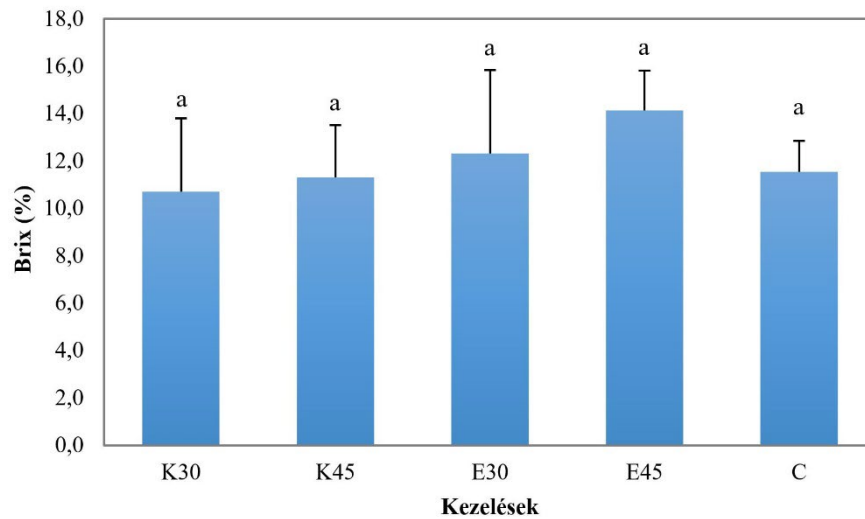
2. ábra 'Farmsugro 180' fajta cukortartalmának alakulása



A 'GK Emese' cirokfajta rendelkezett a legmagasabb cukorértékekkel (3. ábra). A legalacsonyabb 10,7 Brix (%) -ot a K30 kezelésnél, amíg a legmagasabbat az E45 kezelésnél (14,1 Brix (%)) mértünk. A K30 kezelés kivételével minden öntözött minta cukortartalma meghaladta az öntözetlen kezelés értékét. Habár a statisztikai kiértékelés során nem mutatkozott szignifikáns

különbség a kezelések között. Az szennyvízzel öntözött mintáknál minimális cukorszint emelkedés volt megfigyelhető.

3. ábra 'GK Emese' fajta cukortartalmának alakulása



Köszönetnyilvánítás

Ezt a munkát a Magyar Földművelésügyi Minisztérium OD001 számú determinációs témája támogatta. Köszönettel tartozunk az ÖVKI Liziméter Telep munkatársainak.

Irodalom

- Corwin, D.L., Bradford, S.A. (2008): Environmental impacts and sustainability of degraded water reuse. *J. Environ. Qual.* **37**, S-1. <https://doi.org/10.2134/jeq2008.0210>
- Dieter, C.A., Maupin, M.A., Caldwell, R.R., Harris, M.A., Ivahnenko, T.I., Lovelace, J.K., Barber, N.L., Linsey, K.S. (2018): Estimated use of water in the United States in 2015: U.S. *Geological Survey Circular* **1441**, 65 p. <https://doi.org/10.3133/cir1441>
- Gosling, S.N., Arnell, N.W. (2016): A global assessment of the impact of climate change on water scarcity. *Clim. Change* **134**, 371–385. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0853-x>
- Ighbal, M.A. (2015): Agronomic management strategies elevate forage sorghum yield: A review. *J. Adv. Bot. Zool.* **3**, 1–6. <https://doi.org/10.15297/JABZ.V3I2.04>
- Kolozsvári I, Kun Á, Jancsó M, Palágyi A, Bozán C, Gyuricza C. (2022): Agronomic Performance of Grain Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Cultivars under Intensive Fish Farm Effluent Irrigation. *Agronomy*. **12**(5), 1185. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051185>
- Mekonnen, M.M., Hoekstra, A.Y. (2016): Four billion people facing severe water scarcity. *Sci. Adv.* **2**, e1500323. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500323>
- O'Connor, G.A., Elliott, H.A., Bastian, R.K. (2008): Degraded water reuse: an overview. *J. Environ. Qual.* **37**, S-157. <https://doi.org/10.2134/jeq2007.0459>

BÚZA KALÁSZFUZÁRIUM-ELLENÁLLÓSÁG TÉRKÉPEZŐ POPULÁCIÓ FENOTÍPUSOS JELLEMZÉSE

**Puskás Katalin¹, Cséplő Mónika¹, Hamow Kamirán Áron¹, Bese Cintia², Cseh András¹,
Horváth Ádám¹, Molnár Orsolya³, Karsai Ildikó¹, Vida Gyula¹**

¹Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

²Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar, Budapest

³Agrártudományi Kutatóközpont, Növényvédelmi Intézet, Budapest

A termesztett búzafajták kalászfuzáriummal (FHB) szembeni ellenállóságának javítása a gomba által termelt rendkívül káros mikotoxinok miatt állandó törekvése a nemesítőknek, azonban a feladat nagy kihívást jelent. Ez elsősorban annak köszönhető, hogy az FHB-rezisztencia genetikai szabályozása igen összetett, és a búza genom számos szakaszát érinti, így a kapcsolatosan öröklődő (gyakran kedvezőtlen) tulajdonságok száma is nagy. Emiatt az őszi búza nemesítése során a legjobb FHB-ellenállósággal bíró egzotikus, tavaszi forrásgenotípusok felhasználhatósága csekély.

Génbanki gyűjteményünkben 188 genotípust választottuk ki a korábbi évekből rendelkezésünkre álló szántóföldi kalászfertőzöttségi adatok alapján. A populáció 80%-át őszi típusú fajták és -törzsek alkották, melyek 3/4-e martonvásári (MV) nemesítésű. Mesterséges fertőzésű, szántóföldi kísérleti területünkön 3 tenyésztési időszakban, 3 inokulációs módszer alkalmazásával vizsgáltuk a populációban az FHB-ellenállóságot.

A vizsgálati időszak szélsőséges időjárási körülményei jelentős hatással voltak a fertőzésre. 2020 hűvös májusa a korán kalászó genotípusok esetében lassította a tünetek megjelenését és a fertőzés továbbterjedését. 2021 tavaszán a búza virágzása több hetes késéssel történt, emiatt a permetezési inokuláció (1. módszer) júniusra tolódott a populáció 80%-án (átlagos évben ez mindössze 10-15%), ekkor azonban már nem tudott elegendő mértékű fuzáriumos fertőzöttség kialakulni (szemfert. átlaga: 2020 – 47%, 2021 – 7%, 2022 – 33%). Minden évben a növények alá szórt inokulum (2. módszer, természetes fertőződési folyamatok szimulációja) fertőzési hatékonysága gyengébbnek bizonyult (szemfert. átlaga évenként: 35%, 3% és 11%). A növényi szövet sebzésével végzett kalászkainjektálás (3. módszer) utáni 21. napon a kalászfertőzöttség átlaga 24%, 44% és 34% volt az egymást követő években.

Összességben a távol-keleti genotípusok, és keresztezéseikből származó MV törzsek fertőződése volt a legenyhébb. Az őszi életforma képviselőiben a legjobb 25 genotípus között voltak az 1. és 2. módszer esetében is egyes régi magyar fajták: a Bánkúti 5, a Béta Bánkúti és a BKT-9158-95 törzs. Mindhárom inokulációs technika eredményét figyelembe véve kiválóan szerepelt két román törzs, az F12056G2-1FZ-2 és az F12056G2-01, valamint a martonvásári MVF44-17 és MVF24-20 törzsek.

A kínai-magyar TÉT pályázat utolsó évében a fenotípusos adatok kiegészülnek a multitoxinanalízis és az Illumina 25K wheat array genotipizálás eredményeivel, így együtt alkotják a kalászfuzárium-rezisztencia genetikai térképezésének alapját. A hazai termesztési körülményekhez adaptált búzagenotípusokban azonosított FHB-rezisztenciagének új lendületet adhatnak a betegség 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.

GENETIKAI DIVERZITÁS MEGŐRZÉSE: HARMINC ÉVES A SZEGEDI KALÁSZOS GÉNBANK

Óvári Judit, Nagy Dániel, Cseuz László

Gabonakutató Nonprofit Kft., Szeged

Napjaink kulcs szava a biodiverzitás divatos kifejezéssé vált. A biológiai sokféleség legegyszerűbben az élővilág, a földi élet, az élőlények fajainak összességét jelenti. Ezen kívül a genetikai változatosságot is képviseli fajon belül. Mondhatjuk, hogy a természet legösszetettebb jellemzője. Ez a változékonyság adja a Föld és az emberiség természeti tőkéjét. Napjainkra már nem csak a természetes ökoszisztémák diverzitása csökken, hanem a termesztett növények és tenyésztett állatok változatossága, az agrobiodiverzitás is elszegényedik, holott az agrárium növényeinek és állatainak változatossága biztosítja hosszú- és rövid távon is az emberiség élelmezésének biztonságát.

A genetikai biodiverzitás megőrzésének egyik intézményes eszköze a génbanki gyűjtemények alkotása. A növények megőrzését végző génbankok elsődleges célja az, hogy a növények genetikai állományát fenntartsák, így biztosítsanak a növénynevelőknek megfelelő kiindulási alapanyagokat.

A szegedi Gabonakutató Nonprofit Kft. Kalászos Génbank gyűjteményt 1993 óta tartjuk fenn, mely a növénynevelési cégünk szerves részét képezi. A génbankunk legfőbb célja, hogy az itt található kalászos gabonák biodiverzitását vagyis változatosságát, sokszínűségét megőrizzük. Kezdetekben még csak egy munkagyűjtemény volt, mellyel a fajta előállító munkát támogatták a nevelő munkatársak. Az évek alatt, ahogy szaporodott a tételek száma, ezzel együtt a formagazdagsága, egyre nagyobb szakmai értéke lett. A harminc éves, komoly kutatói együttműködéseknek köszönhetően lassan, de a világ minden részéről kaptunk, gyűjtöttünk fajtákat, törzseket. Mára ezzel már hozzájárul az intézetünk a fenntartható mezőgazdaság hosszútávú biológiai alapjainak előállításához.

A magbank jelenleg közel 8000 mintából áll. A tételek között elsősorban kenyérbúza nevelési törzsei, kutatási területek genetikai alapanyagai, de számos dél-alföldi tájfajta is megtalálható. A kenyérbúza mellett 19 más *Triticum* és *Aegilops* fajt, és hét további, egyéb nemzetségbe tartozó kalászos gabona faj egyedeit tartalmazza gyűjteményünk. A minták között számos egzotikus, különleges növényanyag is besorolásra került. Több tételünk agrár-kultúrtörténeti értéke is kiemelkedő. E gyűjteményben az eltelt 30 év folyamán a tételek felszaporítását, nemzetközi szabványok szerinti leírását, továbbá középtávú megőrzését végezzük.

Az évek alatt gyűjtött tapasztalatokból azt a következtetést vonhatjuk le, hogy génbankunk jelentősen hozzájárulhat a nevelők munkájához, hiszen kiemelkedő alapanyagokat és információt tud biztosítani új keresztezési kombinációkhoz vagy egyéb speciális kísérletekhez. Munkánk eredményeként a kalászos fajokban jelentős mértékben tudjuk csökkenteni a generáció hatását. A nevelés korábbi produktumait (visszavont fajták, elismerésre nem került, de értékes fajtajelöltek, begyűjtött vagy más gyűjteményekből kért tájfajták, vad fajok stb.) megőrizzük, és mint potenciális génforrásokat hosszú időn keresztül fenntartjuk, így azok értékes génállománya nem vesz el, és a távoli jövőben is hasznosítható.

Köszönetünket szeretnénk kifejezni, hogy a fentiekben bemutatott munkát és a beszerzéseket a VP4-10.2.2.-20 számú projekt lehetővé tette.

A KÁRPÁT-MEDENCEI BÚZA TÁJFAJTÁK ÉS MODERN FAJTÁK TARTALÉKFEHÉRJE SZINTŰ DIVERZITÁSÁNAK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Cseh András¹, Gell Gyöngyvér¹, Christakis George Florides², Rakszegi Marianna¹, Birinyi Zsófia³, Nagy-Réder Dalma¹, Békés Ferenc⁴, Karsai Ildikó¹

¹Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, ELKH, Martonvásár

²Murdoch University, College of Science, Health, Engineering and Education, Perth WA, Perth, Australia

³ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

⁴FBFD PTY Ltd., Sydney, Australia

Bár az értékes genetikai variabilitás rendelkezésre áll a régi tájfajtákban, csak kevés átfogó kutatás készült a tájfajták vizsgálatáról és csak egy részét használták ki a bennük rejlő genetikai potenciálnak világszerte. Ez különösen igaz a régi magyar tájfajta gyűjteményre, ami a Tápíószelei Génbankban fennmaradt, de ezidáig nem volt részletesen feltárva. A 20. század első felében a magyar búzák speciális minősége széles körben ismert tény volt, ennek ellenére ezt a gyűjteményt még nem jellemezték részletesen.

A vizsgált Kárpát-medencei őszi búza gyűjtemény 197 tájfajtából és 67 modern fajtából állt. Előzetes vizsgálatok során 20K-s SNP Chip-el genotipizáltuk a populációt és jellemeztük a genetikai diverzitást. A teljes fajtakör tartalékfehérje profilját HPLC és MALDI-TOF technika segítségével határoztuk meg, ami lehetővé tette, hogy a tartalékfehérje összetételt markerként használjuk és populáció szintű komplex statisztikai összehasonlításokat végezzünk. A tájfajtákat és a modern fajtákat csoportosítani tudtuk a HMW- és LMW- gluteninek, a gliadinok és a vízben oldódó fehérjetartalom alapján is. A csoportosítás megmutatta, hogy melyek azok a tájfajták, amik a modern fajtákhoz hasonló fehérjealegység összetétellel rendelkeznek és melyek azok, amik eddig kimaradhattak a nemesítési programokból. Ezeknek az egzotikus fehérjealegység összetételű tájfajtáknak megvizsgáljuk a sütőipari minőséget befolyásoló paramétereit is és az ebből a szempontból megfelelő tájfajtákat fogjuk bevonni új nemesítési programokba.

A teljes gyűjteményt jellemezve megállapítható volt, hogy a tájfajták átlagos fehérjetartalma magasabb, mint a modern fajtáké, ugyanakkor a modern fajtákra a magasabb glutenin és alacsonyabb gliadin tartalom volt jellemző. A tájfajták legnagyobb része viszont ezzel ellentétes glutenin-gliadin arányt mutatott. Ez valószínűleg a nemesítés során a kedvező sütőipari minőségre történő szelekció következménye, de ez a szelekció nagymértékben beszűkítette a tartalékfehérje-szintű diverzitást is.

Eredményeink feltárták a Kárpát-medencei tájfajta gyűjtemény tartalék és biológiailag aktív globuláris fehérjék szintjén is megmutatkozó sokféleségét, ami utat nyithat új, célzott nemesítési programok indításához.

A kutatásokat az AGENT Projekt (H2020-SFS-2019-2) és az NKFI-K-129221 számú kutatási pályázat támogatta (NKFI Alap). (This research was funded by the AGENT Project (H2020-SFS-2019-2) from the Research and Innovation Action of the European Union (Grant agreement ID: 862613))

SZÁRROZSDA REZISZTENCIA GÉNEK AZONOSÍTÁSA MAGYAR BÚZAFAJTÁKBAN

Tungalag Munkhbat¹, Tar Melinda², Purnhauser László³

¹Doctoral School of Plant Science, Hungarian University of Agric. and Life Sci., Gödöllő,

²MATE, Növénytermesztési és Agrotechnikai Kutatóállomás, Szeged

³Gabonakutató Nonprofit Kft., Szeged

A szárrozsdabetegség világszerte nagy veszélyt jelent a búzatermelésre. A rezisztens fajták nemesítése és használata gazdaságos és hatékony megközelítést kínál a betegség elleni védelemre. Korábbi tanulmányunkban a két legfontosabb szárrozsdarezisztencia gén (*Sr31* és *Sr36*) előfordulását vizsgáltuk Magyarországon 1970 és 2005 között termesztett fajtákban (Purnhauser et al. 2011). Jelen tanulmányban legfőbb célunk az volt, hogy megvizsgáljuk, hogyan változott ezen gének gyakorisága a 2005 és 2020 között nemesített búzafajtákban – a kísérletet egy másik fontos rezisztenciagénre, az *Sr24*-re is kiterjesztettük.

Összesen 65 búzafajtát teszteltünk, amelyeket kettő kivételével a két fő hazai nemesítési állomáson, Martonvásáron (37 Mv fajta) és Szegeden (26 GK fajta) állítottak elő. A gének azonosítását PCR markerekkel végeztük, továbbá megvizsgáltuk a búzafajták csíranövénykori rezisztenciáját is – hazánkban begyűjtött két szárrozsdarasszal szemben.

Eredményeink azt mutatták, hogy az elmúlt 15 évben regisztrált magyar búzák 43%-a hordozta legalább az egyik rezisztenciagént az *Sr31* és *Sr36* közül. Ezekben belül az *Sr31* elterjedtebb (29,2%) volt, mint az *Sr36* (15,4%) – csupán egyetlen fajta, a GK Rozi hordozta mindkét gént. Az *Sr24* szárrozsdarezisztenciagén viszont egyik fajtában sem volt kimutatható. A két hazai nemesítési program jellegzetesen eltért az *Sr31* és *Sr36* gének felhasználásában. Az *Sr31* gén tekintetében 37,8 (Mv) és 19,2% (GK) volt az előfordulási arány a martonvásári búzák javára, azonban az *Sr36* csupán a szegedi fajtákban (38,5%) volt kimutatható.

Ha a teljes időszakra (52 év, 1970-től 2020-ig) vizsgáljuk a két *Sr* gén előfordulási tendenciáját, akkor az *Sr31* előfordulása az elmúlt 16 év alatt tovább csökkent az Mv fajtákban (37,8% gyakoriság), viszont enyhén emelkedett, ill. stabilizálódott a GK fajtákban (19,2%). Ezzel szemben, az *Sr36* megőrizte magas (38,5%) előfordulását a szegedi fajtákban, azonban e rezisztenciagén teljesen eltűnt az Mv fajtákból.

Eredményeink azt mutatták, hogy az *Sr31* és *Sr36* szárrozsdarezisztencia gének széles körben, de egyoldalúan kerültek felhasználásra a két hazai nemesítési programban. Az új, virulens kórokozófajták megjelenése miatt sürgősen szükség van új, hatékony *Sr* gének bevezetésére az új búzafajtákba.

A vizsgált fajták csíranövénykori rezisztenciatesztje azt mutatta, hogy az *Sr31* és *Sr36* rezisztenciagén hatásos volt a két hazai rozsdarasszal szemben, bár az köztudott, hogy a világ nagy részén már igen elterjedtek a rájuk virulens új rasszok.

Ezek az adatok segíthetik a nemesítőket abban, hogy hatékony *Sr*-géneket építsenek be jövőbeli búzanemesítési programjaikba.

Referencia: Purnhauser L, Bóna L, Láng L (2011) Occurrence of 1BL.1RS wheat-rye chromosome translocation and of *Sr36*/*Pm6* resistance gene cluster in wheat cultivars registered in Hungary. *EUPHYTICA* 179: 287-295.

A KENYÉRBÚZA TERMÉSPOTENCIÁLJÁNAK NÖVELÉSE EGY *THINOPYRUM INTERMEDIUM* × *TH. PONTICUM* MESTERSÉGES FAJHIBRIDBŐL SZÁRMAZÓ KROMOSZÓMAKAR BEÉPÍTÉSÉVEL

Türkösi Edina¹, Szakács Éva¹, Ivanizs László¹, Farkas András¹, Gaál Eszter¹, Mahmoud Said^{2,3}, Darkó Éva¹, Cséplő Mónika¹, Mikó Péter¹, Jaroslav Doležel², Lángné Molnár Márta¹, Molnár István¹, Kruppa Klaudia¹

¹Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, ELKH

²Centre of the Region Hana for Biotechnological and Agricultural Research, Institute of Experimental Botany, Olomouc, Czech Republic

³Field Crops Research Institute, Agricultural Research Centre, Cairo, Egypt

A mezőgazdaságot jelenleg sújtó klímaváltozás körülményei között a kenyérbúza rokonsági körébe tartozó vad fajok jelentős szerepet tölthetnek be e termesztett gabonafaj genetikai diverzitásának növelésére hasznos agronómiai tulajdonságok beépítésével, beleértve a terméspotenciál növelését. A bokrosodási képesség a növénymorfológia kiemelt fontosságú eleme, amely közvetlenül befolyásolja a szemtermést. Az *Agropyron glael* (*Th. intermedium* × *Th. ponticum*) mesterséges fajhibridet az 1930-as években állították elő. Az utóbbi években elvégzett genetikai vizsgálatok 5 különböző, a *Th. intermedium* és a *Th. ponticum* genomjának kialakulásában részt vevő algenomot (J, J^s, J^{sv}, J^f, S^t) azonosították. Ezek értékes génforrásként szolgálnak a búza agronómiai tulajdonságainak javítására.

Előnevelési programunk során egy stabil, euploid, 42 kromoszómát hordozó vonalat állítottunk elő a maratonvásári Mv9kr1 búzavonal és az *A. glael* keresztezésével. Molekuláris citogenetikai elemzésekkel (többszínű GISH és FISH), valamint 6D-specifikus markerekkel történt vizsgálatokkal egy 6DS.6J^{vs} átrendeződött kromoszóma jelenlétét mutattuk ki az előállított genotípusban. Tenyészkerti kisparcellás kísérletekben, három egymást követő tenyészidőszakban végzett megfigyelések szerint a transzlokációs kromoszóma 6J^{vs} karja kitűnően kompenzálja a 6DL kar hiányát, ami a kalászmorfológiában és fertilitásban egyaránt megmutatkozik. A beépített *Agropyron* kromoszómaszegmentum jelenléte szignifikánsan növeli a termékeny hajtások számát, ami a kontroll búzagenotípusokét jelentősen meghaladó növényenkénti számszámot eredményez. A kromoszómán található (GAA)₇ mikroszatellit klaszterek intenzív fluoreszcens jeleinek köszönhetően a transzlokációs kromoszóma áramlási citometria segítségével nagy tisztaságban izolálható. Ez lehetővé teszi, hogy kromoszóma-genomikai módszerekkel olyan *Agropyron* génvariációkat azonosítsunk, amelyek a növények bokrosodási képességéért felelősek. A 6DS.6J^{vs} Robertsoni transzlokációt hordozó genotípus fontos genetikai alapanyag lehet a búzanemesítési programok számára a terméspotenciál növekedése céljából éppúgy, mint a termékeny hajtások kialakulásának funkcionális genomikai vizsgálatához.

A kutatásokat a ERDF projekt 'Plants as a tool for sustainable global development' (No.CZ.02.1.01/0.0/0.0/16_019/0000827), az NKFIH K135057, TKP2021-NKTA-06 and 2019-2.1.11-TÉT-2019-00074 kutatási pályázatok, az MSCA 'AEGILWHEAT' (H2020-MSCA-IF-2016-746253) kutatási ösztöndíj és az ELIXIR-CZ projekt (LM2015047) anyagi támogatásával valósultak meg. 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 MÁK FAJTAHASZNÁLAT VÁLTOZÁSA – A NEMESÍTÉS ÚJABB KIHÍVÁSAI

Gupcsó Katalin^{1,2}, Zámboriné Németh Éva¹

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gyógy- és Aromanövények Tanszék, Budapest

²Sotiva Seed Kft, Tiszavasvári

A mák (*Papaver somniferum* L.) azon szántóföldi kultúrák egyike, ahol a fajtaelismerés mellett a zártkörű termesztés miatt számos országban elsősorban a szabadalmaztatás terjedt el, s a nemesített anyagokat nem viszik piacra. Hazánkban a termesztésben csak államilag elismert fajták szerepelnek. Az utóbbi években azonban a fajtaspektrum a változó igények miatt jelentősen átalakult.

A mákfajták között alapvető eltérést, fajtacsoportokat jelent, hogy magas alkaloidtartalmú, a 162/2003 (X.16.) Korm. rend. szerint „ipari” fajtáról van-e szó, vagy alacsony alkaloidtartalmú étkezési fajtáról. Csaknem ilyen fontos megkülönböztető bélyeg az is, hogy fagytoleráns (őszi) vagy fagyérzékeny (tavaszi) mákról van-e szó. A DUS szempontokban szereplő tulajdonságok közül jellemző eltérések vannak még a nemesített anyagok között például a levéllemez éle, a szírom és a szíromfolt színe, a toktermés és a bibekorona alakja, a mag színe tekintetében. A mák VCU vizsgálata esetében mind a tok, mind a magtermést valamint az alkaloidhozamot értékelik, ugyanakkor mind a mai napig alig találunk különbségeket a fajtákban rezisztencia tekintetében. A jelenlegi nemesítés nehézsége, hogy párhuzamosan több tulajdonságban kell haladást elérnie. A mák viszonylag szűk genetikai diverzitása, a taxonokhoz való korlátozott hozzáférés pedig további nehézségeket jelent.

Az utóbbi néhány évben a gyógyszeripari piac változásai miatt a korábbi, döntően ipari mák nemesítés helyett feltűnően erősödik az étkezési mákok iránti igény. Az ilyen fajtáknak elsősorban magas maghozamot (jó mag/tok arányt), kedvező magszínt és a rendeletinek megfelelő, stabilan alacsony alkaloidtartalmat kell biztosítani. Küszöbön áll a mag beltartalomra való nemesítés is. Elsősorban a zsírsolaj tartalom valamint az $\omega 3/\omega 6$ zsírsavak arányának, az ásványi anyag (pl. vas) tartalom emelése lehet ilyen cél, de előtérbe került az érzékszervi tulajdonságok javítása (íz, szín) is. Az előadásban kitérünk arra is, hogy folyamatban levő kutatásunk során jelentős különbségeket detektáltunk különböző hazai és külföldi fajták között az említett paraméterek többségében, ami alapot ad ezek további javítására.

A klímaváltozás nyomán tapasztalt kiszámíthatatlan időjárás - különösen a téli és kora tavaszi időszakban - jelentősen veszélyeztetheti a máktermesztés biztonságát. Éppen ezért az utóbbi mintegy 15 évben erősödik a szeptemberben vethető, tőlevélrózsás állapotban áttelelő típusok iránti kereslet. 2022-es statisztika szerint Magyarországon az őszi mák már a területek 85%-át foglalta el, ezt azonban döntően 1-2 fajta tette ki, így a fajtaválaszték bővítése e téren is fontos lenne. A nemesítési program ebben az esetben a fagytolerancia növelése, stabilizálása a hatóanyagtartalom alacsony szintje mellett. Jelenleg is több ígéretes fajtajelöltünk van vizsgálatban, ami a termelők számára választékbővítést jelent majd.

A munka az innovációs és Technológiai Minisztérium Kooperatív Doktori Program Hallgatói Ösztöndíj Programjának, a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs alaphól finanszírozott támogatásával készült.

HEAT AND DROUGHT CO-STRESS REDUCED FERTILITY BY INDUCING ASYNCHRONOUS REPRODUCTIVE DEVELOPMENT IN TWO TWO-ROWED WINTER BARLEY GENOTYPES

E.A. Jampoh^{1,2}, D. Babinyec-Czifra^{1,3}, E. Sáfrán¹, B. Krárné Péntek¹, K. Jäger¹

¹Biological Resources Department, Centre for Agricultural Research, Martonvásár, Hungary

²Doctoral School of Horticultural Sciences, MATE Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Gödöllő, Hungary

³Doctoral School of Biology and Institute of Biology, ELTE Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary

Plant reproductive development is mostly sensitive to heat and drought stress which usually occurs concurrently, with their frequencies and severity expected to increase under the ongoing climate change regime. This study seeks to investigate how a short period of HD co-stress can influence the development of generative organs for reproductive growth and subsequently fertility.

Two two-rowed winter barley genotypes, Spinner and Lambada, with contrasting stress responses were used in this experiment. Until the mid-uninucleate (MU) stage of microspore development plants were grown under optimum conditions. Plants with main spikes at MU stage were identified using acetocarmine staining followed by light microscopy and based on the distance between the auricles of the flag leaf and the penultimate leaf each day in the morning and transferred into control or stress chambers. HD co-stress was generated by total water withholding at 30/20 °C max/min temperature for 5 days from MU stage until flowering under controlled conditions. At the end of stress treatment, samples were collected and 10 plants of each genotype and treatment were re-irrigated and grown to full maturity under controlled optimum conditions. The relative water content (RWC) as well as pistil and anther morphometry (anther length, ovary length, ovary thickness, and stigma length), pollen morphology, pollen viability and fertility based on floret position on spike (top, middle, base) was investigated.

Short-term HD co-stress had no significant effect on the RWC of the flag leaves of the Lambada genotype but induced a significant 39% reduction in the flag leaves of Spinner variety. HD co-stress lead to reduction in pistil and anther sizes of both genotypes and less accumulation of starch in pollen cells of both genotypes as compared to their respective controls. Pollen cells of treated Spinner plants exhibited severe signs of dehydration and plasmolysis. Whole plant pollen viability and fertility as well as position-dependent viability and fertility of both genotypes were significantly reduced as a result of HD co-stress treatment as compared to their respective controls. The extent of reduction in the sizes of reproductive organs, pollen viability and fertility of both genotypes varied with floret position on the spike with florets isolated from the central region of spike having relatively higher values than florets from the top and basal positions.

The work was financed by a grant from the Hungarian Academy of Sciences (KEP-5/2016-2018).

ŐSZI ÁRPA (*Hordeum vulgare* L.) FAJTÁK HŐSTRESSZ TOLERANCIA VIZSGÁLATA TERMÉS REAKCIÓ TÍPUSOK ALAPJÁN

Horváth Ádám¹, Kiss Tibor², Balla Krisztina¹, Cseh András¹, Berki Zita¹, Bányai Judit¹, Horváth D. Ádám¹, Karsai Ildikó¹

¹Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, ELKH, Martonvásár

²Élelmiszertudományi és Borászati Tudásközpont, Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Eger

Többféle abiotikus környezeti tényező lehet hatással a növények fejlődésére és termésképzésére. A termésalkotók összességében határozzák meg a fajtára jellemző hozamot, illetve annak termésbiztonságát. A fajták biodiverzitása is mérvadó az ellenállóképesség vizsgálat szempontjából, mivel a különböző földrajzi származású genotípusok különböző környezeti alkalmazkodóképességgel rendelkezhetnek.

Egy eltérő földrajzi eredetű 184 őszi árpafajtából álló populációból válogattunk ki 28 genotípust egy előzetes genomra kiterjedő asszociációs elemzés (GWAS) alapján. Figyelembe vettük a kalásztípust és próbáltuk megőrizni a genetikai sokféleséget is, ezért 14 kétsoros és 14 hatsoros fajtát választottunk ki a kísérlethez.

A szélsőséges időjárási viszonyokhoz történő akklimatizálódási vizsgálatokhoz fitotroni kontrollált klímakamrás kísérletet indítottunk, ahol a termésadatok változása alapján elemeztük, hogy az adaptációs képesség, fajta jelleg vagy tolerancia szint milyen reakció típusokat eredményezhet a magas hőmérsékleti viszonyokkal szemben. A kiválasztott árpa genotípusokat különböző fejlődési stádiumokban kezeltük: egyszeri kezeléskor csak a kalász hasban állapotban (Z49) és kombinált kezelés esetében szárba induláskor (ZD31), illetve hasban kalászoláskor (Z49) is. Az árpaakat ZD31 stádiumban 5 napig, hasban kalászoláskor 10 napig tartó magas hőmérsékleti kezelésnek tettük ki. A növények hőstressz kezelésénél ZD31-es állapotban 30 °C-ot alkalmaztunk, míg Z49-ben 35 °C-ot. A növények számára folyamatos vízellátást biztosítottunk a kontroll és a hőstressz kezelés során, egyaránt.

Összességében 18 különböző morfológiai tulajdonságot, valamint terméskomponens paramétert mértünk. Az elemzések során kimutattuk, hogy a stressz kezelése alapján négy csoportra bontható a fajtakör. Az egyszeri kezelés és a kombinált kezelés esetében is jelentős változást tapasztaltunk a csoportok között. Mindkét kezelési típusnál azonosítottunk két rosszabb paraméter értékekkel rendelkező és a kezelt fajtaátlag alatt teljesítő, hőstresszre érzékeny fajtákból álló csoportot. A kezelésekre jobban reagáló csoportok pedig a válaszreakció típusok alapján különültek el, viszont összességében ezek a csoportok már elérték, vagy felülmúlták a stressz kezelt 28 genotípus átlagát. Mind a két hőstressz kezelési típusnál az egyik csoport rosszabb főkalász eredményeket és jobb mellékkalász szemtermés hozamot mutatott. A másik csoport ezzel ellentétben, jobb főkalász értékkel rendelkezett, viszont a mellékkalászok összes termésmennyisége csökkenő tendenciát mutatott. Az elemzések alapján megállapítottuk, hogy bizonyos fajták külön csoportosultak mind a két kezelési típusnál az alkalmazkodóképesség és ellenállóképesség alapján.

Ennek tudatában tovább vizsgáljuk, hogy melyik reakció típusba tartozó fajták használhatóak fel hatékonyabban a stressztűrés növelésére egy keresztezési programban.

A kutatásokat az AGENT Projekt (H2020-SFS-2019-2) és a TKP2021-NKTA-06 számú projekt (NKFI Alap) kutatási pályázatok támogatták. (This research was funded by the AGENT Project (H2020-SFS-2019-2) from the Research and Innovation Action of the European Union (Grant agreement ID: 862613) and by the NKFI Fund (Grant agreement: TKP2021-NKTA-06).

SZÁRAZSÁGTŰRŐ SZŐLŐALANYOK VIZSGÁLATA A TOKAJI BORVIDÉKEN

Kneip Antal¹, Balling Péter¹, Varga Laura¹, Zsigrai György², Kovács Tibor¹, Molnár Péter¹

¹*Tokaji Kutatóintézet Nonprofit Kft., Tarcal – Tokaj-Hegyalja Egyetem, Sárospatak*

²*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem – Karcagi Kutatóintézet, Karcag*

A klímaváltozással egyre intenzívebben jelentkező szárazságstressz egyes évjáratokban a Tokaji borvidéken is veszélyezteti a szőlőültetvények megfelelő termőpotenciáljának kihasználását, illetve az újonnan telepített állományok kielégítő vegetatív fejlődését. Az ideiglenes vízhiányhoz való alkalmazkodás megfelelő eszköze lehet szárazságtűrő alanyok felhasználása a telepítéskor. Tapasztalataink szerint az alanyválasztásban rejlő lehetőségeket egyre tudatosabban igyekeznek kihasználni a termelők, melynek támogatására vizsgálatssorozatot indítottunk más klimatikus körülmények között nemesített alanyfajták kipróbálására tokaj-hegyaljai ültetvényekben, a borvidék fő nemes fajtáival. Kutatásaink során három szárazságtűrő alany (Ruggeri 140, Paulsen 1103, Richter 110), valamint a Teleki 5.C, 125AA és SO.4 alanyok hajtásnövekedésre, valamint termésjellemzőkre és mustminőségre gyakorolt hatását vizsgáljuk Furmint és Hárslevelű nemes fajták esetében, különböző termőhelyi adottságok mellett. Eredményeink alapján új telepítésű ültetvényben az első két vizsgálati év (2017-18) nyári csapadékhiányának ellenére a Teleki 5.C hajtásnövekedésben megelőzte a szárazságtűrőnek számító alanyokat, így felhasználása hasonló termőhelyi körülmények esetén továbbra is javasolható. A Richter 110 – Furmint kombináció a szakirodalmi adatok alapján várttal ellentétben a leggyengébb hajtásnövekedést produkálta, ezért az alany szélesebb körű felhasználása további vizsgálatokat igényel. Termőkorba lépő kísérleti ültetvényben a borvidéken legelterjedtebb Teleki 5.C alanyra oltott Furmint megfelelő fűrt- és bogyóméret mellett a legjobb mustminőséget produkálta az aszályos 2022-es évben, így az alanyfajta teljesítménye eddigi tapasztalataink szerint megfelelőnek mondható.

A szabadföldi vizsgálatok mellett a Tokaji Kutatóintézet Nonprofit Kft. és a MATE Karcagi Kutatóintézet közötti együttműködés keretében vizsgálatssorozat indult különböző típusú liziméterekben a Tokaji borvidék két meghatározó szőlőfajtája, a Furmint és a Hárslevelű eltérő alanyfajtákkal történő kombinációjával kialakított oltványok vízfelhasználási és produktívítási tulajdonságának feltárása, illetve a leginkább szárazságtűrő alany-nemes kombinációk meghatározása és a klímaváltozás következtében kialakuló kihívásokra adandó borvidéki válasz kidolgozásához szükséges információk feltárása céljából.

SZEGEDI BÚZAJÁRTÁK SZÁRAZSÁGSTRESSZRE ADOTT REAKCIÓI

Nagy Dániel, Cseuz László, Pauk János

Gabonakutató Nonprofit Kft., Szeged

A globális hőmérséklet-emelkedés, a hőségnapok számának növekedése és a szélsőséges csapaékeloszlás jelentős termés kiesést okoz a búzatermesztésben. Magyarországon a 2022-ben a betakarított búza mennyisége közel egynegyedével volt kevesebb az előző öt év átlagánál. A vízhiány a bokrosodási fázisban és a virágzás ideje alatt különösen kritikus, melynek hatására csökken a termés és romlik annak minősége. A hő- és szárazságstresszre adott válaszreakciók megismerése és a toleráns genotípusok beazonosítása kulcsfontosságú a stressztűrő fajták nemesítése, és ezáltal a termésstabilitás növelése érdekében.

Kísérleteink során arra kerestük a választ, hogy a nemesítési programunkból származó fajták közül melyek azok, amelyek kedvező szárazságstressz-rezisztencia tulajdonságokkal rendelkeznek. A kísérletek 2013-tól 2022-ig tartó időszakban, szántóföldi körülmények között, az intézetünk automata esőárnyékoló berendezése alatt lettek elvetve, valamint közvetlen mellette a kontroll kezelések. A vizsgálat során 12 szegedi búzafajta és egy szárazságtűrő kontroll fajta a *Plainsman V* szárazságstresszre adott válaszreakcióját hasonlítottuk össze négy paraméter (kalászkodási idő, növénymagasság, ezerszemtömeg és termésmennyiség) alapján. A két kezelésben minden fajtát 2x3 darab egy méter hosszú, kétsoros parcella reprezentált. A fajták kalászkodási ideje napokban kifejezve január elsejétől addig a napig tartott, amíg a főkalászok a parcella több, mint felén teljes egészében el nem hagyták a levélhüvelyt. A kísérleti eredményeink alapján a vízhiányos növények átlagosan két nappal korábban kalászkodtak, ez alátámasztja az irodalmi adatokat, mely szerint a növények korábbi kalászkodással reagálnak a szárazságstresszre. A stresszkezelés hatására a növények átlagosan 3 centiméterrel kisebb magasságot értek el, mint a kontroll parcellák, azonban nem minden fajta mutatott növénymagasság csökkenést. Az ezerszemtömeget 2x100 szem lemérése alapján állapítottuk meg. Ez a vizsgált tulajdonság nagyfokú stabilitást mutatott a vízmegvonás hatására, a fajták eltérőképpen reagáltak, azonban átlagosan mindössze 1,38 g különbséget mértünk a két kezelés között. A szemtermés mennyisége öntözetlen körülmények között minden vizsgált fajta esetén csökkenést mutatott, átlagosan 31%-al (10,51% - 52,61%) csökkent a termés. Mindazonáltal a fajták között jelentős eltérések mutatkoztak a stressz tolerancia index (STI) és a termésveszteség tekintetében. A szárazságtűrő kontroll fajta 25,79%-os termésveszteséggel reagált a stressz körülményekre, ennél 5 vizsgált fajta teljesített jobban a kísérletek során (*GK Pilis* – 10,51%, *GK Hortobágy* - 15,77%, *GK Szilárd* – 16,47%, *GK Bagó* – 17,99% és *GK Megyer* – 22,04%).

Az eredmények alapján megállapítható, hogy mely fajták alkalmasak az aszály súlytotta területeken történő termesztésre, felhasználhatóak a szárazságstressz hatásainak további részletes kutatásához, valamint alapanyagul szolgálhatnak a szárazságtűrőre történő nemesítésben.

ÖNTÖZÉSI KEZELÉSEK ÉS A SZÁRAZSÁG HATÁSA A KERTI BAZSALIKOM PRODUKCIÓBIOLÓGIÁJÁRA

Valkovszki Noémi Júlia, Szalóki Tímea, Székely Árpád, Kolozsvári Ildikó,
Kun Ágnes és Jancsó Mihály

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

A kerti bazsalikomot fűszerként, gyógynövényként és kozmetikai alapanyagként is felhasználják világszerte, melynek termőfelülete jelentősen lecsökkent hazánkban a víz- és kézimunkaigényessége miatt. Vizsgálataink során összehasonlítottuk az októberi betakarítású bazsalikomtermesztés eredményeit egy bazsalikom számára átlagos (2020) és egy csapadékhányos (2022) évben különböző öntözővíz-kezelések mellett. A két tenyészidőszak között a természetes csapadék különbsége 329 mm volt, amely meghatározta az öntözés hatékonyságát is. Eredményeink alapján a termásvíz eredetű elfolyóvíz, a gipsszel javított és hígított elfolyóvíz, valamint a Holt-Körös vize egyaránt hatékonyan alkalmazható a kerti bazsalikom öntözésére. A kezelések között szignifikáns különbséget 2020-ban a biomassa, a virágos hajtásvég és az ezermagtömeg, míg 2022-ben a SPAD értékek esetében találtunk. A csapadékhányos hatása szignifikáns volt, az azonos mennyiségű öntözés nem volt elegendő. A gipsszel javított és hígított elfolyóvízes kezelésben tapasztaltuk a legnagyobb hozamcsökkenést (biomassa: 92,07%, virágos hajtásvég: 93,15%), míg a legalacsonyabb hozamcsökkenést a halászati elfolyóvízzel történő kezelés eredményezte (biomassa: 68,92%, virágos hajtásvég: 74,58%). A bazsalikom ezermagtömege az aszályos évben szignifikánsan magasabb volt az elfolyóvizet tartalmazó kezelésekben. Az optimális hozam elérése érdekében, különösen aszályos években, javasolt öntözéssel pótolni a hiányzó csapadék mennyiségét.

Kulcsszavak: biomassa, virágos hajtásvég, elfolyóvíz, ezermagtömeg, csapadékhányos

INFLUENCE OF IRRIGATION TREATMENTS AND DROUGHT ON THE PRODUCTION BIOLOGY OF GARDEN BASIL

N.J. VALKOVSZKI, T. SZALÓKI, Á. SZÉKELY, I. KOLOZSVÁRI, Á. KUN, and M. JANCÓSÓ

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Environmental Sciences,
Research Center for Irrigation and Water Management, Szarvas

Garden basil is a popular spice, medicinal plant and cosmetic ingredient worldwide, but in Hungary, its cultivation area decreased due to the high water demand and labour-intensive production. In our study, we have compared the results of autumn harvests (October) in two different growing seasons: a season with average precipitation (2020) and a season of severe drought (2022). The difference in natural rainfall was 329 mm between the two seasons, which affected the efficiency of the irrigation treatments too. Based on our results, effluent water from an intensive African catfish farm, its diluted and gypsum-improved version, and freshwater from a local oxbow lake were all efficient for irrigation. Significant differences between the treatments were found only in biomass, amount of flowering shoot tips and thousand seed weight in 2020 and in the SPAD value in 2022, respectively. The effect of drought was significant in 2022; the same amount of irrigation was insufficient compared to 2020. We experienced the most severe yield reduction in the gypsum-improved and diluted effluent water treatment (biomass: 92.07%, flowering shoot tip: 93.15%), while the lowest was observed in the case of effluent water irrigation (biomass: 68.92%, flowering shoot tip: 74.58%). The thousand seed weight of basil was significantly higher after effluent water-containing treatments in drought. We recommend that irrigation is necessary to achieve the optimal yield, especially in drought years.

Keywords: biomass, flowering shoot tip, effluent water, thousand seed weight, lack of precipitation

Bevezetés

Az elmúlt években a magyar gyógynövénytermesztő felület 25000-30000 ha között változott (Czirbus, 2019). A nagy kézimunka- és vízigenyes gyógynövényeink, mint a bazsalikom is 5-30 ha-os termőterülettel rendelkeznek évente. A kerti bazsalikom korábban a Kalocsa-Bajai termőtáj jellemzője

volt, míg a legújabb felmérések alapján már nem szerepelt a hazánkban felvásárolt gyógynövények között (Kiss és Boldog 2020).

A friss vagy szárított levelét és a virágos hajtásvégét szélhajtóként és görcsoldóként használja a hagyományos orvoslás (Sajjadi 2006). Ezen túl alkalmazza az élelmiszeripar és a kozmetikaipar is (Li és Chang 2016).

Az ajakosok családjába tartozó egyéves kerti bazsalikomot világszerte jól ismerik és a mediterrán területeken, öntözött körülmények között nagy felületen termesztik (Abbas 2010). Többen is bizonyították, hogy öntözése elfolyóvizekkel is hatékony és hozamnövelő hatással bír (Marofi et al. 2015, Omeir et al. 2020).

Az aszály stressz hatására azonban hozama csökken. A talaj vízkapacitásának 30%-ra való csökkentése a 'Genoveve' fajta esetében alacsonyabb növényeket eredményezett és a hozamot is közel felére csökkentette, miközben a SPAD érték növekedését figyelték meg (Mulugeta és Radácsi 2022).

Vizsgálatunk célja az volt, hogy összehasonlítsuk az októberi betakarítású bazsalikomtermesztés eredményeit egy bazsalikom számára átlagos (2020) és egy csapadékhiányos (2022) évben különböző öntözővíz-kezelések mellett.

Anyag és módszer

Szarvason a MATE ÖVKI Liziméter Telepén állítottuk be a kísérletet. Az első év a bazsalikom számára kedvező természetes csapadékot szolgáltatva, míg 2022-ben aszály volt (1. táblázat). A két tenyészedőszak között (január-október) a természetes csapadék különbsége 329 mm volt.

1. táblázat A kísérleti időszak havi csapadék összegei (mm) és havi átlaghőmérsékleti adatai (°C)

	2020		2022	
	Csapadékösszeg (mm)	Átlaghőmérséklet (°C)	Csapadékösszeg (mm)	Átlaghőmérséklet (°C)
Január	11,1	-1,0	14,5	0,4
Február	54,8	5,3	4,8	4,9
Március	48,7	7,0	7,8	5,5
Április	15,6	11,8	42,1	9,8
Május	39,0	14,7	13,0	18,0
Június	123,8	20,7	21,3	23,4
Július	92,6	22,1	20,8	24,4
Augusztus	44,6	23,7	33,4	24,3
Szeptember	26,5	19,2	57,7	16,4
Október	89,7	12,3	2,5	13,1
November	16,5	5,2	38,0	6,8
December	48,7	4,2	87,6	3,2

Mindkét kísérleti évben a három öntözési kezelés (1: Intenzív afrikai harcsa neveléséből származó termásvíz eredetű elfolyóvíz; 2: 312 g gipsz+ 1:1 arányú elfolyóvíz és Holt-Körös víz; 3: Holt-Körös víz; idénynorma: 105 mm hét alkalomra elosztva) és a természetes csapadék hatását vizsgáltuk. A vízadagok kijuttatására mikroszórófejes öntözést alkalmaztunk.

A növényeket a 'Genoveve' fajta vetőmagjából neveltük. 2020-ban június 2-án, 2022-ben május 17-én, 40 cm-es sortávolságra és 15 cm-es tőtávolságra ültettük a palántákat (1. ábra).

Véletlen mintavételt követően kezelésként 4 tő növénymagasságát (cm), növényátmérőjét (cm) mérőszalaggal, a SPAD értéket Konica Minolta SPAD-502 eszközzel, friss biomassza tömegét (g/tő), virágos hajtásvég tömegét (g/tő) CAS 25 mérleggel és ezermagtömegét (g) Sartorius BP221S analitikai mérleggel mértünk (g). A betakarítást 2020-ban október 06-án, 2022-ben október 19-én végeztük.

Az eredmények értékeléséhez MS Excel 2012 és IBM SPSS 27 számítógépes programokat alkalmaztunk. A kiugró értékek elhagyása után végeztük az analíziseket. A paraméterek varianciáit ($p=0.05$) a három öntözési kezelésben összehasonlítottuk egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA). Post Hoc teszt során Tukey test-et alkalmaztunk.

1. ábra Bazsalikom tövek öntözési kísérletben (Szarvas, 2020)



Eredmények

A bazsalikom növénymagasságát tekintve nem tapasztaltunk szignifikáns kezeléshatást sem az adatok átlagában, sem az éves bontásban; a kezeléseknél az évjárat hatása sem szignifikáns. A növényátmérő esetében sem kaptunk szignifikáns különbséget a kezeléseik között egyik kísérleti évben sem, az év hatása azonban minden kezelésben szignifikáns volt. Az aszályos évben minden öntözési kezelésben jelentősen csökkent az átmérő. A SPAD értéknél csak 2022-ben találtunk szignifikáns kezeléshatást, ahol a halászi vízzel eredményezte a legmagasabb értéket. A gipsszel javított és Holt-Körös vízzel hígított elfolyóvízes kezelésben szignifikáns évjárathatást tapasztaltunk (2. és 3. táblázat).

2. táblázat A kerti bazsalikom ANOVA eredményei a teljes kísérleti időszakból.

		Négyzetösszeg	df	Átlagos négyzetösszeg	F	Szig.
Magasság	Kezelés	50,672	2	25,336	0,464	0,637
	Év	7,159	1	7,159	0,131	0,722
	Kezelés * Év	18,114	2	9,057	0,166	0,849
	Hiba	928,412	17	54,612		
Átmérő	Kezelés	52,800	2	26,400	0,598	0,561
	Év	2245,980	1	2245,980	50,884	0,000
	Kezelés * Év	253,270	2	126,635	2,869	0,084
	Hiba	750,362	17	44,139		
SPAD	Kezelés	88,552	2	44,276	3,184	0,067
	Év	48,263	1	48,263	3,470	0,080
	Kezelés * Év	32,681	2	16,341	1,175	0,333
	Hiba	236,419	17	13,907		
Biomassza	Kezelés	711931,458	2	355965,729	6,404	0,008
	Év	3751184,320	1	3751184,320	67,487	0,000
	Kezelés * Év	864465,833	2	432232,917	7,776	0,004
	Hiba	944922,917	17	55583,701		
Virágos hajtásvég	Kezelés	557487,085	2	278743,542	7,176	0,006
	Év	2664578,526	1	2664578,526	68,596	0,000
	Kezelés * Év	627845,797	2	313922,899	8,082	0,003
	Hiba	660354,195	17	38844,364		
Ezermag-tömeg	kezelés	0,035	2	0,018	2,485	0,104
	év	0,500	1	0,500	70,074	0,000
	kezelés * év	0,121	2	0,061	8,516	0,002
	Hiba	0,171	24	0,007		

A biomassza és a virágos hajtásvég tövenkénti hozama esetében is azt az eredményt kaptuk, hogy 2020-ban volt szignifikáns kezeléshatás, de 2022-ben nem. Továbbá mindhárom öntözési kezelésnél szignifikánsan csökkent a hozam az aszályos évben. A 329 mm-nyi csapadékhány hatására 2022-ben 2020-hoz képest a gipsszel javított és hígított elfolyóvízes kezelésben tapasztaltuk a legnagyobb hozamcsökkenést (biomassza: 92,07%, virágos hajtásvég: 93,15%), míg a legkisebb hozamcsökkenést a halászlai elfolyóvízzel történő kezelés eredményezte (biomassza: 68,92%, virágos hajtásvég: 74,58%).

Az ezermagtömeget vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a csapadékos 2020-as évben a Holt-Körös vízzel történő öntözés szignifikánsan nagyobb ezermagtömeget eredményezett. A bazsalikom ezermagtömege az aszályos évben szignifikánsan magasabb volt az elfolyóvizet tartalmazó kezeléseknél (2. és 4. táblázat).

Eredményeink alapján a termásvíz eredetű elfolyóvíz, a gipsszel javított és hígított elfolyóvíz és a Holt-Körös vize egyaránt alkalmazható a kerti bazsalikom öntözésére. Aszályos években a jövőben is javasolt öntözéssel pótolni a hiányzó csapadék mennyiségét az optimális hozam elérése érdekében.

3. táblázat A bazsalikom magasság (cm), átmérő (cm) és SPAD érték eredményei 2020-ban és 2022-ben az októberi betakarítás idején

Kezelés	Év	Magasság		Átmérő		SPAD érték	
		Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
1.	2020	53,475aA	8,27	51,63aA	8,63	37,08aA	6,74
	2022	50,50aA	7,05	37,75aB	4,35	36,33bA	4,61
	Átlag	51,99	7,29	43,70	9,45	36,70	5,36
2.	2020	54,97aA	6,73	59,63aA	6,39	35,18aA	1,81
	2022	56,33aA	1,15	30,50aB	6,61	29,00aB	2,53
	Átlag	55,56	4,86	45,06	16,69	32,09	3,88
3.	2020	55,00aA	6,56	56,38aA	7,31	36,15aA	1,53
	2022	53,25aA	10,11	39,75aB	6,60	34,33abA	0,49
	Átlag	54,13	7,94	48,06	10,98	35,37	1,48
Átlag	2020	54,48	6,58	56,26	7,36	36,13	3,82
	2022	53,09	7,19	36,00	6,80	33,12	4,44
	Átlag	53,82	6,76	45,69	12,44	34,69	4,31

Jelmagyarázat: a kisbetű (a, b) az azonos tenyészidőszakban jelzi a kezelés hatását ($p < 0,05$)
a nagybetű (A, B) a kezelésen belül jelöli az év hatását ($p < 0,05$)

4. táblázat A bazsalikom hozam (biomassza és virágoshajtásvég, g/tő) és ezermagtömeg (g) eredményei 2020-ban és 2022-ben az októberi betakarítás idején

Kezelés	Év	Biomassza		Virágos hajtásvég		Ezermagtömeg	
		Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
1.	2020	508,33aA	228,27	415,00aA	212,31	0,84aA	0,10
	2022	158,75aB	41,51	105,23aB	32,89	1,24aB	0,06
	Átlag	308,57	230,54	237,99	207,32	1,04	0,22
2.	2020	1425,00bA	373,88	1203,75bA	340,47	0,91aA	0,12
	2022	113,75aB	17,02	82,45aB	13,08	1,20aB	0,06
	Átlag	769,38	742,48	643,10	639,52	1,06	0,18
3.	2020	911,25abA	361,42	722,50abA	261,80	1,08bA	0,06
	2022	135,00aB	88,41	99,575aB	65,96	1,16aA	0,10
	Átlag	523,13	481,14	411,04	376,97	1,12	0,09
Átlag	2020	988,18	489,19	813,64	419,79	0,94	0,13
	2022	135,83	55,22	95,75	40,38	1,20	0,07
	Átlag	543,48	547,56	439,09	464,07	1,07	0,17

Jelmagyarázat: a kisbetű (a, b) az azonos tenyésztési időszakban jelzi a kezelés hatását ($p < 0,05$)
a nagybetű (A, B) a kezeléson belül jelöli az év hatását ($p < 0,05$)

Köszönetnyilvánítás

A kísérlet az Agrár Minisztérium által támogatott „Mezőgazdasági eredetű szennyvizek hasznosítása” projekt keretei között valósulhatott meg.

Irodalom

- Abbas, R.J. (2010): Effect of using Fenugreek, parsley and sweet Basil seeds as feed additives on the performance of broiler chickens. *International Journal of Poultry Science* **9(3)** 278-282. DOI: <http://doi.org/10.3923/ijps.2010.278.282>
- Czirbus Z. (2019): A gyógynövényágazat Magyarországon. Szakmai Konferencia OMÉK, Budapest. 433-437.
- Kiss, G., Boldog, V. (2020): Statisztikai jelentések. Dísznövénytermesztés és gyógynövényfelvásárlás 2019. év. In: Demeter, E. *Dísznövénytermesztés és gyógynövény-felvásárlás* (ISSN 1418-2130) NAIK Agrárgazdasági Kutatóintézet, Budapest **11**. 9-11.
- Li, Q.X., Chang, C.L. (2016): Basil (*Ocimum basilicum* L.) Oils. In *Essential Oils in Food Preservation, Flavor, and Safety*; Preedy, V., Ed.; Elsevier Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2016; pp. 231–238.
- Marofi, S., Shakarami, M., Rahimi, G., Ershadfar, F. (2015): Effect of wastewater and compost on leaching nutrients of soil column under basil cultivation. *Agricultural Water Management* **158**. 266-276. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.05.007>
- Mulugeta, S.M.; Radácsi, P. (2022): Influence of Drought Stress on Growth and Essential Oil Yield of *Ocimum* Species. *Horticulturae*, **8**,175. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae8020175>
- Omeir, M.K., Jafari, A., Shirmardi, M., Roosta, H. (2020): Effects of Irrigation with Fish Farm Effluent on Nutrient Content of Basil and Purslane. *Proc. Natl. Acad. Sci., India, Sect. B Biol. Sci.* **90**. 825-831. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40011-019-01155-0>
- Sajjadi, S.E. (2006): Analysis of the essential oils of two cultivated basil (*Ocimum basilicum* L.) from Iran. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*. **14**, 128-30.

RIZS DIHAPLOID NEMESÍTÉSI VONALAK ÉRTÉKELÉSE SPEKTRÁLIS INDEXEK SEGÍTSÉGÉVEL AEROB TERMESZTÉSI RENDSZERBEN

Jancsó Mihály¹, Obirih-Opareh Jennifer¹, Siakwah Gideon Narteh¹, Szalóki Tímea¹, Lantos Csaba², Pauk János² és Székely Árpád¹

¹MATE Környezettudományi Intézet, Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóközpont, Szarvas

²Gabonakutató Non-profit Kft., Szeged

Az aerob rizstermesztés olyan alternatív módszer, amely során csökkenthető a termelés vízigénye. Ehhez azonban megfelelő rizsfajták is szükségesek, amelyek a mérsékelt égővi feltételek között képesek ellenállni a sokszor egyidejűleg fellépő stresszhatásoknak. Munkánk során dihaploid (DH) nemesítési vonalakat hoztunk létre szárazságtűrő és -érzékeny genotípusok keresztezett kombinációjából, amelyeket szántóföldi aerob körülmények között teszteltünk. A szelekciós eljárások körébe bevontuk a levél spektroszkópia eszköztárát is, amelynek segítségével el tudtuk különíteni a vizsgált DH vonalakat. A spektrális indexek közül a fotokémiai reflektancia-index (PRI), a karotinoid reflektancia-index (CRI 1) és a klorofill tartalom index (CCI) esetében mértünk szignifikáns különbségeket. Ezeket az eredményeket a későbbiekben a csírákori és a szántóföldi szárazságtűréshez kapcsolódó egyéb paraméterekkel kívánjuk összevetni, azért hogy tovább növeljük a nemesítés hatékonyságát.

Kulcsszavak: androgenézis, aerob rizsnemesítés, levél spektroszkópia, szárazságtűrés

EVALUATION OF DOUBLED HAPLOID RICE BREEDING LINES WITH SPECTRAL INDICES IN AEROBIC CULTIVATION

M. JANCÓSÓ¹, J. OBIRIH-OPAREH¹, G.N. SIAKWAH¹, T. SZALÓKI¹, C. LANTOS², J. PAUK² and Á. SZÉKELY¹

¹Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Environmental Sciences, Research Center for Irrigation and Water Management, Szarvas

²Cereal Research Nonprofit Co., Szeged

Aerobic rice production is an alternative growing method to reduce water consumption of rice. However, appropriate aerobic rice varieties are necessary that are tolerant to different stress factors especially under temperate conditions. We have produced doubled haploid (DH) breeding lines after the crossings of drought tolerant and sensitive rice genotypes in our research and breeding program. These DH lines were tested under aerobic field conditions. Among other selection methods, leaf spectroscopy was also applied which were found suitable for the differentiation of the breeding lines. We found significant differences in case of photochemical reflectance index (PRI), carotenoid reflectance index (CRI 1) and chlorophyll content index (CCI). The results will be compared and correlated to other drought related parameters, which can help us to increase the efficiency of breeding process.

Key words: androgenesis, aerobic rice breeding, leaf spectroscopy, drought tolerance

Bevezetés

A rizs vízigényes növény, termesztése erősen függ a rendelkezésre álló természetes csapadék és az öntözővíz mennyiségétől (Bouman és mtsai., 2002). Amennyiben vízhiány lép fel a növény érzékeny fejlődési periódusaiban, különösen a virágzás időszakában, akkor jelentős termés kieséssel számolhatunk (Lafitte és mtsai., 2006). Ezért világszerte folynak fejlesztések a rizstermesztés vízfelhasználásának csökkentése és az alkalmazott rizsfajták szárazságtűrésének fejlesztése érdekében (Tabbal és mtsai., 2002). A mérsékelt égővi rizstermesztés esetében e feladat különösen komplex, hiszen általában a növények is komplex stresszhatásoknak vannak kitéve (Courtois és mtsai., 2012; Sulmon és mtsai., 2015).

A rizstermesztés vízigényének csökkentésére dolgozták ki azt a viszonylag új, intenzív termesztéstechnológiát (aerob termesztés), amely során nem alkalmaznak folyamatos árasztást, hanem időszakos árasztással, vagy precíziós öntözésekkel biztosítják a magas terméseredményeket. Ehhez

nélkülözhetetlen a talaj nedvességtartalmának nyomon követése, a precíz öntözés és az erre alkalmas rizsfajták alkalmazása is (Bouman és mtsai., 2006; Prasad, 2011).

A rizs árasztás nélküli termesztése Magyarországon sem ismeretlen. A kapcsolódó kutatások eredményeként 1992-ben víztakarékos rizstermesztési technológiát szabadalmaztattak, valamint később erre a termesztési módra alkalmas rizsfajtákat is nemesítettek hazánkban (Jancsó és mtsai., 2017; Pauk és mtsai., 2009; Simonné Kiss, 2001).

A magyar rizsnemesítésben a dihaploidok felhasználása a 'Dáma' fajta 1992-es elismerése óta jelentős szerepet tölt be (Heszky és mtsai., 1996; Lantos és mtsai., 2005). A módszer segítségével több államilag elismert rizsfajtát is létrehozta a hazai kutatók (Pauk és mtsai., 2009). Ez a nemesítői tevékenység 2014 után kapott új lendületet és jelentősen kibővült az androgenézis felhasználása a homogén nemesítési vonalak előállításában (Lantos és mtsai., 2022).

Folytatva a korábban elkezdett nemesítési feladatokat, munkánk során olyan új, az aerob termesztésre alkalmas genotípusokat keresünk, amelyek felhasználhatók a mérséklet övi rizstermesztésben. A hatékonyabb szelekciós módszerek használata érdekében a nemesítési vonalakat spektrális indexek alapján is jellemeztük.

Anyag és módszer

Az aerob rizsnemesítés helyszíne a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE) ÖVKI Liziméter Telepe Szarvason. Célunk a hazai körülmények között is biztonságosan termelhető, szárazságtűrő vonalak kiválogatása. Munkánkhoz az 'IRAT 109' elefántcsontparti eredetű, szárazságtűrő rizsfajta (IRRI, 1984) és a 'Marilla' szárazság érzékeny, magyar nemesítési vonal keresztezésével a MATE ÖVKI Galambosi Rizskísérleti Telepén (Szarvas) hoztuk létre 2017-ben azokat a nemesítési vonalakat, amelyek F₂ generációjának felhasználásával portoktenyészeteket indítottunk a Gabonakutató Nonprofit Kft. Biotechnológiai Laboratóriumában (Szeged).

Az ott felnevelt homogén dihaploid növényeket (DH) és az azokból származó vonalakat Szarvason, árasztott körülmények között szaporítottuk fel. A vonalak egyszerű fenotípusos szelekcióján túl, amikor a szálkás és a megdőlésre hajlamos anyagokat eltávolítottuk, nem történt jelentős kiválogatás. A megmaradt DH vonalakkal a MATE ÖVKI Liziméter Telepén 2022-ben, aerob (árasztás nélküli) körülmények között állítottunk be egy kétismétléses, mikroparcellás kísérletet két kezeléssel. A vizsgálatokhoz 18 darab véletlen kiválasztással meghatározott DH vonalat használtunk fel, amelyek 1-28, 2-22, 2-35, 2-40, 3-30, 3-57, 3-8, 4-3, 4-43, 4-60, 6-26, 6-33, 6-46, 6-49, 7-70, 8-33, 8-40 és 8-55 jelzéseket kapták. A virágzás időszakában, július 20. és augusztus 4. között a terület felén megvontuk a vízutánpótlást, míg a terület másik felén ebben az időszakban is kijuttattunk három alkalommal, összesen 60 mm öntözővizet. A vizsgált időszak forró és száraz volt, az átlaghőmérséklet 25,5 °C volt és mindösszesen 13 mm természetes csapadék hullott.

A vizsgálatokhoz CI-710s típusú hordozható levélspektrométert (CID-Bioscience, USA) használtunk. A fényelnyelés, a transzmittancia és a reflektancia mértékét 400-1100 nm-es tartományban határoztuk meg genotípusonként 10 ismétlésben, 2022. augusztus 3-án. Több, általánosan elterjedt indexet (pl. IAD, CNDVI, WBI, DCNI, stb.) is kiszámítottunk a rendelkezésünkre álló mérésekből, amelyek közül a statisztikai elemzést követően a PRI, CRI 1 és CCI indexek mutattak jelentős különbségeket az egyes genotípusok és kezelések között. Ezek eredményeit közöljük jelen cikkünkben.

A fotokémiai reflektancia-indexet (PRI) a következő képlettel számoltuk ki: $PRI = (R_{531} - R_{570}) / (R_{531} + R_{570})$ (Gamon és mtsai., 1992). A karotinoid tartalomra utaló értékeket (CRI 1) Gitelson és mtsai., (2001) alapján határoztuk meg: $CRI\ 1 = (1/R_{510}) - (1/R_{550})$. A klorofill tartalom indexét a transzmittancia értékek alapján, a $CCI = T_{931} / T_{653}$ képlettel számoltuk (Parry és mtsai., 2014).

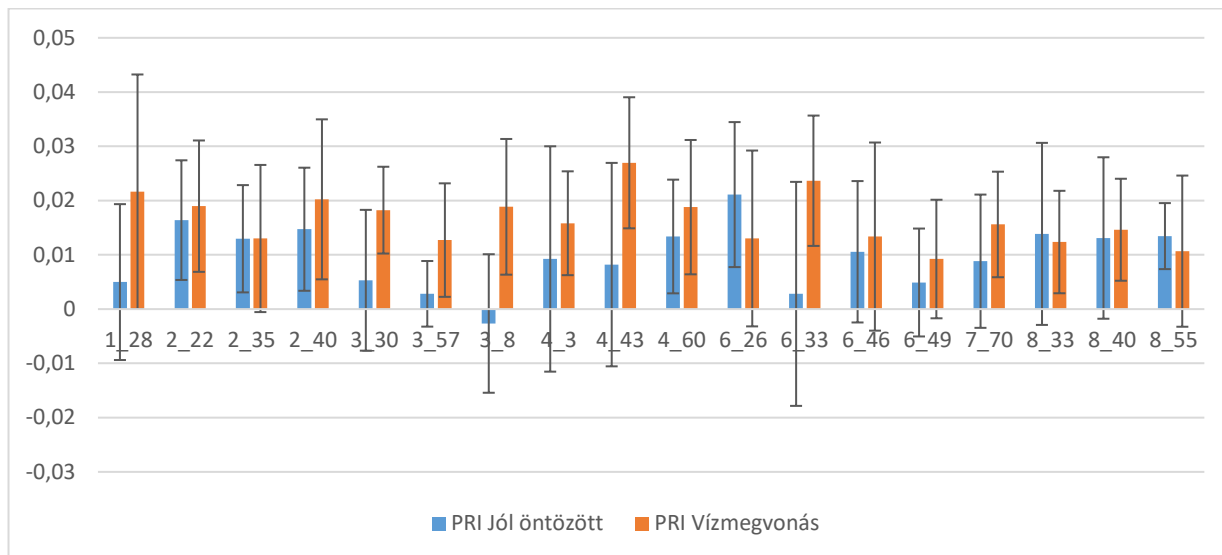
A mérési eredmények ellenőrzésére, az indexek kiszámítására és az adatok ábrázolására MS Excel 2013 programot alkalmaztunk. A statisztikai elemzéseket az IBM SPSS Statistics 22 szoftverrel végeztük el, ahol az egytényezős varianciaanalízis után a genotípusok közötti különbségek meghatározására Tukey post hoc tesztet használtunk. Ennek eredményeit az ábrákon az oszlopok felett feltüntetett kis- és nagybetűk mutatják, ahol a különböző betűk szignifikáns különbségeket jelölnek.

Eredmények

A hatékonyabb szelekciós módszerek használata érdekében a rendelkezésünkre álló DH nemesítési vonalak közül 18-at jellemeztünk spektrális indexek alapján a virágzás időszakában. Az indexek közül a fotokémiai reflektancia-index (PRI), a karotinoid reflektancia-index (CRI 1) és a klorofill tartalom index (CCI) esetében mértünk szignifikáns különbségeket.

A PRI esetében általánosságban elmondható, hogy a vízmegvonás hatására az index értéke a legtöbb vonal esetében megnőtt (1. táblázat). A nagy szórásértékek miatt azonban a DH vonalak között a kezeléseken belül nem, de a kezelések között ki tudunk mutatni szignifikáns különbségeket. A legkisebb átlagos PRI változást a 2-35 jelű vonal esetében mértünk.

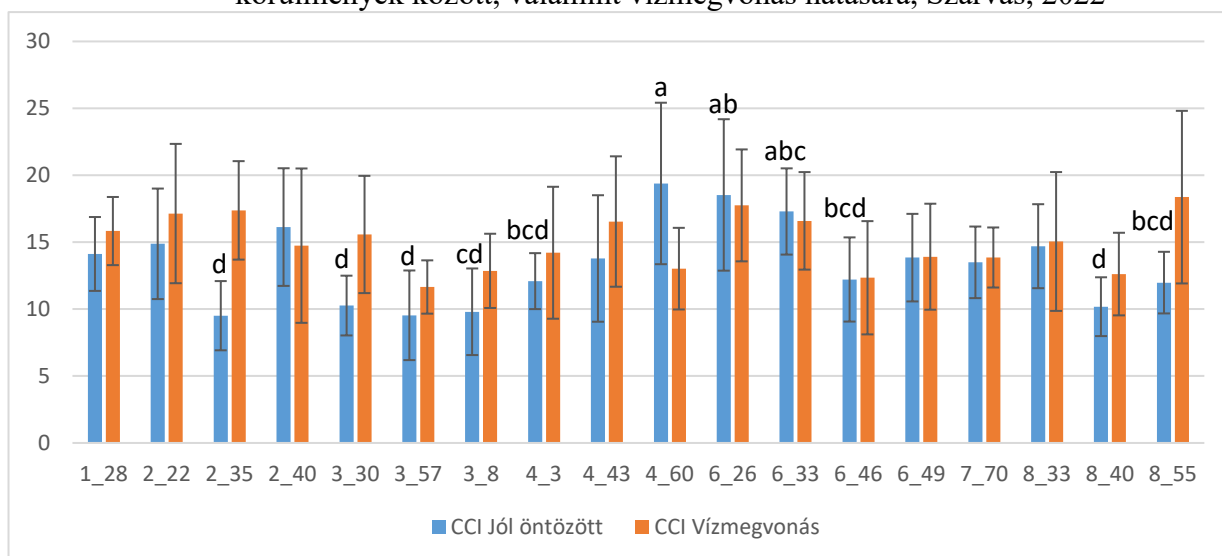
1. *ábra* Rizs DH vonalak fotokémiai reflektancia-index értékei a virágzás időszakában jól öntözött körülmények között, valamint vízmegvonás hatására, Szarvas, 2022



A legmagasabb CCI értékeket a jól öntözött körülmények között a 4_60 vonal mutatta. A vízmegvonás hatására a 2-22, 2-35, 6-26 és a 8-55 DH vonal esetében mértük a kiemelkedő CCI eredményeket, azonban ebben a kezelésben szignifikáns különbségeket nem tudunk kimutatni (2. ábra).

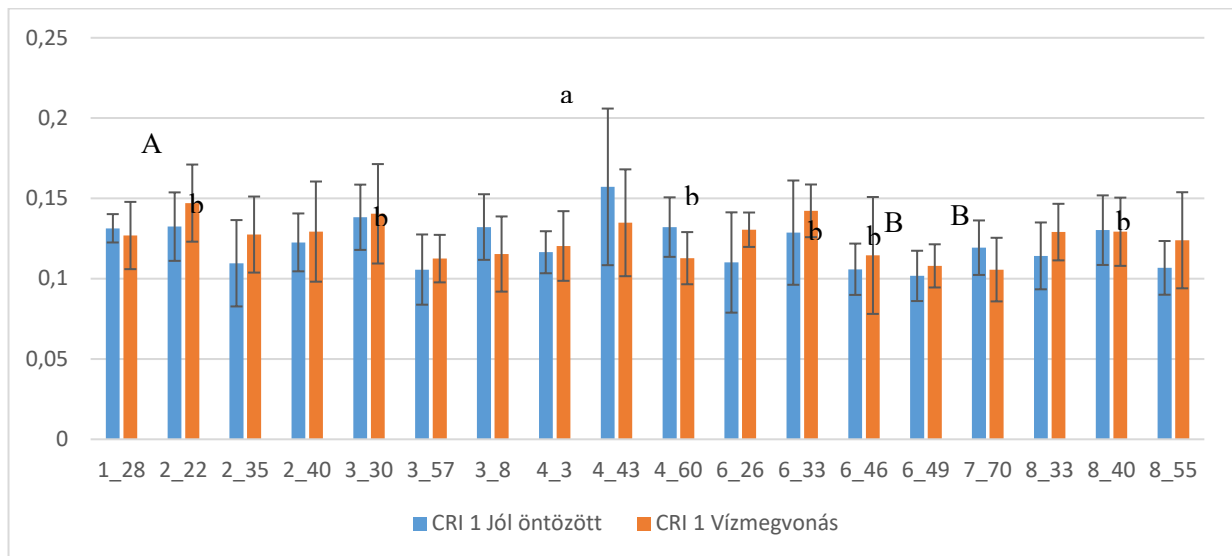
A harmadik vizsgált index a CRI 1 volt (3. ábra), amelynek legmagasabb értékét a stresszmentes körülmények között a 4-43 vonalnál mértük, míg a vízmegvonásnak kitett parcellák esetében a 2-22 vonal értéke bizonyult a legmagasabbnak.

2. *ábra* Rizs DH vonalak klorofill tartalom index értékei a virágzás időszakában jól öntözött körülmények között, valamint vízmegvonás hatására, Szarvas, 2022



Az eltérő kisbetűk a genotípusok közötti szignifikáns különbségeket mutatják a jól öntözött kezelésben $p=0,05$ esetén. A betűvel nem jelzett oszlopok értékei egyik genotípustól sem különböztek.

3. ábra Rizs DH vonalak karotinoid reflektancia-index értékei a virágzás időszakában jól öntözött körülmények között, valamint vízmegevonás hatására, Szarvas, 2022



Az eltérő kis és nagy betűk a genotípusok közötti szignifikáns különbségeket mutatják a különböző kezeléseken $p=0,05$ esetén. A betűvel nem jelzett oszlopok értékei egyik genotípustól sem különböztek.

Terveink szerint a vizsgálatokat a következő tenyészidőszakokban is folytatni fogjuk és összehasonlítjuk az eredményeket a csírákori és szántóföldi szárazságtűréshez kapcsolódó egyéb paraméterekkel.

Köszönetnyilvánítás

A dolgozat az FK_21 FK138042 számú OTKA pályázat támogatásával készült.

Irodalom

- Bouman, B., Yang, X., Wang, H., Wang, Z., Zhao, J., Chen, B. (2006): Performance of aerobic rice varieties under irrigated conditions in North China. *Field Crops Research*, **97**(1), 53–65.
- Bouman, B., Hengsdijk, H., Hardy, B., Bindraban, P., Tuong, T., Ladha, J. K. (2002): *Water-wise rice production. Proceedings of the International Workshop on Water-wise Rice Production*. International Rice Research Institute.
- Courtois, B., Frouin, J., Greco, R., Bruschi, G., Droc, G., Hamelin, C., Ruiz, M., Clément, G., Evrard, J.-C., van Coppenole, S., Katsantonis, D., Oliveira, M., Negrão, S., Matos, C., Cavigiolo, S., Lupotto, E., Piffanelli, P., Ahmadi, N. (2012): Genetic Diversity and Population Structure in a European Collection of Rice. *Crop Science*, **52**(4), 1663–1675.
- Gamon, J. A., Peñuelas, J., Field, C. B. (1992): A narrow-waveband spectral index that tracks diurnal changes in photosynthetic efficiency. *Remote Sensing of Environment*, **41**(1), 35–44.
- Gitelson, A. A., Merzlyak, M. N., Zur, Y., Stark, R., Gritz, U. (2001): Non-destructive and remote sensing techniques for estimation of vegetation status. *Papers in Natural Resources*, **273**, 205–210.
- Heszky, L. E., Simon-Kiss, I., Binh, D. Q. (1996): Release of the Rice Variety Dama Developed by Haploid Somaclone Breeding. In Y. P. S. Bajaj (Szerk.), *Somaclonal Variation in Crop Improvement II* **36**, 46–54. Springer Berlin Heidelberg.
- IRRI (Szerk.). (1984): *An overview of upland rice research: Proceedings of the 1982 Bouaké, Ivory Coast, Upland Rice Workshop*. International Rice Research Institute.
- Jancsó, M., Székely, Á., Szalóki, T., Lantos, C., Pauk, J. (2017): Performance of rice varieties under aerobic conditions in Hungary. *Columella Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, **4**(1), 83–88.
- Lafitte, H., Yongsheng, G., Yan, S., Li, Z.-K. (2006): Whole plant responses, key processes, and adaptation to drought stress: The case of rice. *Journal of Experimental Botany*, **58**(2), 169–175.
- Lantos, C., Jancsó, M., & Pauk, J. (2005): Microspore culture of small grain cereals. *Acta Physiologiae Plantarum*, **27**(4), 631–639.

- Lantos, C., Jancsó, M., Székely, Á., Nagy, É., Szalóki, T., Pauk, J. (2022): Improvement of Anther Culture to integrate Doubled Haploid Technology in Temperate Rice (*Oryza sativa* L.) Breeding. *Plants*, **11**(24), 3446.
- Parry, C., Blonquist, J. M., Bugbee, B. (2014): *In situ* measurement of leaf chlorophyll concentration: Analysis of the optical/absolute relationship: The optical/absolute chlorophyll relationship. *Plant, Cell & Environment*, **37**(11), 2508-2520.
- Pauk, J., Jancsó, M., Simon-Kiss, I. (2009): Rice Doubled Haploids and Breeding. In A. Touraev, B. P. Forster, & S. M. Jain (Szerk.), *Advances in Haploid Production in Higher Plants* 189–197. Springer Netherlands.
- Prasad, R. (2011): Aerobic Rice Systems. In *Advances in Agronomy* **111**, 207–247.
- Simonné Kiss, I. (2001): Six Decades of Rice Cultivation and Varietal Improvement in Hungary. *Hungarian Agricultural Research*, **10**(1), 4–7.
- Sulmon, C., van Baaren, J., Cabello-Hurtado, F., Gouesbet, G., Hennion, F., Mony, C., Renault, D., Bormans, M., El Amrani, A., Wiegand, C., Gérard, C. (2015): Abiotic stressors and stress responses: What commonalities appear between species across biological organization levels? *Environmental Pollution*, **202**, 66–77.
- Tabbal, D. F., Bouman, B., Bhuiyan, S. I., Sibayan, E. B., Sattar, M. A. (2002): On-farm strategies for reducing water input in irrigated rice; case studies in the Philippines. *Agricultural Water Management*, **56**(2), 93–112.

VADON TERMŐ ÜRÖM (*Artemisia*) FAJOK ILLÓOLAJ MENNYISÉGÉNEK ÉS ÖSSZETÉTELÉNEK ÉRTÉKELÉSE

Tavaszi-Sárosi Szilvia¹, Milan Gavrilović², Pedja Janačković², Ivica Z. Dimkić³, Radácsi Péter¹

¹Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, Gyógy-és Aromanövények Tanszék

²Department of Morphology and Systematics of Plants, Faculty of Biology, University of Belgrade

³Department of Biochemistry and Molecular Biology, Faculty of Biology, University of Belgrade

Az *Artemisia* nemzetségbe tartozik több jól ismert és gazdaságilag jelentős gyógy- és aromanövény, melyek közül a legismertebbek az *Artemisia absinthium* L. (fehér üröm) és az *Artemisia annua* L. (egynyári üröm). A fehér üröm keserű likőrök, vermutok és a jól ismert abszint egyik alapanyaga, illóolaja a hagyományos gyógyászatban alkalmas bélféregűzésre, ezen kívül görcsoldó hatású. Az egynyári üröm szintén az egész világon ismert, a malária elleni küzdelem kulcsfontosságú növényfaja a benne található artemizinin vegyületnek köszönhetően. Mindegyik üröm faj tartalmaz illóolajat, melynek összetételvizsgálata, így a fajok biodiverzitásának értékelése számos vizsgálat középpontjában áll, az összetevők pontos meghatározása azonban még mindig hiányosnak tekinthető.

Kutatómunkánk során a Vajdaságban gyűjtött, vadon termő üröm fajok virágzó hajtásainak illóolaj mennyiség- és összetételbeli eltéréseit vizsgáltuk az *A. absinthium*, *A. annua* és az *A. vulgaris* L. (fekete üröm) esetében. A szakirodalmi adatokkal megegyezően a három faj közül egyedül az egynyári üröm rendelkezett nagyobb illóolaj tartalommal ($1,85 \pm 0,11$ ml/100 g száraz anyag), a másik két faj esetében alig volt mérhető az olaj mennyisége (fehér üröm: $0,07 \pm 0,006$ ml/100 g száraz anyag, fekete üröm: $0,06 \pm 0,015$ ml/100 g száraz anyag).

Az illóolajok gázkromatográfiás vizsgálata során mintegy 85 illékony komponenszt azonosítottunk, az összetevők jellemző tömegspektruma és lineáris retenciós indexük alapján. A fehér üröm esetében a fő komponensek nagyobb molekulahúlyú, szeszkviterpén vegyületek voltak – béta-kariofillén (4,86 %), lavandulil-izovalerát (8,00 %), neril-izovalerát (6,94 %), kariofillén oxid (6,95 %). Az illóolaj egész kismértékű kékes színe a benne 0,5 %-ban megjelenő kamazulénak volt köszönhető. A fekete üröm esetében szintén szeszkviterpén típusú komponensek voltak meghatározóak: dihidro-ionon (7,10 %), germakrén-D (9,23 %), béta-szelinén (7,59 %), spatulenol (8,43 %). A legnagyobb illóolaj-tartalommal rendelkező egynyári üröm ezzel szemben teljesen eltérő illóolaj összetétellel volt jellemezhető, melyben egyértelműen a monoterpén származékok voltak meghatározóak: alfa-pinén (22,01 %), artemizia keton (34,80 %).

A kutatásokat a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap finanszírozásával megvalósuló 2019-2.1.11-TÉT-2020-00245 pályázat támogatta.

HATÉKONY BÚZA TÖRPÜLÉS VÍRUS REZISZTENCIA KIALAKÍTÁSA ÁRPÁBAN MESTERSÉGES miRNS ÉS CRISPR/CAS9 GENOMSZERKESZTÉSI TECHNOLOGIÁVAL

Kis András¹, Tholt Gergely², Dalmadi Ágnes¹, Sorbán-Kiss Barbara¹, Havelda Zoltán¹

¹ MATE, GBI, Gödöllő

² ATK, Növényvédelmi Intézet, Budapest

A sárgulást és törpülést okozó vírusbetegségek legelterjedtebb tagja a gabonafélék körében a *Geminiviridae* család *Mastrevirus* nemzetségébe tartozó búza törpülés vírus (Wheat dwarf virus – WDV). A csíkos gabonakabóca (*Psammotettix alienus*) által terjedő kórokozó kedvező feltételek esetén jelentős gazdasági károkat okoz a szántóföldeken. A DNS genommal rendelkező kórokozó elleni védekezés, természetes rezisztencia-forrás hiányában jelenleg a vektorok irtására és a vetésidő helyes megválasztására korlátozódik, ezért a biotechnológia eszköztárához fordultunk, hogy hatékony rezisztenciát hozunk létre árpa növényben.

Csoportunk korábban létrehozott egy WDV-specifikus, mesterséges policisztronikus miRNS konstrukciót, hogy az RNS interferencia útvonalát kihasználva, a WDV replikáz RNS-ek lecsendesítésével meggátolja a vírus szaporodását árpa növényben. Bizonyítottuk, hogy a létrejövő 3 darab, 21 nt hosszúságú kis RNS-sel meglehetősen hatékony rezisztencia érhető el, ugyanakkor ezzel a védekezési móddal, a kórokozó DNS genomját közvetlenül nem tudjuk elpusztítani. Ezért a későbbiekben a CRISPR/Cas9 technológiához fordultunk, hogy segítségével teljeskörű rezisztenciát alakítsunk ki. Négy darab 'single guide' RNS-t terveztünk a WDV genomjára, melyek egyenként beépülve a Cas9 fehérjébe képesek célba venni a vírusgenomot és iniciálni annak hasítását. A módszerrel egy igen hatékony rezisztenciát sikerült elérnünk, azonban több esetben tapasztaltuk, hogy a fertőzés jeleit mutató vonalakban található WDV genomok mutációkat hordoznak az egyik CRISPR/Cas9 célszekvenciában, amely feltehetően a növényi sejt DNS hibajavító mechanizmusának köszönhetően alakultak ki. A másik három célszekvencia esetében nem találtunk mutációkat, amelyből azt a következtetést vontuk le, hogy a többi guide RNS inaktív.

A bemutatott munka célja az volt, hogy a CRISPR/Cas9 technika használata következtében kialakult mutáns WDV genomokról létrejövő replikáz RNS-eket a korábban létrehozott, mesterséges policisztronikus miRNS konstrukcióval elpusztítsuk, megakadályozva ezzel a mutáns genomok szaporodását. Ennek elérése érdekében az aktív guide RNS-t tartalmazó CRISPR/Cas9 és a policisztronikus miRNS konstrukciót tartalmazó vonalakat hoztunk létre kotranszformációval. A T1 generáció *in vitro* felszaporításával nagyobb mennyiségű azonos genetikai háttérű növényállományt állítottunk elő, melyeket rovarvektoros WDV fertőzésnek vetettünk alá, majd a kalászosítás időpontjában vizsgáltuk a WDV jelenlétét. Bár a növények többsége látszólag egészséges fenotípust mutatott, molekulárisan 57%-ban kimutatható volt a WDV jelenléte, amely az előzetes eredményeinkhez képest sokkal magasabb megfertőződést mutat. A vonalakban található WDV genomokat megszekvenálva az esetek túlnyomó többségében vad típusú genomszekvenciákat találtunk, amely ellentmond a korábbi eredményeinknek és azt sugallja, hogy korábban a többi guide RNS is működőképes lehetett.

A KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS MINISZTERIUM ÚNKP-22-5 KÓDSZÁMÚ ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK A NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS ALAPBÓL FINANSZÍROZOTT SZAKMAI TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.



AUTOMATIZÁLT AGRÁRCITOGENETIKAI DIAGNOSZTIKAI RENDSZER KIFEJLESZTÉSE A GABONAFÉLÉKBE TÖRTÉNŐ HATÉKONY FAJIDEGEN GÉNÁTVITEL ÉRDEKÉBEN

Farkas András¹, Gaál Eszter¹, Ivanizs László¹, Kruppa Klaudia¹, Szakács Éva¹, Türkösi Edina¹,
Kovács Péter¹, Mahmoud Said², Molnár István¹,

¹Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

²Centre of the Region Hana for Biotechnological and Agricultural Research, Institute of
Experimental Botany, Olomouc, Czech Republic

A termesztett búza genetikai diverzitásának növelésére az egyik lehetséges módszer a búzával rokon, termesztett és vad fajok hasznos agronómiai tulajdonságainak átville faj- és nemzetségkeresztezés révén. A génforrásként használt fajokból már ezidáig is számos hasznos agronómiai tulajdonságot vittek át a búzába, de genetikai variabilitásuk nagyrészt kiaknázatlan a nemesítésben.

A búza-idegenfajú transzlokációk előállítására és az introgressziós nemesítés sikere nagy populációk vizsgálatán alapul. Az utóbbi időben a leghatékonyabb szelekciós stratégiának az bizonyult, ha a beépített kromoszóma-szegmentumok kimutatásán alapuló citogenetikai módszereket (GISH, FISH) kombináljuk nagy felbontású genotipizáló rendszerekkel. A citogenetikai módszerek nélkülözhetetlenek az interspecifikus hibridek kariotipizálásában, azonban nagy növényi populációk vizsgálatára nem alkalmasak, ami megnehezíti a vad fajok felhasználását a nemesítési programokban.

Kutatásunk célja egy Automatizált Agrárcitogenetikai Diagnosztikai Rendszer kifejlesztése, ahol a citogenetikai módszerek kapacitását úgy igyekszünk növelni, hogy az *in situ* hibridizáció (fluoreszcens- és genomi) három kulcsfontosságú lépését tesszük hatékonyabbá: I. a gyökércsúcs merisztémasejtek sejtciklusát hatékonyabban szinkronizáljuk kémiai gátlószerek segítségével. Reverzibilisen gátoljuk a DNS-szintézist hidroxikarbamid (HU), ami a sejtciklus G1-S fázisban történő gátlásához vezet. HU mentes közegben történő növénynevelés után a sejtek szinkronizáltan lépnek tovább a sejtciklusban. A sejtek metafázisban történő akkumulációjához amiprofosz-metiles kezelést alkalmazunk, amely a mitotikus orsót gátolja, ezáltal növeljük a metafázisos indexet és a kromoszómakihozatalt; II. kiváló minőségű (citoplazma mentes) kromoszóma-preparátumok készítéséhez „Drop” technikát fejlesztünk ki és úgy optimalizáljuk, hogy diploid, tetraploid és hexaploid gabonafélék nagy egyedszámának kezelésére legyen alkalmas; III. végül a kariotipizálás hatékonyabbá tételéhez a továbbfejlesztett sejtciklus-szinkronizálási és kromoszóma-preparátum készítési módszert automatizált fluoreszcens mikroszkópiához adaptáljuk. A technológia hatékonyságát egy nagy búza/idegen-fajú előnemesítési populáción teszteljük, amiből új, a búzanemesítésben felhasználható introgressziós vonalak azonosítása várható. Terveink között szerepel a módszer kidolgozása a búza rokonsági körétől eltérő, gazdaságilag hasznos növényekre is.

A kutatásokat az OTKA (K135057) és a TKP2021-NKTA-06 pályázatok támogatták.

PARADICSOM OLTVÁNY HATÁSA A BURGONYAGUMÓ METABOLIT ÖSSZETÉTELÉRE

Villányi Vanda, Odgerel Kongorzul, Okaroni O' Catherine, Bánfalvi Zsófia

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Genetika és Biotechnológia Intézet, Gödöllő, Szent-Györgyi Albert utca 4.

Az oltás egy ősi technológia a termesztett növények stressztűrő képességének és növekedési erélyének javítására. Ugyanez a technológia alkalmazható alapkutatói kérdések megválaszolására is. A burgonya rokona a paradicsomnak. A burgonyára oltva a paradicsomot a „krumplicsom” növények gumót teremnek, melyek metabolit analízise rámutat azokra a vegyületekre, amelyeknek a mennyisége a gumóban a hajtás függvénye.

Üvegházi körülmények között három burgonyafajta, a 'White Lady', 'Hópehely' és 'Désirée', és a 'Mobil' paradicsom oltványait készítettük el. Kontrollként oltatlan és önmagára oltott növényeket neveltünk fel. A méréseket GC-MS készülékkel három biológiai ismétlésben végeztük, minden biológiai ismétléshez három-három gumót használtunk fel. Száztizenegy metabolitot sikerült azonosítanunk a gumókban. A főkomponens-analízis (PCA) megerősítette a korábbi vizsgálatok eredményét, hogy a három burgonyafajta gumóinak metabolit összetétele eltérő. Az önmagára oltás csak kevésbé, míg a paradicsom erőteljesen megváltoztatta a metabolit koncentrációkat. Érdekes módon, mint ahogy azt a dendogramok is mutatták, a 'Hópehely' és 'White Lady' gumók szinte azonosra váltak a paradicsom hatására, addig a 'Désirée' gumók, összetételüket tekintve, elkülönültek tőlük. Student *t*-teszt ($p \leq 0.01$) alapján 50 olyan összetevőt találtunk, melyek mennyisége az önmagukra oltott kontroll növények gumóihoz képest a paradicsom ráoltás hatására legalább az egyik vizsgált fajtában szignifikánsan megváltozott. Az önmagára oltás 22 metabolit esetében okozott valamelyik fajtában szignifikáns változást, ezek a változások azonban nem mutattak a fajták között egységes mintázatot. Ezzel szemben a paradicsomhajtás mindhárom vizsgált fajta gumójában szignifikánsan megemelte a cukorsav, a *myo*-inozitol, a galaktinol, az almasav és a szacharóz mennyiségét, míg az aszparagin, a β -alanin, a treonin, a valin és az oxo-prolin szintjét csökkentette. Ezeket az eredményeket a teljes adattömbön elvégzett Random Forest vizsgálat is megerősítette, ami a kezelés alapján történő elkülönítésben a legnagyobb szerepet játszó 15 metabolit között ugyanezt a 10 összetevőt tartalmazta.

A paradicsom oltvány szemmel láthatóan sötétítette a gumók színét, ami az antocián tartalommal hozható összefüggésbe. Spektrofotometriás méréssel igazoltuk, hogy a paradicsom mindhárom fajta esetében megemelte a gumóhéjak antocián koncentrációját. Feltételeztük, hogy a megnövekedett antocián szint mögött transzkripciós változások is vannak. Az antocián szintézisútban és szabályozásban résztvevő néhány génre primereket terveztünk és RT-qPCR vizsgálatokat végeztünk. Kimutattuk, hogy az *ANI* transzkripciós faktor expressziója mindhárom fajta gumóhéjában megemelkedett a paradicsom ráoltás hatására. Mivel az *ANI* átírását a cukor indukálja, feltételezzük, hogy a gumószín sötétedése a floémen keresztül transzportált szacharóz mennyiségével van összefüggésben.

A kutatást az NKFIH NN_124441 pályázat támogatta.

AZ ASZKORBINSAV BIOSZINTÉZIS ÉS ÚJRAHASZNOSÍTÁS TRANSZKRIPCIÓ SZINTŰ INDUKCIÓJA MEGEMELT NITRÁT TÁPOLDATOZÁS MELLETT UBORKÁBAN

**Papp István¹, Neda Hesari¹, Szegő Anita¹, Pónya Zsolt^{2,3}, Kiss-Bába Erzsébet¹, Kolozs Henriett¹,
Gyöngyik Márta¹, Vasas Dominika¹, Iman Mirmazloum¹**

¹Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési-tudományok Intézet, Növényélettan és
Növényökológia Tanszék, Budapest

²Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési-tudományok Intézet, Agronómia
Tanszék, Kaposvár

³Széchenyi István Egyetem, Győr

A modern termesztési rendszerek eltérő tulajdonságú F1 fajtahibrideket igényelnek és használnak szabadföldi és hajtattott zöldségeknél, például uborkánál. A fajon belül így nagyszámú genotípus áll rendelkezésre, eltérő élettani jellemzőkkel. Ez a változékonyság lehetőséget ad a termesztési szempontból fontos tulajdonságok háttérének vizsgálatára.

Vizsgálatainkban egy-egy tipikus szabadföldi ('Joker') és üvegházi ('Oitol') uborka F1 hibridet hasonlítottunk össze növekedési paraméterek és oxidatív stressztűrés tekintetében. Az üvegházi 'Oitol' hibrid fiatal növényei gyorsabb növekedést, magasabb antioxidáns kapacitást és fokozott oxidatív stressztűrést (paraquat toleranciát) mutattak. Az 'Oitol' növények emelt nitrát tápoldatozás mellett a nitro-oxidatív stresszel szemben ellenállóbbnak bizonyultak a 'Joker' növényeknél. Erre a nitrát kezeléssel kiváltott biolumineszcencia alacsonyabb szintje utalt, ami alacsonyabb szintű lipid peroxidációt jelzett. Az 'Oitol' hibrid erőteljes antioxidáns védelmének háttérét tanulmányozva ebben a hibridben az aszkorbinsav (AsA) bioszintézis Smirnoff–Wheeler út, valamint az AsA újrahasznosítás génjeinek szelektív, erőteljes transzkripció indukcióját tapasztaltuk. Metabolit szinten az AsA szöveti koncentrációja nem volt lényegesen magasabb az 'Oitol' hibrid leveleiben, az AsA/dehidro-aszkorbinsav arány viszont emelkedettnek bizonyult.

Az utóbbi megfigyelést magyarázhatja, hogy bár az aszkorbát-peroxidáz (APX) gének markánsan indukálódtak a hibridben, az APX aktivitás ezt nem követte. Az AsA koncentráció mérsékelt emelkedésének magyarázatául szolgálhat az AsA bioszintézis ismert transzlációs feed-back mechanizmusa, a lehetséges gyorsabb AsA turnover, illetve az AsA bioszintézisben résztvevő enzimek eddig nem leírt nitro-oxidatív poszttranszlációs módosítása is.

Neda Hesari és Kolozs Henriett doktori munkáját a Biológiai Tudományi Doktori Iskola (MATE) támogatta.

BÚZA/*AE. BIUNCIALIS* INTROGRESSZIÓS VONALAK ELŐÁLLÍTÁSA ÉS JELLEMZÉSE DARTSEQ MARKERRENDSZER ALKALMAZÁSÁVAL

Gaál Eszter¹, Molnár István¹, Farkas András¹, Ivanizs László¹, Kalapos Balázs¹, Türkösi Edina¹, Kruppa Klaudia¹, Szakács Éva¹, Mahmoud Said³, Abraham Korol², Jaroslav Doležel³, Miroslav Valárik³

¹ Biológiai Erőforrások Osztálya, Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, 2462 Martonvásár Brunszvik u. 2.

² Institute of Evolution and Department of Evolutionary and Environmental Biology, University of Haifa, 199 Aba Khoushy Ave., Mount Carmel, Haifa 3498838, Israel.

³ Institute of Experimental Botany of the Czech Academy of Sciences, Centre of Plant Structural and Functional Genomics, Šlechtitelů 31, 779 00 Olomouc, Czech Republic

A búza rokonsági köréhez tartozó termesztett és vad fajok fontos génforrást jelentenek számos hasznos agronómiai tulajdonság tekintetében, többségük kedvező genetikai adottságai felhasználhatók a jövő növénynevelése számára. A tetraploid kecskebúza, *Ae. biuncialis* (U^bU^bM^bM^b) számos biotikus és abiotikus stresszrezisztenciával rendelkezik, melyek ivaros keresztezés útján, sorozatos visszakeresztezéseket követően beépíthetők a kenyérbúza genomjába. Az eddig előállított búza-*Ae. biuncialis* introgressziós vonalak nagyrészt a jó csapadékellátottságú élőhelyről (1050 mm/év) származó *Ae. biuncialis* MvGB642 genotípusból származnak, miközben csak a maronvásári génbankban több mint 150 *Ae. biuncialis* található. A félsivatagos élőhelyről (450 mm/év) származó MvGB382 jó szárazság-, és sótűrővel rendelkező genotípus, de beltartalmi értékei (étkezési rost, mikroelem) is előnyösek.

A búza genomjába beépült idegen fajú kromoszóma szegmentumok azonosítására jól alkalmazhatók a különböző *in situ* hibridizációs módszerek, ám ezek nem elég hatékonyak nagy populációk gyors és részletes vizsgálatára. Megfelelő molekuláris markerek felhasználása lehetővé teszi az előállított genetikai anyagok gyors elemzését és molekuláris vizsgálatát. Az *Aegilops* fajok esetében azonban napjainkig kevés kromoszóma-specifikus marker áll rendelkezésre. A DArTseq egy restriktív enzimekkel történő emésztésen alapuló genotype-by-sequencing (GBS) markerrendszer, mely költséghatékony, nagy áteresztőképességű. Használata nem igényel előzetes szekvencia információkat, de alkalmas a genom nagy felbontásban történő jellemzésére. Az *Ae. biuncialis* MvGB642 x MvGB382 genotípusaival előállított F₂ térképezési populáció DArTseq genetikai térképe alapján elmondható, hogy az M genom nagymértékű kollinearitást mutat a búza genomjával, míg az U genom esetén több átrendezés is tapasztalható. A búza-*Aegilops* szinténia következtében a később generált DArTseq markerek jól alkalmazhatók további búza-*Ae. biuncialis* MvGB382 és MvGB642 BC₃F₁₋₃ populációk jellemzésére, az ott található introgressziók kimutatására, a töréspontok meghatározására. DArTseq genotipizálással és *in situ* hibridizációs technikával az *Ae. biuncialis* több M (1M, 3M, 4M, 5M és 6M), illetve néhány U kromoszómaszegmentuma (1U-, 2U-, 4U- és 7U) volt azonosítható.

Az új introgressziós és addíciós vonalak, illetve a kromoszóma specifikus markerek alkalmazása elősegítheti új búzafajták előállítását, melyek a változó klímatis viszonyokhoz jobban tudnak alkalmazkodni.

A kutatást az alábbi pályázatok támogatták: ERDF project 'Plants as a tool for sustainable global development' (No. CZ.02.1.01/0.0/0.0/16_019/0000827), OTKA (K135057; TKP2021-NKTA-06), és Marie Curie Fellowship Grant award 'AEGILWHEAT' (H2020-MSCA-IF-2016-746253).

FÖLDI BIOREGENERÁCIÓS ÉLETTÁMOGATÓ ŰRKUTATÁSI RENDSZER (BLSS) LÉTESÍTÉSE A DEBRECENI EGYETEM BIODROME-BAN

Fári Miklós Gábor¹, Veres Szilvia¹

¹*Alkalmazott Növénybiológiai Tanszék, Növénytudományi Intézet
Debreceni Egyetem MÉK (Debrecen)*

A Bioregenerációs Élettámogató Rendszer (BLSS) kutatását a NASA és a szovjet űrkutatási programok úttörő kezdeményezésének tekintjük. A BLSS rendszer fontosságáról és nehézségéről 1966-ban, a NASA biológiai programjának akkori vezetője, Dale W. Jenkins (1918-2012) a következőket írta: *“A zárt ökológiai életfenntartó rendszerek kérdése az egyik legnehezebb tudományos és mérnöki feladat az űrprogramban. A hosszú távú, emberes űrrepüléshez teljes életfenntartó rendszerre van szükség, amely képes ellátni az összes oxigént, élelmet és vizet: eltávolítani minden felesleges széndioxidot, vizgőzt és emberi szervezetről származó hulladékot...Ilyen feladat az oxigén, a szén-dioxid, a légköri nyomás és a hőmérséklet megfelelő szinten tartása, valamint a felhalmozódott mérgező termékek és káros szagok eltávolítása. Az űrhajóban az ember egy korlátozott környezetbe van bezárva, ahol szükség van egy teljesen kiegyensúlyozott mikrokozmoszra vagy zárt ökológiai rendszer miniaturizálására. Ez egy óriási biológiai és biomérnöki probléma.”* 1965-ben Krasznojarszkban kezdték felépíteni, majd 1972-ben készült el az első BLSS rendszer, a szovjet BIOS-3. A szovjet mintát követve, az USA-ban a BIOSPHERE 2 program 1987 indult, az arizonai Oracle-ben. Az 1991-ben átadott, 12.700 m²-es gigantikus üvegház a zárt ökológiai rendszerek életképességét volt hivatott bemutatni az emberi élet világűrben történő fenntartását céljából, a Föld bioszféráját helyettesítve. Az Európai Űrügynökség (ESA) 1987-ben hasonló célból indította el a MELISSA programot (Micro-Ecological Life Support System Alternative - Mikroökológiai Élettámogató Alternatív Rendszer), amely napjainkban is folytatódik. Hat évtized után a kérdés továbbra is ugyanaz: hogyan lehet egy zárt rendszerben az ökoszisztémát mesterségesen úgy egyensúlyban tartani, hogy az biztosítani tudja az életfeltételeket az emberi lét számára? Fontosságára való tekintettel a Debreceni Egyetem 2017-ben kezdett hozzá az első hazai BLSS program tudományos megalapozásához. E program keretében egy speciális biológiai kutató és kísérleti növénynevelő tér, a BIODROME Debrecen létesült. Az előadás összefoglalja a BIODROME-ban 2020 óta folytatott, a BLSS témakörhöz sorolható kutatásokat és bemutatja az új eszközöket. A BIODROME-ban végzett kutatások legfontosabb területei az alábbiak: 1. A zárt térben termesztett / nevelhető, potenciális űrnövények térfogatának módosítása MORFOGENATOR berendezéssel; 2. Determinált növekedésű növények irányított nevelési lehetőségei CAPSITRON okos minifarmban; 3. Mikroalga előállítás kutatása ALGINATOR berendezéssel; 4. Új generációs KOMBINÁLT HIDROPÓNIA eszközök kutatása; 5. Determinált paprika-, paradicsom-, valamint potenciális űrpari búza- és lucernanevelés lehetőségei 3R HIPOGRAVITÁCIÓS KLINOSZTÁT berendezésben; 6. Zárt térben előállított zöld biomassza tartósítási lehetőségeinek megismerése MIKROSILOZÓ berendezéssel; 7. Zárt térben előállított növényi biomassza BOKONVERZIÓ kutatása katonalégy lárva tenyésztéssel; 7. Zárt térben nevelt növények és tenyésztett rovar melléktermékek tápanyagainak recirkulációja hidrokultúrás rendszerek számára; 8. Nagy térfogathasznosítással jellemezhető potenciális űrpaprika nemesítése; 9. Paprika zöld biomassza élelmiszer- takarmány- és bioipari célú hasznosítása.

A kutatást az Innovációs és Technológiai Minisztérium által meghirdetett Tématerületi Kiválósági Program ED 18-1-2019-0028 számon támogatja, a Debreceni Egyetem Űrkutatás tématerületi programja keretében.

KÉTSZER IS BETAKARÍTHATÓ A SILÓCIROK EGY ASZÁLYOS TENYÉSZIDŐSZAK VÉGÉN ÉRKEZŐ CSAPADÉK ÁLTAL

Palágyi Andrea, Kalmár Helga

Gabonakutató Nonprofit Kft., Szeged

Silócirok hibridjeink eddig „egyszer vágható” („one cutting”) típusú cirokféléként kerültek köztudatba, azonban az idei tapasztalatok szerint akár kétszer is betakaríthatók („multi cutting”) lehetnek. Hasonló időjárási körülmények mellett, mint amilyen a tavalyi 2022-es évben volt tapasztalható, az aszályos nyár végétől rendszeresen érkező csapadékot a silócirok növények rendkívül jól tudták hasznosítani, újra sarjadtak, majd ősszel egy második zöldtermés vált arathatóvá. Ez ajándékkul szolgálhat a gazdáknak, akik egy száraz évben az optimális zöldtermés felével számolhatnak minden silózásra alkalmas gabonaféle esetében. A sarjadásra való képesség olyan előnyös tulajdonsága a cirokféléknek, amivel a termés kiesést többszöri aratással pótolni lehet, így megfelelő termésbiztonságot nyújt a gazdáknak. Hatalmas pozitívum ez a silókukoricához hasonlítva, amely viszont sarjadásra nem képes.

Kiszomboron öntözetlen területen teszteltük hibridjeinket a termés-összehasonlító kísérletben. Az átlagosnál korábbra tevődő érési idő következtében már nyár elején betakarított siló zöldtermést az augusztus második felében érkező kb. 50 mm csapadékkal újra sarjadó növényállomány október közepére váratlanul még egy, igen szép ajándék siló terméssel egészítette ki. Ilyet a korábbi években még sosem tapasztaltunk. Ez azt jelenti, hogy a Dél-Alföldön – augusztustól októberig lehulló 150 mm körüli esővel – egy második siló termés is betakarítható volt. Kihhasználva a kétszeri aratás lehetőségét ugyanarról a területről, akár meg lehet duplázni a korábban már egyszer lesilózott termést, így a kísérletben 90-120 t/ha össztermést mértünk. Ily módon pótolni lehet az aszályos nyáron kiesett zöldtakarmány mennyiségét. Silócirok fajtáink jól viselték a tavalyi extrém aszályos tenyészidőszakot és a hosszan tartó hőhullámokat. A silóciroknak vannak más említésre méltó előnyei is. Sokáig zöld szára nehezebben fagy el ősszel a relatív magas cukortartalom miatt, így a rugalmas betakaríthatósága nagy pozitívum a silókukoricával szemben, amelynek optimális aratása rövidebb intervallumra korlátozódik. Betegségekkel szemben (kukorica csíkos mozaikvírus /MDMV/, *Fusarium* fajok, baktériumos levélfoltosság) toleráns, ami által egészséges és toxinmentes takarmány biztosítható, költséges növényvédő szerek használata nélkül is. A silócirok termesztése termelői vélemények szerint is gazdaságosabb a silókukoricához viszonyítva, fele áron megvalósítható (olcsóbb vetőmag, kevesebb műtrágya és növényvédő szer). Fajtáinkra jellemző, hogy nagy zöldhozammal (50-80 t/ha) és kiváló állóképességgel rendelkeznek, valamint szárazanyag termésük is jelentős (25-30 t/ha). A mért (hagyományosan egyszeri) zöldtömeg eredmények fajtánként, érési idő szerint és évjáratonként is változnak. Az elmúlt évek kisparcellás terméseredményei alapján mondhatjuk, hogy hibridjeink az utóbbi két száraz évben is viszonylag nagy zöldtömeget (45-60 t/ha) adtak. Fajtáink középerésűek, hazánk egész területén biztonságosan beérnek és csupán három hónap alatt silózhatók, ami következtében a tőlünk északabbra található, hűvösebb országokban is termesztethetők. Ez a rövid tenyészidő teszi lehetővé a silócirok másodvetésként való használatát. Lédús, cukros szára (15-18 Brix %) kitűnően bokrosodik, jó minőségű szilázs készíthető belőle, mely kiválóan alkalmas a kérődzők (szarvasmarhák és juhok) téli etetésére.

A silócirok kiváló szárazságtűrő és alkalmazkodó képessége révén aszályos években, öntözés nélkül is termésbiztonsággal termesztethető. Fajtáink a gyengébb adottságú talajokon és főként szárazság idején többet teremnek a silókukoricánál és az intenzív termesztéstechnológiát igénylő versenytárs silócirok hibrideknél is. Az idei évben tapasztalt újra sarjadásra képes siló növényállomány pedig a megkétszerezhető zöldtermés ígéretével tovább növeli fajtáink gazdasági értékét.

ANTIMICROBIAL SEED DRESSING TREATMENTS TO LOWER FUNGAL CONTAMINATION IN BARLEY *IN VITRO* CULTURES

Chaima Frad^{1*}, Ahmed Ali Hamad¹, Dávid Polgári^{1,2}, Sági László²

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

²*Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research, Martonvásár, Hungary*

In vitro tissue culture is widely used in plant research and is an essential step in genetic modification techniques. It helps to overcome barriers to traditional plant breeding, such as cross-incompatibility or long generation times. Therefore, *in vitro* culture has become an indispensable tool for plant breeders to create new genetic variations and hybrids contributing to crop varieties with desirable traits. While tissue culture offers significant benefits for plant breeding and genetic manipulation, microbial contamination remains a major hurdle to overcome. Microorganisms, including fungi, can quickly compromise the integrity of *in vitro* cultures. In addition, despite various surface sterilization methods, fungal contamination in barley tissue cultures can especially persist due to the imperfect attachment of the hull to the seed coat, leading to contaminated culture media and, eventually, loss of the culture. Therefore, prevention and/or elimination of contaminants is crucial to ensure the success of plant tissue culture experiments.

As such, decontamination strategies are essential for thriving tissue culture. Therefore, this study aimed to investigate the efficacy of various seed dressing treatments in reducing fungal contaminations of barley *in vitro* cultures. Four seed dressing agents (Lamardor 400 FS, Systiva, Premis 25 FS, and Rancona iMix) were tested two days after inoculation with *Cladosporium cladosporioides* of 4-week-old barley calli induced from immature embryos. Treatments were regarded as effective if no fungal growth was observed after four weeks of growth.

According to the data, Lamardor 400 FS and Systiva treatments had the most potential for reducing fungal contamination without affecting calli development; most calli survived, grew, and showed no contamination. However, Premis 25 FS was ineffective; all calli were thoroughly contaminated. Finally, Rancona iMix-treated calli showed 100% decontamination frequency but turned brown and died, indicating that this substance was phytotoxic to plant tissues even though it might have a broad spectrum of antifungal activity.

Overall, this study provides valuable insights into decontamination strategies for tissue cultures and emphasizes the need for further research in this field, which can lead to the higher reproducibility of tissue culture experiments.

Funding by ELKH ATK-MATE grant no. KÖ-36/2020

**Stipendium Hungaricum fellowship holder. Supervisors: Dávid Polgári (Uni-MATE), Sági László (ATK).*

AZ ARZÉN HATÁSA A RIZS NÖVEKEDÉSÉRE ÉS TERMÉSPARAMÉTEREIRE KÜLÖNBÖZŐ ÖNTÖZÉSI MÓDOK MELLETT

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

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

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

A rizs arzénszennyezésre adott reakcióját vizsgáltuk különböző öntözési módok mellett, tenyészedényes kísérletben, 2021-ben. Vizsgálatunkban négy rizsfajtát ('M 488', 'Janka', 'Szellő' és 'Nembo') alkalmaztunk. A kezelésekhöz a talaj As-koncentrációját 40 mg kg⁻¹-re állítottuk be, míg kontroll talajként az üzemi rizskalitikából származó, átlagosan 4 mg kg⁻¹ As-tartalmú talajt használtunk. Három öntözési módot (árasztott, időszakosan árasztott és aerob) alkalmaztunk és a növénymagasságot, átlagos növényenkénti hajtásszámot, felszín feletti (szár+levél) száraztömeget, termésmennyiséget, ezerszemtömeget és fertilitási %-ot vizsgáltuk öt ismétlésben. Eredményeink szerint az As-kezelés minden fajtára, az összes öntözési mód mellett negatívan hatott. Az időszakos árasztás és az aerob körülmények tudják mérsékelni az As káros hatását, de figyelembe véve, hogy aerob öntözést alkalmazva a rizs termés csökkenése erőteljes, az időszakos árasztás biztonságosabb alternatívának tűnik az As-szennyezett területeken. A fajták között voltak különbségek mind az öntözésre, mind az As-kezelésre adott stresszválaszban. Időszakosan árasztott körülmények között a 'Janka' termése és fertilitási %-a csökkent legkevésbé az As hatására, míg árasztott öntözés mellett az 'M 488' múlta felül a többi fajtát.

Kulcsszavak: *Oryza sativa*, As-reakció, fajtahatás, öntözési mód

EFFECT OF ARSENIC ON RICE GROWTH AND YIELD PARAMETERS UNDER DIFFERENT IRRIGATION METHODS

T. SZALÓKI¹, Á. SZÉKELY¹, N. J. VALKOVSZKI¹, Á. TARNAWA² and M. JANCSÓ¹

¹Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Environmental Sciences, Research Center for Irrigation and Water Management, Szarvas

²Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Agronomy, Gödöllő

The arsenic (As) response of rice grown in 90L black pots in a greenhouse experiment was analysed in 2021 under different irrigation methods. The experiment was carried out with soil containing 40 mg kg⁻¹ As. As control treatment, soil from the paddy field containing 4 mg kg⁻¹ As was placed in the pots. Four rice varieties ('M 488', 'Janka', 'Szellő' and 'Nembo') were compared under three irrigation methods (flooded, intermittent flooded and aerobic) in 5 repetitions. Plant height, shoot number, dry weight of above-ground biomass, fertility percentage, total yield and thousand kernel weight were measured. Our results showed that all of the examined parameters were reduced by high As treatment, but the irrigation methods also affected the growth and yield parameters. Intermittent and aerobic irrigation can reduce the negative effects of As, however, aerobic conditions due to the drought stress can seriously reduce the yield. Thus, intermittent flooding seems to be the better choice to avoid the serious damages caused by As-contaminated soils. We found differences between the rice varieties. 'Janka' surpassed the other varieties in total yield and fertility under As treatment and intermittent flooded irrigation. Although 'M 488' produced the highest yield and fertility in flooded and aerobic conditions.

Key words: *Oryza sativa*, As-reaction, varieties variation, irrigation methods

Bevezetés

A toxikus elemek, köztük az arzén (As) súlyosan veszélyeztetik a környezetet. A növények számára stresszforrások, csökkentik a növekedésüket és a táplálékláncba lépve az emberi egészséget is veszélyeztetik (Zhao et al., 2009). Az As forrása a talajban lehet természetes eredetű, de származhat emberi tevékenységből is: például növényvédő szerekkel, műtrágyákkal vagy As-szennyezett

öntözővíz kijuttatásával is a talajba kerülhet. Az ipari és bányászati kibocsátás is okozhat magasabb As-tartalmat a talajban (Alam, 2005). As-szennyezett talajvízzel való öntözés több országban gondokat okoz, pl. Banglades, Tajvan és Kína is súlyosan érintett (Abedin & Meharg, 2002).

Az ázsiai országokban a rizs van legjobban kitéve az As-szennyezésnek a termesztett növények közül. A rizs könnyen akkumulálja az As-t, mivel általában árasztott körülmények között termesztik (Abedin et al., 2002). Anaerob környezetben az arzenát arzenitté redukálódik, amely könnyebben felvehető a növények számára (Chen et al., 2012; Ma et al., 2008).

Az As számos biológiai hatást gyakorol a növényekre: gátolja növekedésüket, oxidatív stresszt okoz és gátolja az ATP-képződést, ami termésnövekedéshez vezet (Panullah et al., 2009). Khan és munkatársai több, mint 60 mg kg⁻¹ As-t tartalmazó talajon figyeltek meg fitotoxikus tüneteket a növényeken, úgymint csökkent növekedés, barna foltok és perzselések a levélen (Khan et al., 2010). Más tanulmányban azt találták, hogy a talaj túlzott As-koncentrációja gátolja a csírázást, a hajtás- és gyökernövekedést, csökkenti a levélfelületet, ezáltal a fotoszintézist (Abedin et al., 2002). A rizs csírázási %-ában, a hajtás- és gyökernövekedésében, valamint a biomasszatömegben erőteljes csökkenést tapasztaltak As-kezelés hatására a kontroll növényekhez képest (Shri et al., 2009). Islam és Jahiruddin (2010) a rizs 63,8 %-os termésnövekedését tapasztalta 30 mg kg⁻¹ As-kezelés hatására.

Az öntözési módok is befolyásolják a rizs As felvételét. Arao és munkatársai tenyészedényes kísérlete igazolta, hogy árasztott körülmények között nő az As-koncentráció a talajoldatban. A 3 héttel a bugahányás előtti és utáni aerob kezelés volt a leghatékonyabb öntözési mód a szem As-tartalmának csökkentésére (Arao et al., 2009). Az előző tanulmányunkban a földfeletti biomassza As-tartalma szignifikánsan nagyobb volt árasztós öntözés esetén az aerob öntözéshez képest (Szalóki et al., 2022).

Geng és munkatársai (2005) fajtakülönbségeket találtak a rizs növekedésében As-kitettség hatására.

Anyag és módszer

Kísérletünket a MATE szarvasi Galambosi Rizskísérleti Telepének üvegházában állítottuk be 2021-ben. A kísérletben 24 db 90 l-es habarcsládát használtunk, melyből 8 db az alján kilyukasztott volt, 16 tömör. A ládákat 50-50 kg rizskalitkából származó földdel töltöttük fel, melynek átlagos As-tartalma 3,82 mg kg⁻¹ volt. A kísérletben négy, hazánkban termesztett rizsfajtát használtunk ('M 488', 'Janka', 'Szellő', 'Nembo'). Ládánként 5 sort vetettünk (3 fajtából egyet-egyet, egy fajtából pedig kettőt) 05.13-án, így fajtánként és kezelésként 5 ismétlésben végeztük a méréseket. A tőszámbeállítás 06.06-án végeztük el (9 db növény/sor). Az állomány 4-6 leveles állapotában (07.01) 12 ládában (4 lyukas és 8 tömör) a talajt nátrium-arzenáttal kezeltük (Na₂HAsO₄ · 7 H₂O), a koncentrációt 43 mg kg⁻¹-ra állítottuk be.

A tenyészidőszak folyamán 3 öntözési módot alkalmaztunk, aerob (száraz), időszakosan árasztott és árasztott öntözést. Így összesen 6 kezelésünk volt:

- száraz kontroll (SZK) (aerob)
- száraz arzenkezelt (SZA) (aerob)
- időszakosan árasztott kontroll (IK)
- időszakosan árasztott arzenkezelt (IA)
- árasztott kontroll (ÁK)
- árasztott arzenkezelt (ÁA)

Az időszakosan árasztott ládák 07.15 és 08.05 közötti időszakban nem voltak elárasztva.

A magasságmérést és az növényenkénti hajtásszámot közvetlenül aratás előtt, míg a többi paramétert aratás után mértük. Mindent paramétert soronként külön arattunk és mértünk. A biomassza tömegét J. P. Selecta szárítószekrényben súlyállandóságig való szárítás után PCE-BS 3000 digitális mérleggel mértük le. A bugák aratása 2021.09.05-én történt, soronként külön. Az összes fertilis és steril szemek számából kalkuláltuk a fertilitási %-ot. A soronkénti összes termést Sartorius analitikai mérleggel mértük. A fertilis darabszám ismeretében kiszámoltuk az ezerszemtömeget, amit 14% nedvességtartalomra kalkuláltunk. A diagramokat Microsoft Excel program segítségével készítettük, a statisztikai elemzéseket (MANOVA) IBM SPSS 22 statisztikai programmal végeztük el.

Eredmények

A fizikai paraméterek közül a növénymagasságot, az átlagos növényenkénti hajtásszámot és a föld feletti biomassa (levél + szár) száraztömegét határoztuk meg. A mért termés összetevők az átlagtermés, fertilitási % és az ezerszemtömeg.

A MANOVA eredményei alapján mind a fajtának, mind a kezeléseknek és az interakciónak is van hatása a vizsgált paraméterekre.

As-kezelés hatására csökken a növénymagasság, hajtásszám és a biomassa-száraztömeg is. Az öntözési mód is befolyásoló tényező. Kontroll kezeléseknel az AK estében kaptuk a legmagasabb értékeket, SZK esetében pedig a legalacsonyabbakat, az IK értékei a kettő között helyezkedtek el. Hasonló a sorrend az As-kezelésnél is: AA > IA > SZA.

A növekedési paraméterek értékeit az 1. táblázat szemlélteti. Látható, hogy a növénymagasság az árasztott és időszakosan árasztott öntözési módoknál minden fajtánál csökkent az As-kezelés hatására. Ez a csökkenés a 'Janka' és a 'Nembo' esetében szignifikáns, a 'Szellő'-nél csak az árasztott öntözésnél szignifikáns, míg 'M 488'-nál nem volt statisztikailag igazolható a különbség. Esőztető (aerob) öntözés esetén egyik fajtánál sem volt jelentős különbség a magasságban, noha a 'Nembo'-nál tapasztaltunk csökkenést a kezelés hatására ($p=0,53$).

Hajtásszám tekintetében nincs szignifikáns különbség a kezelések között, egyedül a 'Szellő' fajtánál csökkent szignifikánsan a hajtásszám As-kezelés hatására árasztott körülmények között.

A biomassa-száraztömeg jelentős csökkenése volt megfigyelhető árasztott körülmények között a 'Nembo' és a 'Szellő' esetében. Az 'M 488' esetében ebben a paraméterben a csökkenés csak időszakosan árasztott öntözési módnál volt megfigyelhető. Ennél a fajtánál aerob körülmények között nagyobb biomassa-száraztömeget mértünk, mint árasztottban, függetlenül az As szinttől. A többi fajtánál nem volt igazolható statisztikai különbség ugyanazon As-kezelés mellett az öntözési módok között.

Növénymagasság tekintetében csak a kontroll kezelésekben voltak szignifikáns különbségek a fajták között, kivéve SZK esetében. AK kezelésben az 'M 488' szignifikánsan alacsonyabb volt a 'Szellő'-énél. IK esetében is az 'M 488'-nál mértük a legalacsonyabb értéket, ennél a 'Janka' és a 'Nembo' volt szignifikánsan magasabb. SZA kezelésnél azonban az 'M 488' volt átlagosan a legmagasabb, a 'Nembo' és a 'Janka' esetében szignifikánsan alacsonyabb értékeket kaptunk.

Minden kezelésben a legalacsonyabb növényenkénti átlagos hajtásszáma a 'Nembo'-nak volt, legmagasabb az 'M 488'-nak, ill. AK-ban 'Janka'-nak. IK kezelésben az 'M 488' a 'Szellő' és a 'Nembo' fajtától is szignifikánsan több hajtást hozott, a 'Janka' csak a 'Nembo'-tól különbözött. IA kezelésben csak a legkevesebb hajtást hozó 'Nembo' és a legtöbbet adó 'M 488' között volt statisztikai különbség. SZK kezelésben az 'M 488' mindhárom fajtától szignifikánsan magasabb értéket adott.

A felszín feletti biomassa-száraztömegben AA, IK, IA és SZK esetében nem tudtunk statisztikailag igazolható különbséget kimutatni, ami a hatalmas szórásnak tulajdonítható. Szignifikánsan különböző biomassa-száraztömeget csupán két esetben találtunk, AK kezelésben a 'Janka' és az 'M 488' között ($46,90 \pm 12,18$ vs $25,06 \pm 6,66$ g), valamint SZA kezelésben az 'M 488' és a 'Szellő' között ($42,08 \pm 8,46$ vs $26,74 \pm 8,72$ g).

A termésparaméterek közül a termésmennyiséget, a fertilitási %-ot és az ezerszemtömeget vizsgáltuk. A fajtán és öntözési módon belül az arzénos kezelések csökkentették a termésmennyiséget, az ezerszemtömeget és a fertilitási %-ot (F%) is, kivéve aerob öntözés esetén, ahol egyik fajtánál is egyik vizsgált paraméterben sem volt kimutatható statisztikai különbség az As-kezelt és a kontrollja között. A vizsgált termésparaméterek értékeit a 2. táblázat mutatja.

1. táblázat A rizs fizikai paramétereit különböző öntözési módok mellett, As-szennyezett és kontroll körülmények között, tenyészedényes kísérletben, 2021

Fajta	Kezelés					
	AK	AA	IK	IA	SZK	SZA
Növénymagasság (cm)						
M 488	64,66 ± 5,88 ^{bA}	56,19 ± 6,61 ^{abcA}	53,24 ± 1,83 ^{cA}	47,71 ± 5,78 ^{acA}	45,59 ± 1,88 ^{aA}	46,91 ± 2,78 ^{aA}
Janka	72,24 ± 5,72 ^{dAB}	49,47 ± 4,62 ^{bA}	61,52 ± 2,70 ^{cB}	47,50 ± 3,00 ^{bA}	44,15 ± 3,77 ^{abA}	41,18 ± 2,36 ^{aA}
Szellő	74,03 ± 3,93 ^{bb}	52,37 ± 9,47 ^{aA}	56,19 ± 6,19 ^{aAB}	48,46 ± 5,80 ^{aA}	43,47 ± 0,69 ^{aA}	44,03 ± 1,52 ^{aA}
Nembo	73,21 ± 4,70 ^{cAB}	54,58 ± 3,46 ^{bA}	65,93 ± 4,38 ^{cB}	50,70 ± 4,31 ^{bA}	48,37 ± 3,73 ^{bA}	39,65 ± 4,43 ^{aA}
Hajtásszám/növény (db)						
M 488	3,38 ± 0,60 ^{ab}	3,62 ± 1,05 ^{aB}	4,77 ± 1,01 ^{aC}	3,52 ± 1,26 ^{aA}	3,82 ± 0,68 ^{aC}	3,72 ± 0,78 ^{aB}
Janka	3,66 ± 1,51 ^{abAB}	2,48 ± 0,66 ^{abAB}	3,62 ± 0,48 ^{bbC}	2,63 ± 0,49 ^{abA}	2,52 ± 0,37 ^{aB}	2,08 ± 0,34 ^{aA}
Szellő	3,18 ± 0,71 ^{bAB}	1,67 ± 0,27 ^{aA}	2,97 ± 0,55 ^{abB}	2,98 ± 0,86 ^{abA}	2,89 ± 0,32 ^{abB}	2,77 ± 0,65 ^{abAB}
Nembo	2,08 ± 0,55 ^{aA}	1,68 ± 0,53 ^{aA}	1,70 ± 0,43 ^{aA}	1,79 ± 0,41 ^{aA}	1,48 ± 0,47 ^{aA}	1,95 ± 0,37 ^{aA}
Felszín feletti biomasza száraztömeg (g)						
M 488	25,06 ± 6,66 ^{aA}	28,92 ± 7,85 ^{abA}	42,76 ± 12,93 ^{bA}	24,44 ± 7,09 ^{aA}	36,92 ± 7,07 ^{abA}	42,08 ± 8,46 ^{bb}
Janka	46,90 ± 12,18 ^{ab}	29,56 ± 4,30 ^{aA}	33,80 ± 6,08 ^{aA}	30,58 ± 10,50 ^{aA}	32,22 ± 7,53 ^{aA}	29,34 ± 4,74 ^{abAB}
Szellő	33,68 ± 4,76 ^{bAB}	17,44 ± 6,88 ^{aA}	27,30 ± 10,93 ^{abA}	22,88 ± 7,15 ^{abA}	26,42 ± 6,72 ^{abA}	26,74 ± 8,72 ^{abA}
Nembo	56,00 ± 18,60 ^{bAB}	27,22 ± 14,59 ^{aA}	32,88 ± 5,03 ^{abA}	25,75 ± 5,63 ^{abA}	34,93 ± 10,33 ^{abA}	40,36 ± 8,48 ^{abAB}

AK – ársztott kontroll, AA – ársztott As-kezel, IK – időszakosan ársztott kontroll, IA – időszakosan ársztott As-kezel, SZK – száraz (aerob) kontroll, SZA – száraz (aerob) As-kezel. A kisbetűk a fajtan belül, kezelése közötti különbségeket, a nagybetűk a fajták közötti szignifikáns különbségeket jelzik kezelésen belül, $p < 0,05$ szinten

A legnagyobb átlagtermést az 'M 488' és a 'Szellő' esetében AK, míg a másik két fajtánál IK kezelés mellett kaptuk. As-kezelés hatására minden fajtánál és mindhárom öntözési módnál csökkenést tapasztaltunk a termésmennyiségben, azonban ez a csökkenés nem volt minden esetben szignifikáns a nagy szórások miatt (2. táblázat). Ársztott körülmények között az 'M 488'-nak, míg időszakosan ársztott öntözés mellett a 'Janka'-nak csökkent legkevésbé a termésmennyisége.

Ezerszemtömegben a legnagyobb értéket minden fajtánál az AK kezelés adta, legkisebb értékeket pedig az aerob (SZK és SZA) öntözések. Az As-kezelés negatív hatással volt az ezerszemtömegre ársztott körülmények között minden fajtánál, időszakosan ársztott öntözés mellett pedig az 'M 488'-ra. Legnagyobb ezerszemtömegeket a 'Nembo' fajtánál mértünk A és I kezeléseknél.

Fertilitási %-ban a fajtan belül a kezelése között nem tudtunk statisztikailag igazolható különbségeket tenni, csak az 'M 488' esetében, ahol AK kezelésben az összes többi kezeléstől szignifikánsan nagyobb volt a fertilitási %. IK esetében is szignifikánsan magasabb értékeket kaptunk az IA-ban kapott értékektől. Minden fajtánál a legalacsonyabb fertilitási %-uk az aerob öntözési mód mellett fejlődött növényeknek volt.

A legnagyobb termésátlagokat ársztott és száraz körülmények között az 'M 488', míg időszakosan ársztott öntözés mellett a 'Janka' adta, azonban szignifikáns különbség csak AK kezelésnél volt kimutatható, az 'M 488' több, mint háromszoros termésével az összes többi fajta közül kiemelkedett. (2. táblázat). Minden kezelésben a 'Szellő' fajta hozta a legkevesebb termést, de ez nem jelentett statisztikai különbséget a többi fajtától (kivéve AK, 'M 488').

A fertilitási % tekintetében elmondható, hogy AA, IA, SZK és SZA kezeléseknél nem volt szignifikáns különbség a fajták között. AK kezelésben 'M 488'-nak volt szignifikánsan a legnagyobb az átlagos fertilitási %-a a többi fajtához képest, ezt követte a 'Szellő', a 'Janka' és végül a 'Nembo'. Ez utóbbi kettő között nem volt szignifikáns különbség e paraméterben. AA kezelésben, csakúgy, mint az AK-ban tapasztalttal, az 'M 488'-nak volt a legmagasabb a fertilitási %-a. IK kezelésben viszont ez a fajta hozta a legkisebb értéket, szignifikánsan alacsonyabbat, mint 'Janka' esetében.

AK, AA, IK és IA kezelésben a 'Nembo' fajtánál mértük a legnagyobb ezerszemtömeget. AA kezelésben a 'Nembo' ezerszemtömege mindegyik fajtától szignifikánsan nagyobb, a többi kezelésnél csak az 'M 488' és a 'Szellő' fajtánál. SZK kezelésben a 'Janka' ezerszemtömege volt szignifikánsan magasabb az 'M 488' és a 'Szellő' ezerszemtömegénél, míg SZA-ban mind a 'Janka', mind a 'Nembo' ezerszemtömege magasabb értéket mutatott a másik két fajtánál (2. táblázat).

2. táblázat A rizs termésparaméterei különböző öntözési módok mellett, As-szennyezett és kontroll körülmények között, tenyészedényes kísérletben, 2021

Fajta	Kezelés					
	AK	AA	IK	IA	SZK	SZA
	Termésátlag (g)					
M 488	32,44 ± 10,43 ^{CB}	15,34 ± 8,89 ^{abcA}	16,54 ± 6,17 ^{bcA}	4,34 ± 2,21 ^{abA}	3,35 ± 2,44 ^{AA}	2,08 ± 1,60 ^{AA}
Janka	12,14 ± 4,51 ^{bA}	1,64 ± 1,13 ^{aA}	17,56 ± 6,41 ^{bA}	5,45 ± 3,69 ^{AA}	2,40 ± 1,40 ^{AA}	1,10 ± 1,47 ^{AA}
Szellő	11,87 ± 2,45 ^{bA}	1,04 ± 0,66 ^{aA}	6,72 ± 3,78 ^{abA}	2,35 ± 2,53 ^{AA}	1,41 ± 0,80 ^{AA}	0,60 ± 0,40 ^{AA}
Nembo	13,08 ± 5,44 ^{bA}	2,00 ± 1,70 ^{aA}	16,40 ± 11,11 ^{abA}	3,65 ± 3,26 ^{AA}	2,58 ± 2,55 ^{AA}	0,30 ± 0,07 ^{AA}
	Fertilitási %					
M 488	60,67 ± 2,61 ^{dC}	45,73 ± 7,10 ^{cA}	45,97 ± 3,94 ^{cA}	27,62 ± 5,95 ^{bA}	19,12 ± 11,02 ^{abcA}	18,07 ± 5,43 ^{AA}
Janka	30,85 ± 4,81 ^{aA}	33,55 ± 10,62 ^{aA}	58,84 ± 7,11 ^{ab}	43,44 ± 13,20 ^{abA}	23,55 ± 12,94 ^{abA}	18,41 ± 11,36 ^{AA}
Szellő	42,85 ± 2,42 ^{ab}	30,39 ± 8,24 ^{aA}	51,53 ± 24,39 ^{abA}	39,13 ± 23,66 ^{abA}	22,61 ± 10,24 ^{abA}	17,62 ± 4,20 ^{AA}
Nembo	28,59 ± 7,99 ^{aA}	28,11 ± 20,01 ^{aA}	47,96 ± 15,02 ^{abA}	22,85 ± 13,33 ^{abA}	22,69 ± 13,92 ^{abA}	17,64 ± 3,80 ^{AA}
	Ezerszemtömeg (g)					
M 488	24,84 ± 0,60 ^{bcA}	22,22 ± 1,39 ^{bA}	21,93 ± 0,29 ^{bA}	19,11 ± 1,50 ^{aA}	18,82 ± 2,17 ^{abA}	17,74 ± 1,19 ^{AA}
Janka	28,74 ± 2,70 ^{cAB}	20,64 ± 3,67 ^{aA}	27,07 ± 1,64 ^{bcB}	23,35 ± 2,27 ^{abAB}	23,81 ± 2,13 ^{abB}	23,98 ± 0,75 ^{bcC}
Szellő	25,58 ± 0,50 ^{bA}	21,32 ± 2,56 ^{abA}	20,75 ± 1,56 ^{aA}	19,76 ± 4,61 ^{abA}	19,34 ± 1,47 ^{aA}	20,93 ± 1,00 ^{ab}
Nembo	32,39 ± 0,83 ^{CB}	29,25 ± 0,17 ^{bB}	29,34 ± 0,88 ^{bc}	28,39 ± 0,39 ^{bB}	21,83 ± 2,27 ^{abAB}	21,42 ± 0,33 ^{ac}

AK – árasztott kontroll, AA – árasztott As-kezelt, IK – időszakosan árasztott kontroll, IA – időszakosan árasztott As-kezelt, SZA – száraz (aerob) kontroll, SZA – száraz (aerob) As-kezelt. A kisbetűk a fajtán belüli, kezeléseket közötti különbségeket, a nagybetűk a fajták közötti szignifikáns különbségeket jelzik kezeléson belül, $p < 0,05$ szinthe

Irodalom

- Abedin, M. J., Cotter-Howells, J., Meharg, A. A. (2002): Arsenic uptake and accumulation in rice (*Oryza sativa* L.) irrigated with contaminated water. *Plant and Soil*, **240**(2), 311–319.
- Abedin, M. J., Meharg, A. A. (2002): Relative toxicity of arsenite and arsenate on germination and early seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.). *Plant and Soil*, **243**(1), 57–66.
- Alam, Z. (2005): Accumulation of arsenic in rice plant from arsenic contaminated irrigation water and its effect on nutrient content. 105.
- Arao, T., Kawasaki, A., Baba, K., Mori, S., Matsumoto, S. (2009): Effects of Water Management on Cadmium and Arsenic Accumulation and Dimethylarsinic Acid Concentrations in Japanese Rice. *Environmental Science & Technology*, **43**(24), 9361–9367.
- Chen, X., Li, H., Chan, W. F., Wu, C., Wu, F., Wu, S., Wong, M. H. (2012): Arsenite transporters expression in rice (*Oryza sativa* L.) associated with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) colonization under different levels of arsenite stress. *Chemosphere*, **89**(10), 1248–1254.
- Geng, C.-N., Zhu, Y.-G., Liu, W.-J., Smith, S. E. (2005): Arsenate uptake and translocation in seedlings of two genotypes of rice is affected by external phosphate concentrations. *Aquatic Botany*, **83**(4), 321–331.
- Islam, M. R., Jahiruddin, M. (2010): Effects of arsenic and its interaction with phosphorus on yield and arsenic accumulation in rice. *19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World*, 1–6.
- Khan, M. A., Islam, M. R., Panaullah, G. M., Duxbury, J. M., Jahiruddin, M., Loeppert, R. H. (2010): Accumulation of arsenic in soil and rice under wetland condition in Bangladesh. *Plant and Soil*, **333**(1), 263–274.
- Ma, J. F., Yamaji, N., Mitani, N., Xu, X.-Y., Su, Y.-H., McGrath, S. P., Zhao, F.-J. (2008): Transporters of arsenite in rice and their role in arsenic accumulation in rice grain. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **105**(29), 9931–9935.
- Panaullah, G. M., Alam, T., Hossain, M. B., Loeppert, R. H., Lauren, J. G., Meisner, C. A., Ahmed, Z. U., Duxbury, J. M. (2009): Arsenic toxicity to rice (*Oryza sativa* L.) in Bangladesh. *Plant and Soil*, **317**(1), 31–39.
- Shri, M., Kumar, S., Chakrabarty, D., Trivedi, P. K., Mallick, S., Misra, P., Shukla, D., Mishra, S., Srivastava, S., Tripathi, R. D. (2009): Effect of arsenic on growth, oxidative stress, and antioxidant system in rice seedlings. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **72**(4), 1102–1110.
- Szalóki, T., Székely, Á., Valkovszki, N. J., Tarnawa, Á., Jancsó, M. (2022): *Evaluation of Arsenic Content of Four Temperate Japonica Rice Varieties in a Greenhouse Experiment* (S. Phouthasone, L. Máthé, Eds.; pp. 48–52).
- Zhao, F. J., Ma, J. F., Meharg, A. A., McGrath, S. P. (2009): Arsenic uptake and metabolism in plants. *New Phytologist*, **181**(4), 777–794.

A CYCLING DOF FACTOR 1 (CDF1) HAJTÁSFEJLŐDÉST BEFOLYÁSOLÓ SZEREPE A 'DÉSIRÉE' BURGONYAFAJTÁBAN

Karsai-Rektenwald Flóra, Odgerel Khongorzul, Gyula Péter, Bánfalvi Zsófia

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

A gumófejlődést a levélből származó floém-mobil jelek indítják meg, ezek jutnak el a földalatti módosult szárhoz, a sztolóhoz. A folyamatban szerepet játszó három legfontosabb gén: az *SP6A*, *BEL5* és a *CDF1*. A *CDF1* (CYCLING DOF FACTOR 1) a DOF transzkripciós faktorok családjába tartozik és a gumófejlődés megindulásának időpontját határozza meg. Az *CDF1*-nek három allél variánsa van. A *CDF1.1* a késői éréstípusnál, az *CDF1.2* és a *CDF1.3* a korai érési típusnál figyelhető meg. A *CDF1.2* és *CDF1.3* közös vonása a gén 3' végének hibája. A *CDF1* a *COI2* expresszió gátlásával serkenti a gumóképződést, mert ezáltal növeli a gumófejlődés pozitív szabályozójának, az *SP6A*-nak, az átírását. Más növényfajokban a *CDF1*-ek szabályozzák a virágzást és a különböző abiotikus stresszekre adott válaszokat is. Feltételezhető, hogy az *CDF1* közvetett módon számos gén megnyilvánulását befolyásolja a burgonyában is. Ebből kiindulva kísérleteink célja célzott mutáció létrehozása volt a 'Désirée' burgonyafajta *CDF1* génjében és a mutáció hatásának vizsgálata üvegházi körülmények között felnevelt növényeken.

A mutánsok előállítására a CRISPR-Cas9 rendszert használtuk. A gRNS-eket, a *CDF* család tagjainak nagyfokú hasonlósága miatt, a *CDF1* 3' UTR régiójára terveztük. Az *Agrobacterium* segítségével előállított transzformánsokat szelektív táptalajon regeneráltattuk. 75 regeneráns növény genomi DNS-ét teszteltük PCR segítségével és 11 deléció hordozó mutáns növényt azonosítottunk. Ezek közül hármat választottunk ki további tesztelésre, melyekben a gRNS-eket primerként használva, qPCR-rel kópiaszám meghatározást, RT-qPCR-rel pedig expresszió vizsgálatot végeztünk. A két vizsgálat megerősítette, hogy a mutáció a *CDF1* gént érintette, de valószínűleg egyik mutáns sem tekinthető null mutánsnak. A deléciók pontos kiterjedésének meghatározására a PCR fragmentumokat klónoztuk és szekvenáltattuk. A három mutánsban 49- és 117 bázispár közötti hosszúságú deléciókat találtunk.

A *CDF1* funkció vizsgálatát üvegházi körülmények között végeztük. A 'Désirée' kontrollhoz képest a gCDF1 mutáns növényekben az összetett levelek fejlődése később, a gCDF1 mutánsok szára viszont vékonyabb volt és a szártagjaik is hosszabbak voltak, mint a kontrollé. A vegetációs időszak végére azonban már nem volt különbség a mutánsok és a 'Désirée' levele és a növények magassága között. Ebből arra következtettünk, hogy a *CDF1* a vegetációs periódus elején befolyásolja a hajtás fejlődését.

A gumófejlődés koraiságának vizsgálatára az egy hónapos növények gumóit megszámláltuk. Késést csak egy mutáns esetében tapasztaltunk, ezeken a növényeken viszont később több kicsi gumó fejlődött. Ezek összömege azonban alacsonyabb volt, mint a kontrollé. Ezzel szemben egy másik mutáns gumóinak összömege meghaladta a kontrollét. A „Désirée” egy piros héjú burgonyafajta. Két mutáns gumóinak színe szemmel láthatóan világosabb volt, mint a Désirée gumóké. Az antociánok adják a gumó színét. Megmértük a gumóhéjak antocián tartalmát, ami bizonyította, hogy ennek a két vonalnak valóban alacsonyabb az antocián tartalma a gumóhéjban, mint a kontrollban. Mivel azonban a gumófejlődés és a gumóhéjak antocián tartalma nem volt azonos a három mutánsban, és ez nem volt összefüggésbe hozható a deléciók számával és hosszával, nem kizárt, hogy ezek a tulajdonságok „off-target” mutációkból származnak.

A kutatást az NKFIH NN_124441 pályázat támogatta.

PRODUCTION AND COMPARATIVE ANALYSIS OF NEW-GENERATION PERENNIAL HYBRIDS MADE BY GENOME ALLOYING OF GENERA IN THE *TRITICEAE* TRIBE

Ahmed Ali Hamad^{1,*}, Ákos Tarnawa¹, Chaima Frad¹, Dávid Polgári^{1,2}, László Sági²

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

²*Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research, Martonvásár, Hungary*

The constant growth of world population and the increase of the demand for food pose severe challenges to modern agriculture, while depletion and erosion of the soil caused by intensive crop production has become an increasingly serious problem. The use of perennial crops may have a range of positive effects on soil condition including the promotion of the organic carbon pool, the better retention of nutrients, higher water storage capacity and uptake, improved soil stabilization and aggregation, lower soil disturbance, and a shift of soil microbial communities. The perennial variants of cultivated cereals can support the transition to multifunctional agro-ecological systems: in addition to their ability to produce a forage-grain dual income, their regrowth capacity for several years could achieve substantial production at minimal soil and environmental costs.

Perennial rye is a derivative of the crossing of cultivated rye (*Secale cereale*) and its weedy relative, *Secale strictum* with its perennial habit inherited from the wild parent. Similarly to rye, perennial rye also shows crossability with wheat and triticale, and colchicine-mediated genome duplication of their hybrids results in partially fertile progeny. In the course of our work, we examined the possibility of selecting offspring from the above combinations that maintain a the perennial habit, and high productivity in parallel.

We have created several lines from 8 combinations which, based on cytological analysis, contain the genetic material or its parts of both parents. Six of these lines showed the same perennial characteristics as the wild parent, in greenhouse and semi-field conditions, and their grain size was significantly larger than that. Their spike morphology does resemble that of triticale.

Although some individuals of the lines selected still show phenotypic instability after 3 self-fertilized generations, we hope that we will be able to successfully select plants with mixed genomes from the materials being tested in the field conditions, which meet the requirements of soil-friendly agriculture.

Funding by ELKH ATK-MATE grant no. KÖ-36/2020

**Stipendium Hungaricum fellowship holder. Supervisors: Dávid Polgári (Uni-MATE), Ákos Tarnawa (Uni-MATE). funding by ELKH ATK-MATE grant no. KÖ-36/2020*

A POLIPLÓIDIZÁCIÓ HATÁSA A RIZS LEVELEK FOTOSZINTETIKUS ÉS SPEKTOMETRIAI TULAJDONSÁGAIRA

SZÉKELY ÁRPÁD¹, SZALÓKI TÍMEA¹, LANTOS CSABA²,
és JANCsó MIHÁLY¹

¹MATE KÖTI, Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóközpont, Szarvas

²Gabonakutató Nonprofit Kft, Szeged

A növénynevelés hosszú története során a biotechnológiai eljárások elterjedése segítette a gyorsabb fajtaelőkészítést, és androgenézissel előállított dihaploid vonalak létrehozását kínálta fel. A rizs dihaploid növények előállítása során kis százalékban autotetraploid egyedek is keletkeznek. Jelen cikk 5 tetraploid (4n) genotípus zászlós levelének fotoszintetikus és spektrometriai tulajdonságait hasonlítja össze az azonos genetikai eredetű diploid (2n) vonalakkal viszonyítva. A növények szántóföldön, normál termesztési körülmények között, mikro parcellákban növekedtek. A levél spektrométerrel és klorofill fluoreszcencia mérővel történt méréseket a növények zászlóslevelén, a BBCH 41-es fázisban 10 biológiai ismétléssel végeztük el. A tetraploid vonalak fényelnyelése a 400-430nm-es tartományban jelentősen magasabb volt (5-10%), mint a diploidoké. A többi hullámhosszon szignifikáns különbséget nem tapasztaltunk a vizsgálatok során. A levelek fényvisszaverése a 400-430nm-es tartományban kisebb, a közel infravörös tartományban pedig magasabb. A gyors fluoreszcencia intenzitása a tetraploid vonalakban alacsonyabb volt, mint a diploidokban.

Kulcsszavak: poliplóidizáció, rizs, tetraploid, fotoszintézis

EFFECTS OF POLIPLÓIDISATION ON PHOTOSYNTHETIC AND SPECTROMETRIC PROPERTIES OF RICE LEAVES

Á. SZÉKELY¹, T. SZALÓKI¹, CS. LANTOS² and M. JANCsó¹

¹Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Environmental Sciences,
Research Centre for Irrigation and Water Management, Szarvas

²Cereal Research Nonprofit Ltd, Szeged

Plant breeding utilizes androgenesis-derived dihaploids to expedite breeding activities. This process also results in a small percentage of autotetraploids. This study compares the photosynthetic and spectrometric properties of flag leaves of five tetraploids (4n) genotypes with their diploid (2n) counterparts of the same genetic origin. The plants were grown in micro-plots under standard field conditions. Measurements were taken on the flag leaves of plants at BBCH 41 phase using a leaf spectrometer and chlorophyll fluorescence meter, with 10 biological replicates. The light absorption of tetraploids was significantly higher (5-10%) than that of diploids in the 400-430 nm range, but no significant differences were observed at other wavelengths. The light reflectance of leaves was lower in the 400-430 nm range and higher in the near-infrared range. The intensity of fast fluorescence was lower than that of diploids.

Key words: polyploidization, rice, tetraploid, photosynthesis

Bevezetés

A poliplóidia jelensége a magasabb rendű növények széles körében elterjedt és jellegzetes tulajdonság (Stebbins, 1950). A poliplóidizáció gyakran előfordul, amire jó példa, hogy a virágos növények 25-30%-át feltételezik jelenleg poliplóidoknak (Van de Peer et al., 2017). A poliplóidia adaptív potenciálját régóta kutatják. Van de Peer és mtsai. (2017) ezt foglalták össze a fajok közötti kölcsönhatások, a környezeti robusztusság - azaz az abiotikus stresszekkel szembeni tolerancia növekedése - és a fajdiverzifikáció hatásai tekintetében. Mivel egy duplikált gén funkciójának a poliplóidizáció idején redundánsnak kell lennie, a gén felhalmozhat olyan mutációkat, amelyek anélkül befolyásolhatják a funkcióját, hogy az egyed fitneszét csökkentenék (Blanc and Wolfe, 2004). Ezért széles körben elfogadott, hogy a poliplóidok nagyobb mutációs robusztussal rendelkeznek, mint a diploidok (Van de Peer et al., 2009). Fawcett és mtsai. (2009) kimutatták, hogy a virágos növényekben

a legutóbbi duplikációs események többsége időben csoportosul, és úgy tűnik, hogy egybeesik a legutóbbi tömeges kihalás időszakával (Fawcett et al., 2009). Ez arra utal, hogy a poliploid növények a diploid növényeknél jobban megbirkóztak a korszak jelentősen megváltozott környezetével (Van de Peer et al., 2009). Növényfajoknál gyakran megfigyelték, hogy a poliploidizáció hatására a növények nagyobbra, gyorsabban és nagyobb terméshozammal nőnek diploid rokonaikhoz képest (Renny-Byfield and Wendel, 2014). Ugyanakkor egyes tanulmányok szerint a poliploidizáció nem jelentett szelektív előnyt a diploid genomokkal szemben a házasítás során (Hilu, 1993). A terméshozam javulásán kívül a közelmúltban végzett tanulmányok azt mutatták, hogy a poliploidia új vagy diverzifikált tulajdonságokat hoz létre, mint például a szemek cséplési tulajdonságainak és keménységének változása búzában (Zhang et al., 2011; Chantret et al., 2004).

A spektrális távérzékelés megbízható és hatékony technológia a növények biofizikai és biokémiai tulajdonságainak mérésére (Song et al., 2011), különösen a hiperspektrális távérzékelés, ami keskeny és folyamatos spektrális sávokkal rendelkezik. Az így biztosított folyamatos spektrum érzékenyebb a növény specifikus tulajdonságaira, például a nitrogéntartalomra és a klorofilltartalomra (Hansen and Schjoerring, 2003). A levelek fényelnyelési tulajdonságait elsősorban a növények klorofilltartalmának meghatározására használják (Zhang et al., 2013). A fény-visszaverődési adatok különböző vegetációs és stressz indexek kiszámítására alkalmazhatók (Ryu et al., 2020).

A klorofill-fluoreszcencia a növényi fotoszintetikus szövetekben természetes vagy mesterséges fényvel történő gerjesztés hatására keletkező vörös és távoli vörös fény. A klorofill-fluoreszcencia az egyik módja annak, hogy a növényi kloroplasztiszok megszabaduljanak a fotoszintézis szükségleteit meghaladó többletenergától (Baker, 2008). A kibocsátott fluoreszcens fény intenzitása széles körben használható a növények fiziológiai állapotának kimutatására különböző biotikus és abiotikus stresszek esetén is (Liu et al., 2011). Ezt segíti, hogy a levelek spektrális tulajdonságai, különösen a reflektancia értékek jól korrelálnak a klorofill fluoreszcencia paraméterekkel (Zhang et al., 2011).

Vizsgálataink során arra kerestük a választ, hogy milyen eltérések vannak a diploid és tetraploid rizs növények fotoszintetikus és spektrális tulajdonságai között.

Anyag és módszer

Kísérleteink során a különböző tetraploid nemesítési vonalak zászlóslevelének fotoszintetikus és spektrális paramétereit követtük nyomon a MATE ÖVKI Galambosi Rizskísérleti Telepén (Szarvas)

1. ábra: A kísérletben szereplő diploid (bal oldalon) és tetraploid (jobb oldalon) nemesítési vonalak



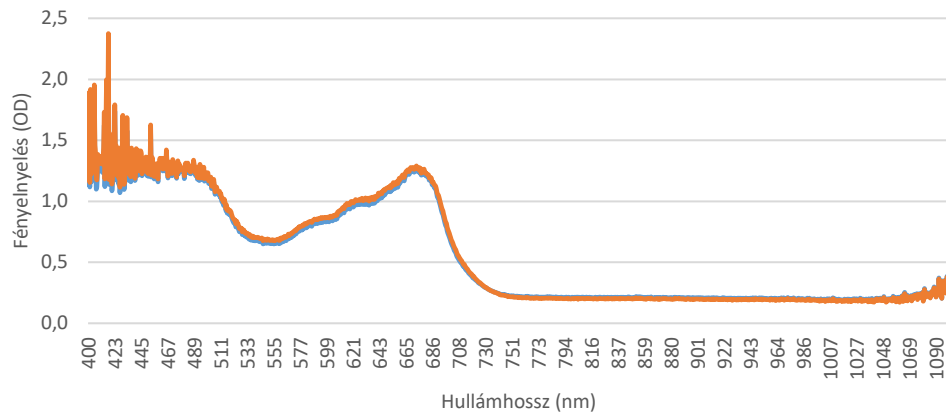
2022-ben, és hasonlítottuk össze az azonos eredetű diploidokkal (1. ábra).

A felhasznált vonalak kromoszóma számát flow citometriás módszerrel határoztuk meg. A vetés 2022. május 10-én történt 3 soros mikroparcellákban. Ezt követően a növények a normál üzemi tápanyag- és vízellátást, valamint gyomirtást kaptak. A levelek mérését a BBCH 41-ben fejlettségi stádiumban végeztük el. A méréseket egy hordozható levél spektrométerrel (CI-710s, Cid-BioScience, USA) és egy klorofill fluoreszcencia mérővel (PAR-FluorPen FP110, PSI, Csehország) 10 biológiai ismétlésben hajtottuk végre.

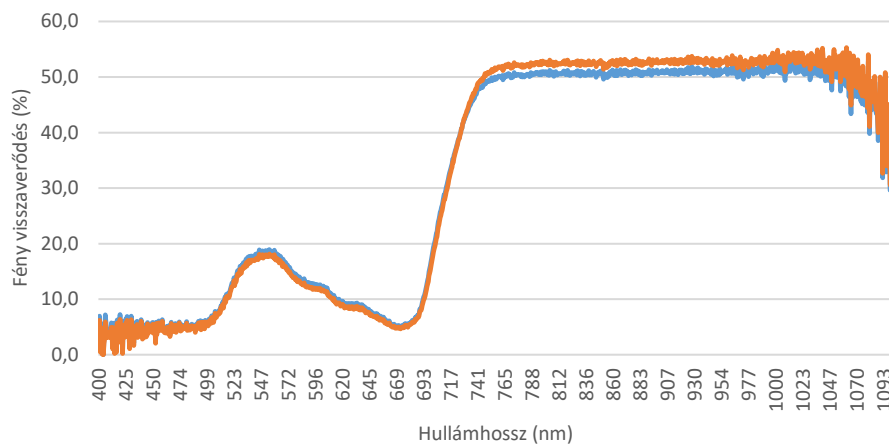
Eredmények

A tetraploid vonalak abszorbancia értékei elsősorban a 400 nm-hez közeli tartományokban jelentősen magasabbak a diploidokhoz képest. A fotoszintézis szempontjából fontos 400-700 nm-es tartományban minimálisan alacsonyabb fényelnyelést tapasztaltunk a diploid vonalakban. A közeli infravörös tartományban pedig nem figyelhetők meg jelentős különbségek (2. ábra). A tetraploid vonalak sötétebb levele (1. ábra) tehát nem magyarázható a fényelnyelésben tapasztalható különbségekkel.

2. ábra: A diploid (kék vonal) és a tetraploid vonalak (narancs vonal) átlagos fényelnyelése különböző hullámhosszokon.



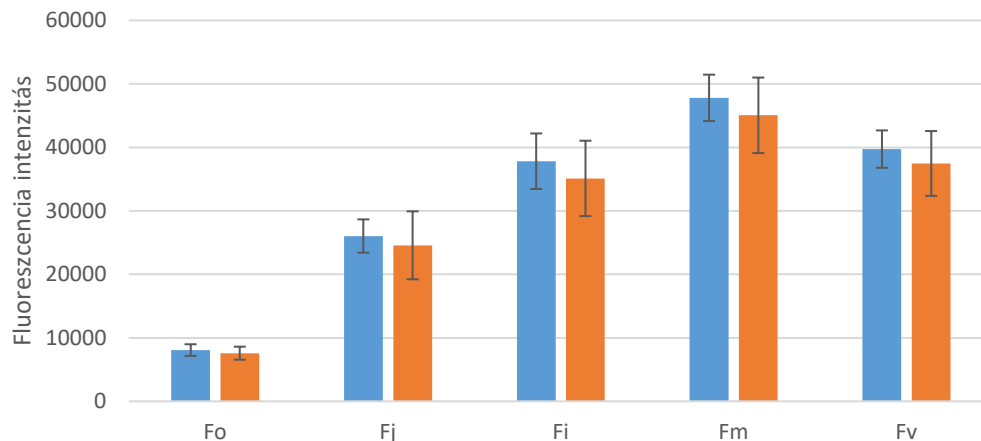
3. ábra: A diploid (kék vonal) és a tetraploid vonalak (narancs vonal) átlagos fényvisszaverődésnek mértéke százalékban a különböző hullámhosszokon.



A zászlóslevelek reflektanciájában már markánsabb eltérés tapasztalható. A fényelnyeléshez hasonlóan a 400-700 nm-es tartományban, valamint a közel infravörös tartományban (>700 nm) tapasztaltunk jelentősebb különbségeket a vonalak között (3. ábra).

A klorofill fluoreszcencia paraméterek alapján (4. ábra) is megállapítható, hogy habár a tetraploidok kisebb intenzitást mutattak, azonban ez a különbség nem szignifikáns a diploid párjuktól.

4. ábra: A diploid (kék) és a tetraploid vonalak (narancs) gyors klorofill fluoreszcencia (OJIP) paramétereinek mértéke. F_0 - alap fluoreszcencia, F_j és F_i a fluoreszcencia intenzitása az F_j és F_i pontokon, F_m - maximális, F_v - változó klorofill fluoreszcencia intenzitás.



Köszönetnyilvánítás

A kutatás a Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-22-4-I-MATE/5 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával és az FK_21 FK138042 számú OTKA pályázat támogatásával készült.

Irodalom

- Baker NR. (2008): Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo. *Annu Rev Plant Biol*, **59**: 89–113.
- Blanc G, Wolfe KH. (2004): Functional Divergence of Duplicated Genes Formed by Polyploidy during Arabidopsis Evolution. *The Plant Cell*, **16**, 1679–1691.
- Chantret N, Cenci A, Sabot F, Anderson O, Dubcovsky J. (2004): Sequencing of the Triticum monococcum hardness locus reveals good microcolinearity with rice. *Mol Genet Genomics*, **271**, 377–386.
- Fawcett JA, Maere S, Van de Peer Y. (2009): Plants with double genomes might have had a better chance to survive the Cretaceous–Tertiary extinction event. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **106**, 5737–5742.
- Hansen PM, Schjoerring JK. (2003): Reflectance measurement of canopy biomass and nitrogen status in wheat crops using normalized difference vegetation indices and partial least squares regression. *Remote Sensing of Environment*, **86**, 542–553.
- Hilu KW. (1993): Polyploidy and the Evolution of Domesticated Plants. *American Journal of Botany*, **80**, 1494–1499.
- Liu M, Liu X, Ding W, Wu L. (2011): Monitoring stress levels on rice with heavy metal pollution from hyperspectral reflectance data using wavelet-fractal analysis. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, **13**, 246–255.
- Renny-Byfield S, Wendel JF. (2014): Doubling down on genomes: polyploidy and crop plants. *Am J Bot*, **101**, 1711–1725.
- Ryu J-H, Jeong H, Cho J. (2020): Performances of Vegetation Indices on Paddy Rice at Elevated Air Temperature, Heat Stress, and Herbicide Damage. *Remote Sensing*, **12**, 2654.
- Song S, Gong W, Zhu B, Huang X. (2011): Wavelength selection and spectral discrimination for paddy rice, with laboratory measurements of hyperspectral leaf reflectance. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, **66**, 672–682.
- Stebbins GL. (1950): *Variation and Evolution in Plants*. Columbia University Press.
- Van de Peer Y, Maere S, Meyer A. (2009): The evolutionary significance of ancient genome duplications. *Nat Rev Genet*, **10**, 725–732.
- Van de Peer Y, Mizrahi E, Marchal K. (2017): The evolutionary significance of polyploidy. *Nat Rev Genet*, **18**, 411–424.
- Zhang Z, Belcram H, Gornicki P, Charles M, Just J, Huneau C, Magdelenat G, Couloux A, Samain S, Gill BS, Rasmussen JB, Barbe V, Faris JD, Chalhou B. (2011): Duplication and partitioning in evolution and

function of homoeologous Q loci governing domestication characters in polyploid wheat. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **108**, 18737–18742.

Zhang J, Han C, Liu Z. (2013): Absorption spectrum estimating rice chlorophyll concentration: Preliminary investigations. *African Journal of Plant Breeding*, **1**, 118–123.

Zhang H, Zhu L, Hu H, Zheng K, Jin Q. (2011): Monitoring Leaf Chlorophyll Fluorescence with Spectral Reflectance in Rice (*Oryza sativa* L.). *Procedia Engineering*, **15**, 4403–4408.

A CEREAL RESEARCH COMMUNICATIONS 50 ÉVES**Pauk János¹, Kocsor Tibor², Lantos Csaba^{1,2}, Hajduné Buza Kornélia², Andreas Börner³**¹*Gabonakutató Non-profit Közhasznú Kft., Szeged*²*Akadémiai Kiadó Zrt., Budapest*³*Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (IPK), Gatersleben, Germany*

A **Cereal Research Communications** létrehozásának gondolata néhai Barabás Zoltán akadémikus úr nevéhez fűződik, alapítása ötven évvel ezelőttre nyúl vissza. Ma el sem tudjuk képzelni, hogy abban az időben ez a gondolat, mennyire innovatív volt, azt is mondhatjuk forradalmi. Talán lehetetlennek is látszott az adott történelmi körülmények között, de Zoltánnak sikerült. A szocialista rendszer kellős közepén a szerkesztő bizottság tagjai közé a nemzetközi és hazai tudományos világ kiválóságait hívta meg. Ilyen nagyságokat, egy induló tudományos lap, szerkesztő bizottságába összehozni ma is nagyon nehéz lenne: J. Bojanowski, E. Borlaug, A. Bozzini, G. Kimber, Á. Kiss, K. Kristev, P.P. Lukyanenko, J.F. Mackey, R.A. McIntosh, M. Okamoto. A főszerkesztő munkát Barabás Zoltán végezte, akkor még technikai szerkesztő megnevezéssel. Az első számhoz Dimény Imre miniszter úr írta az előszót.

A lap fő célja a kezdetektől fogva az volt, hogy publikálási lehetőséget adjon a legfontosabb gabonafélék (búza, kukorica, árpa, zab, tritikálé, cirok) genetikai, nemesítési, agrotechnikai, élettani és betegségekkel kapcsolatos kutatási eredményeinek. A célok azóta sem változtak. A lap világ karrierje ingyenes terjesztéssel kezdődött, de már régóta előfizetéssel érhető el. Régen a könyvtárak polcain messziről észrevehető volt a lap, ma már az on-line világban nem ilyen attraktív a megjelenés, de az on-line előfizetések és a letöltések száma évről évre ugrásszerűen nő. A lap tudományos paraméterei 2010 óta határozott emelkedést mutatnak, 2021-ben az impakt faktora elérte az 1,240 értéket.

A CRC eljutott a Springer családhoz, ami jól tesz az egyre növekvő népszerűségének. Napjainkban már a jelentősebb nemesítési lapok közé tartozunk. Az elmúlt ötven év alatt a lapnak mindössze négy főszerkesztője volt: Barabás Zoltán, Kertész Zoltán, Pauk János és jelenleg Andreas Börner Németországból. A főszerkesztő munkáját két technikai szerkesztő segíti: Lantos Csaba és Hajduné Buza Kornélia. A technikai szerkesztés munkái ma is Szegeden folynak. Küllemében a lap mindeddig három féle front oldallal jelent meg, de a mostani, ami A4 formátumú, nagyszerű technikával és színes ábrákkal jelenik meg, igazán vonzóvá teszi a lapot. Mindenkinek jó publikálást kívánunk a Cereal Research Communications folyóiratba.

POSZTER SZEKCIÓ

KÉT HATSOROS ŐSZI ÁRPAFAJTA KALÁSZAINAK PRODUKCIÓVÁLTOZÁSA EGYÜTTES HŐ- ÉS SZÁRAZSÁGSTRESSZ HATÁSÁRA

Babinyec-Czifra Dorina^{1,2}, Krárné Péntek Barbara¹, Emmanuel Asante Jampoh³, Jäger Katalin¹

¹*Biológiai Erőforrások Osztálya, Növényi Sejt- és Szaporodásbiológia Csoport, ATK Martonvásár*

²*ELTE, Biológia Doktori Iskola, Kísérletes Növénybiológia Program, Budapest*

³*MATE, Kertészettudományi Doktori Iskola, Gödöllő*

Magyarországon az őszi árpa egyike a legfontosabb takarmánynövényeknek. A globális felmelegedés hatására egyre gyakrabban tapasztalunk szélsőséges időjárási körülményeket, amelyek fluktuáló terméshozamokat eredményeznek. Ezért fontos az együttes hő- és szárazságstressz tolerancia biológiai alapjainak feltárása és azok alkalmazása a gyakorlati növénynevelésben.

Kísérletünkben két hatsoros őszi árpafajta (Balda és Elan) növényeit neveltük fel Conviron PGV-36 és PGR-15 (Winnipeg, Canada) klímakamrákban a főkalászok mikrosporáinak egysejtmagvas fejlődési állapotáig kontroll körülmények között. Ezután a növények egy részét teljes vízmegvonásnak és az optimálist 10°C-kal meghaladó (20°C/30°C min/max) hőmérsékletnek tettük ki virágzásig. A növények másik részét kontroll körülmények között neveltük tovább. A növénynevelés végeztével, a kalászok fertilitását, szemtömegét és ezerszemtömegét hasonlítottuk össze a teljes növényre vonatkozó adatokkal. Az értékek meghatározásakor a kalászokat harmadokra bontva, alsó, középső és felső régiókban vizsgáltuk.

Míg a Balda növények fertilitása nem változott szignifikánsan a kezelés hatására, addig az Elan termékenyülése 40%-kal csökkent. A kalászárszám tekintetében az alsó, a középső és a felső harmadok fertilitása eltérően alakult a stressz hatására. Míg az alsó kalászharmadokban mindkét fajta fertilitása jelentősen csökkent (Balda -30%, Elan -50%), addig a középső és felső régiókban csak az Elan mutatott szignifikáns változást (-45%, -35%). A növények produkciója mindkét fajtánál jelentősen változott. A Baldánál 60%-os, az Elannál 85%-os csökkenést mértünk. Az alsó, a középső és a felső kalászharmadok esetében is drasztikus változást figyeltünk meg. A Balda alsó régiójának szemtömege 60%-kal, az Elané 65%-kal csökkent. A középső régióban a Balda 50%-kal, az Elan 60%-kal, a felső régióban a Balda 40%-kal, az Elan 65%-kal alacsonyabb szemtömeget mutatott. A növények ezerszemtömegét tekintve a Balda esetében nem volt szignifikáns csökkenés a kezelés hatására. Ezzel szemben az Elan ezerszemtömege 40%-kal lecsökkent. A kalászharmadok ugyanezt a mintázatot mutatták: míg a Balda esetében nem történt jelentős változás, addig az Elan ezerszemtömege a kalászok alsó harmadában 25%-kal, a középső harmadban 22%-kal, a felső harmadban pedig 23%-kal esett vissza az együttes hő- és szárazságstressz hatására.

Megállapítottuk, hogy a magas hőmérséklet és a vízhiány hatására a vizsgált árpafajták több kalászt hoztak, míg a kontroll körülmények között fejlődő növények alsó, fiatal hajtásai nem fejlesztettek kalászokat. Az Elan fajtával összehasonlítva a Balda növények a kezelés hatására több mellékalászt hoztak. Összességében elmondható, hogy a Balda kalászainak produktivitása magasabbnak bizonyult optimális környezeti feltételek között és a hő- és szárazságstressz együttes hatására is.

A kutatómunkát a KEP-5/2016-2018 számú pályázat támogatta.

SZABADFÖLDI RÓZSAFAJTÁK TEREPI BEAZONOSÍTÁSÁHOZ KIDOLGOZOTT VIRÁGTÍPIZÁLÁS HÁROM ELEME

Boronkay Gábor¹, Hamarné Farkas Dóra¹, Kisvarga Szilvia¹, Neményi András Béla¹, Orlóci László¹

¹ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem; Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet; Dísznövénytermesztési és Zöldfelületgazdálkodási Kutatócsoport, Budapest

A MATE Budatétényi Rózsakertjében hosszú ideje dolgozunk azon, hogy a szabadföldi rózsafajták beazonosítására egy terepen is használható leíró rendszert dolgozzunk ki, mely a virág és virágzat főbb tulajdonságainak kategorizálásán alapul. Az UPOV leíró listájánál létszerűbb, az ICRA-Roses szabványánál pedig jobb felbontású tipizálást kívánunk létrehozni. Bár a legfontosabb virágparaméterek a szíromszín és a virágalak, de ez nem elég a helyes meghatározáshoz. Itt most három kisebb, de ugyanannyira fontos jellemvonást kívánunk bemutatni, melyeket alapvetően vizuálisan, mintafelismerés segítségével tudunk jellegzetes osztályokra bontani. Ehhez az adatokat 2015-16-ban és 2020-21-ben vettük fel a Budatétényi Rózsakertben 1100 rózsatétel alapján. Az osztályok egy-egy fajtapéldával a következők:

Virágméret: Az éppen kinyílt és már fajtára jellemző virág átmérőjére (elvirágzáskor ez nagyobb is lehet): nagyon apró (<2,5 cm): 'The Fairy'; apró (2,5-4,5 cm): 'Pomponella'; kicsi (4,5-6,5 cm): 'Samba'; közepes (6,5-8,5 cm): 'Cherry Girl'; nagy (8,5-10,5 cm): 'Ingrid Bergman'; nagyon nagy (10,5-12,5 cm): 'Peace' és extra nagy (>12,5 cm): 'Ambassador'.

Virágmintázat: Míg a virágszín kolorimetrián alapuló módszerekkel objektíven lehet értékelni, a színek jellegzetes eloszlását a virágon mintafelismerés alapján kell leírni. Összesen 15 mintázatot találtunk: egyszínű vagy monokróm: 'Blue Moon'; bicolor vagy szín/fonák kontraszt: 'Black Gold'; színváltó vagy fiatal/idős kontraszt: 'Masquerade'; szektoros kontraszt: 'Mokarosa'; eltérő szíromszél: 'Neue Revue'; eltérő külső szírom: 'Mirage'; eltérő külsőszírom-szél: 'Autumn Spray'; szegélyezett szírom: 'Baron Girod de l'Ain'; szem: 'Persian Autumn'; erezett: 'Zolotaja Osen'; futtatott: 'Paul Ecke Jr.'; csíkos: 'Versicolor'; pontozott: 'Morden Ruby'; foltos: 'Alain Blanchard'; tarka vagy szabálytalanul csíkos: 'Camille Pisarro'.

A virágzat alakja kevésbé nyilvánvaló, egy fajtán egyszerre több típus is megjelenhet. Itt az egyes osztályokat a vizuálisan könnyen felvételezhető tulajdonságok alapján állapítottuk meg, eltérve a botanikai terminológiától. Fővirágzásban összesen 11 jellegzetes virágzat-kategóriát találtunk. Nem valódi virágzatok: magányos virág: 'Taboo'; domináns virág: 'Paradise'; hamis virágzat: 'Persian Yellow Rose'. Kis méretű virágzatok: kis laza virágzat: 'Edgar Degas'; kis zárt virágzat: 'Parkdirektor Riggers'. A közép méretűek: gömbös virágzat: 'Orion'; kiterült virágzat: 'Eyepaint'; kúpos virágzat: 'Happy' szabálytalan virágzat: 'Anne de Bretagne'. A nagyméretű, többször is elágazó virágzatot nagy laza: 'City of York' és nagy zárt virágzatra tudtuk elkülöníteni, ilyen például a 'Cameo'.

A rózsavirág tipizálás révén 2023-ban 11 virágzatot, 7 virágméretet, 15 virágmintázatot, 133 szíromszínt, 16 szíromalakot és 35 virágalakot tudunk megkülönböztetni. Ezekkel a paraméterekkel a Budatétényi Rózsakert minden tételét jellemeztük, és adatbázisban tároljuk.

BELTENYÉSZTETT KUKORICA (*Zea mays* L.) VONALAK KELÉSKORI HIDEG-ÉRZÉKENYSÉGÉNEK TESZTELÉSE

Csepregi-Heilmann Eszter¹, Áldott-Sipos Ágnes¹, Kovács Anett², Spitzkó Tamás¹, Szőke Csaba¹,
Pintér János¹, Berzy Tamás¹, Kakuszi-Széles Adrienn³, Marton L. Csaba¹

¹Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Kukoricanevelési Osztály, Martonvásár,

²Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

³Debreceni Egyetem

A kukorica rendkívül alkalmazkodó és sokrétűen felhasználható kultúrnövény (élelmiszer, takarmány, ipari alapanyag, bioenergia). A hidegre való érzékenysége azonban hosszú időn keresztül akadályozta elterjedését a hűvösebb északi régiókba, mivel ennek a vízigényes trópusi növénynek a fejlődéséhez a 30 °C az optimális hőmérséklet, valamint rövid nappalos életciklus szükséges. A korai vetés egyik legfontosabb feltétele a csírázaskori hidegtűrés javulása. A hidegtűrő hibridek előnye, hogy korábban lehet vetni őket, így hosszabb vegetációs idejű, és nagyobb hozamú hibrideket lehet termesztetni, annak köszönhetően, hogy a vízigény szempontjából a legérzékenyebb időszak, a virágzás korábban, azaz a nyári aszály és hőség bekövetkezése előtt zajlik le. Így a hozam magasabb és a betakarításkori szemnedvesség alacsonyabb lesz.

A martonvásári Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézetének Kukoricanevelési Osztályán folyamatos kutatásokat végeznek a kukorica hidegtűrésének javítására.

Jelen kísérletben 60 genetikailag eltérő kukorica vonal hidegtűrését vizsgáltuk fitotroni klímakamrában (PGV-36). Kutatásunk célja, olyan hidegtűrő törzsek felkutatása, amelyek szülőkomponensként jó hidegtűrő hibridek előállítását eredményezik és/vagy forrásai lehetnek hidegtűrő, új beltenyészett törzsek kiindulási anyagainak. A fenológiai tulajdonságok (kelési százalék, vetéstől kelésig eltelt napok száma, CT index, friss és száraz tömeg, SPAD érték), „Cold Test” (8 °C 10 napig, majd 13,5°C 30 napig) hatására bekövetkező változásait vizsgáltuk meg. A kiértékelés után a hidegtűrés szempontjából jelentős tulajdonságok: kelési százalék, vetéstől a kelésig eltelt napok száma, a Cold Test index eredmények tükrében számos törzset ki tudunk választani (HMv5173, ST-6-4, CM7, CO125, F16, F271), amelyek jó kiindulási alapanyagok lehetnek a további, a hidegtűrés genetikai szelekciójára irányuló kutatásoknak.

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 *tii* ÉS *Pcx* GÉNEK ALKALMAZÁSA AZ ÁMPOLNA TÍPUSÚ PAPRIKA FAJTÁK NEMESÍTÉSE SORÁN

Csilléry Gábor¹, Ruskó József², Pápai Bánk³, Kovács Zsófia³, Fári Miklós⁴, Szamosi Csaba⁵

¹PepGen Kft., Budapest,

²Duna-R kft., Budapest,

³Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Genetika és Biotechnológia Intézet, Gödöllő,

⁴Debreceni Egyetem MÉK, Alkalmazott Növénybiológiai Tanszék, Debrecen,

⁵Orosco Kft. Orosháza

A termesztett paprika termesztett fajtái, és a vad fajok többsége mereven felálló szárú. Több *Solanaceae* faj szára elfekvő. Legismertebb példája a paradicsom, amit az üvegházi paradicsomtermesztési technológiában kihasználnak és 10-11 hónapos termesztés során 12-14 méter hosszú, elfekvő szárát nevelnek. Ezzel szemben a paprika szára már a 45 fokos döntését sem viseli el, a termés mérete és mennyisége is csökken. A *tii* és *Pcx* paprika mutánsokat az eddigi kutatásaink alapján alkalmasnak tartjuk a dönthető szárú paprika termesztésére.

Egy másik elképzelés szerint a csavarodó szárú *tii* növények és az elfekvő, negatív geotropizmusú *Pcx* növények szárát nem kell függőleges támrendszer mellett nevelni, hanem hagyni kell, hogy a szár lecsüngjön, ahogy az ámpolna dísznövények esetében közismert.

A recesszív *tii* – *tortuous internode* (csavarodó ízközű) és a szemidomináns *Pcx* - *Procumbent plant* (Elfekvő növény) mutáns géneket nem csak az étkezési célú, csontfehér színű közkedvelt Cecei típusú fajtatípusba építettük be. Az apróbb bogyójú, fűszer és cseresznye típusok mellett az egyre népszerűbb Snack típusokat is bevontuk a programba, de nem került el a figyelmünket egy további lehetőség; a kettős hasznosítású, vagyis étkezési és dísznövény célú fajták nemesítése. A dísznövény szempontok miatt olyan látványos, dísznövény fenotípust eredményező mutációkat is bevontunk a keresztezési programba, mint a *lutescens* levelű (*lux*), a mozaikos levelű (*mol*), keskeny levelű (*fil*), *ilex* levelű (*ixl*), szív levelű (*Htl*), lila levelű (*Lil*), lila virágú (*Lif*), lila termésű (*Leb*), és sárga torokfoltos virágú (*Ysf*) tételek.

A *tii* és a *Pcx* géneket tartalmazó magokat polisztírol tálcába vetettük, majd a kelést követő első szelekció után 5 liter ürtartalmú cserepekbe, tözeges földkeverékbe ültettük. A tételek tulajdonságainak pontos felvételezése miatt a cserepeknek csak a két oldalára ültettünk, tételenként 3-4 növényt. A növényeket az ámpolna dísznövényekhez hasonló módon, felfüggesztve vizsgáltuk. A két oldalt nem teljesen azonos mértékben sütötte a nap, ezért a napnak jobban kitett oldalon az edényeket fehérre festettük, így a talaj hőmérsékletben minimális volt az eltérés. A növények öntözését és tápoldatozását a szokásos csepegtető öntözéssel oldottuk meg. A felesleges víz elvezetését két oldalon fűrt lyukakkal biztosítottuk. A vizsgálat első szakaszában a céljainknak legjobban megfelelő növényeket választottuk ki.

A *tii* mutáns szárszerkezete kissé hasonló a paradicsomhoz, vagyis nem mereven felálló, hanem enyhén csavarodó, elfekvő. A kifejlett és virágzó növények ízköze az átlagos 5-8 cm helyett 10-15 cm hosszú, a szár a cserepek oldalát takarja, lecsüng, de a ***tii* hajtáscsúcsa felálló**.

Pcx mutáns fenotípusa már szikleveles korban könnyen felismerhető, mert a szik alatti szár teljesen vízszintesen elfekszik, kúszó jellegű. Egyes esetekben a növények nem elég erős növekedésűek, 6-8 ízköz után virágoznak, de az F1 hibridjeikben a *Pcx* gén szemidomináns hatása jól megfigyelhető. A *tii* mutánssal ellentétben az ideális ***Pcx* hajtáscsúcsa csüngő, bókoló**, vagyis a cserép oldalát eltakarja, ideális ámpolna növény.

A kutatásokat a VP4-10.2.2.-15 kódszámú, „Ritka és veszélyeztetett növényfajták genetikai erőforrásainak és mikroorganizmusok ex situ megőrzése” pályázat támogatta

KERESKEDELEMBEN KAPHATÓ SZILVAFAJTÁK ÖSSZEHASONLÍTÓ KÍSÉRLETE ÜLTETVÉNYTELEPÍTÉSI SZEMPONTBÓL

Demku Tamás, Nádosy Ferenc

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE), Kertészettudományi Intézet (KERTI), Gyümölcsstermesztési Kutatóközpont, Ceglédi Kutatóállomás

Az ültetvények telepítésénél elődleges szempont a jó fajtaválasztás. Ezt csak a fajtaleírásban feltüntetett adatokból lehet megismerni. A fajokon belül a fajták gyakran nagymértékben eltérhetnek egymástól, így elengedhetetlen a helytálló fajtaleírás. Ez így van a szilva esetében is. A legkorábbi szilvák már július első hetében, míg a legkésőbbiek október közepén érnek, így a termelőknek lehetőségük van egy igen széles palettából, a számukra legideálisabb érési idővel rendelkező fajta kiválasztására. Nálunk a MATE, KERTI Ceglédi Kutatóállomásán 385 változatot tartunk fenn génmegőrzési és fajtakutatási céllal.

A nemzetközi, közkeletű fajták részletes leírással rendelkeznek, de a tapasztalatok és visszajelzések alapján kijelenthető, hogy a Magyarországon telepített ültetvények másképp reagálnak a környezeti hatásokra (lásd: talaj, éghajlat, hő- és fényhatások) mint ahogy az a jelenleg rendelkezésünkre álló fajtaleírásokban szerepel. Ezen okból kifolyólag megalapozottá vált egy nagy fajtaszámú, azonos körülmények között nevelt összehasonlító kísérlet beállítása.

Kísérleti ültetvényünkben 23 fajtát vizsgáltunk meg 5x3 méteres sor-tő térállást alkalmazva. Ezek között szerepel 3 román nemesítésű (*Albatros 2, Albatros 10, Tuleu Dulce*), 2 Kárpátaljáról származó (*Vir Vengerka, Vengerka Kait*), és 18 német nemesítésű piacvezető fajta (*Juna, Tegera, Hanka, Tipala, Colora, Blue Frost, Hanita, Empress, Topfive, Toptaste, Nr. 8731 Miroma, Haroma, Jofela, Haganta, Joganta, Tophit, Presenta, Topend Plus*). Mivel a szilvák Magyarországon túlnyomó többségben Myrobalán alanyon kerülnek forgalomba, ezért ez az ültetvény is ezzel az alannyal, konkrétan a Myrobalán C.162-es klónnal került eltelepítésre, 2018 őszén. Minden tételből 20 egyedet ültettünk és a növekedési adatokat második éves koruktól kezdtük el felvételezni. A felvett adatokat az egyedek számának függvényében éves vonatkoztatásban átlagoltuk, és így határoztuk meg a fajtára jellemző értékeket. Minden mérési alkalommal felvételeztük a fák magasságát, törzsátmérőjét 70 cm-es magasságban, korona átmérőjét, hajtások hosszát, valamint a 10 cm-nél hosszabb vegetatív hajtások számát. Ezek azok a tulajdonságok, melyek meghatározzák az ültetvényben elfoglalt sor-tő állásukat, valamint a metszési szükségletüket. A négy éves fák, évente egységes metszést kaptak, egy öntözetlen, mozaikos struktúrájú, de jellemzően humuszos homoktalajon, melyen alföldi mészlepedékes csernozjom dominál, tengerszint feletti 98-100 méter magasságban. Az eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy az adott idő alatt a legerélyesebben növekvő fajta a *Hanka, Vir Vengerka, Haganta*, míg a leggyengébben növekvő az *Albatros 2*. A 2022-es évben a korona átmérő tekintetében a *Toptaste* és a *Vir Vengerka* a legnagyobb, míg a legkisebb a *Vengerka Kait*, az *Albatros 10* és a *Tuleu dulce*. A legnagyobb hajtásnövekedést az *Albatros 10, Tegera*, és a *Hanita* fajták érték el, a legkevesebbet pedig a *Joganta*. Ugyanakkor a hajtások számát illetően a legtöbbet a *Haroma*, míg a legkevesebbet az *Empress* fajták növelték.

A MEIÓZIS IDEJÉN ALKALMAZOTT HŐSTRESSZ HATÁSA A BÚZA VEGETATÍV ÉS GENERATÍV SZÖVETEINEK GÉNKIFEJEZŐDÉSÉRE

Fábián Attila, Krárné Péntek Barbara

Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

A növényi ivaros életciklus során a hőstresszel szemben talán legérzékenyebb időszak a meiózis, mely az ivarsejt képződés sarokköveként a termésmennyiséget közvetlenül befolyásolja. Vizsgálataink során összehasonlítottuk egy hőtűrő (Ellvis) és egy hőre érzékeny (Mv 17-09) őszi búza fajta genotípus generatív szerveinek (portok, termő), valamint zászlóslevelének génkifejeződését 35 °C-os, 24 órás hőstressz kezelést követően annak érdekében, hogy a stressztűrés hátterében meghúzódó folyamatokra fényt derítsünk.

Az eltérően expresszálandó gének listája alapján gén ontológia feldúsulás (GO enrichment) analízist végeztünk. Mindkét fajta kezelt portokjaiban feldúsultak a sejtfal biogenezissel, a vas ion kötéssel, a lipid szintézissel és -transzporttal, valamint az oxidoreduktáz aktivitással kapcsolatos gének. A hőstressz-specifikus válasz gének a toleráns Ellvis portokjaiban sokkal jelentősebb mértékben aktiválódtak az érzékeny Mv 17-09-hez képest. Ugyanakkor vizsgált folyamatunk, a meiózis megfelelő végrehajtásához szükséges génfunkciók kifejeződése szignifikánsan csökkent az érzékeny fajtában. A kontroll portokok génkifejeződését összehasonlítva azt találtuk, hogy sok, a hőstressz kivédéséhez szükséges génfunkció (pl.: hőstressz válasz, flavonoid bioszintézis, chaperone kötés) már eleve magasabb aktivitást mutatott a stressztűrő genotípusban.

A termőben a hőstressz specifikus válasz gének a két fajtában hasonló mértékben dúsultak fel a kezelés hatására. A protein hajtogatás (folding), a jelátvitel génjei és a mikrotubulus szerveződéssel kapcsolatos gének a toleráns, míg az oxidatív stressz kivédésében jelentős gének az érzékeny fajtában aktiválódtak nagyobb számban, ami arra utal, hogy ennek a fajtának a termőiben jelentősebb mértékű oxidatív stresszt generált a kezelés. Ugyanakkor a két fajta kontroll termőit tekintve az oxidatív stressz csökkentését célzó gének (pl. peroxidázok, vas ion kötésben részt vevő gének, egyéb fémkötő fehérjék génjei) magasabb kifejeződést mutattak az érzékeny fajtához viszonyítva.

A zászlóslevelekben a hőre adott válasz, a fehérje hajtogatás, a nem natív konformációjú fehérjék kötése és a szuperoxid diszmutáz aktivitás mutatott magasabb szignifikanciát a toleráns Ellvisben, míg a jelátvitel és a fehérje újrashajtogatás volt jellemzőbb az érzékeny fajtára. Számos fontos funkció csupán a toleráns genotípusban dúsult fel: hősokk protein kötés, sejt redox homeosztázis, lipid transzport, a transzkripció szabályozása, valamint az RNS szerkesztés.

Eredményeink arra utalnak, hogy az Ellvis esetében a hőstressz-specifikus gének eredetileg is magasabb expressziója, valamint stresszkörülmények közötti erősebb aktivációja járult hozzá a fajta magasabb hőstressz tűréséhez, míg az érzékeny Mv 17-09 esetében az általános stresszválasz gének (pl. antioxidáns enzimek) aktivációja kevésbé sikeresen csökkentette a sérüléseket.

A kutatásokat az NKFIH OTKA (FK134992), a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj, valamint az NKFIH ÚNKP Bolyai+ Felsőoktatási Fiatal Oktatói, Kutatói Ösztöndíj (ÚNKP-22-5-MATE/13.) támogatta

DÉL-DUNÁNTÚLI VADKÖRTE GÉNFORRÁSOK AGROBOTANIKAI ÉRTÉKELÉSE KVANTITATÍV DESZKRIPTOROK ALAPJÁN

Gyurkó Adrienn^{1,2}, Szücs-Nagy Vivien¹, Baktay Borbála¹, Varga Anna³, Szani Zsolt⁴

¹ Nemzeti Biodiverzitás- és Génmegőrzési Központ

² Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Genetika és Biotechnológia Intézet, Növénybiotechnológia Tanszék

³Pécsi Tudományegyetem, Bölcsészeti és Társadalomtudományi Kar, Kulturális Antropológiai Tanszék

⁴ECPGR Magyarország *Malus/Pyrus* munkacsoport

Hazánk vadkörte állománya jelentős genetikai értéket képvisel, azonban élőhelyük egyre szűkül. A dél-dunántúli régióban, a somogyi, baranyai, és tolnai dombvidékek területén igyekeztünk felmérni a fellelhető vadkörte változatokat. A gyűjtőút célja volt a vadkörte állomány feltérképezése, begyűjtése és vizsgálata. A tételekről levél- és gyümölcsmintákat vizsgáltunk a morfológiai bélyegek felvételezéséhez. A begyűjtött termékből a magot kinyertük génbanki megőrzés és a fenntartás módszertanának kidolgozása céljából. Felvételeztük, majd értékeltük a begyűjtött vadkörte-tételek kvantitatív deszkriptorait. A felvételezett vadkörte-tételek kvantitatív deszkriptorai alapján elmondható, hogy jelentős a diverzitás az egyes termőhelyek, valamint a gyűjtési helyeken belül is az egyes tételek között.

Kulcsszavak: biodiverzitás, vadkörte, génmegőrzés, deszkriptor

AGROBOTANICAL ASSESSMENT OF SOUTHERN TRANSDANUBE WILD PEAR GENE RESOURCES BASED ON QUANTITATIVE DESCRIPTORS

A. GYURKÓ^{1,2}, V. SZÜCS-NAGY¹, B. BAKTAY¹, A. VARGA³ ZS. SZANI⁴

¹National Centre for Biodiversity and Gene Conservation

²Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Genetics and Biotechnology

³University of Pécs, Faculty of Humanities and Social Sciences Department of Cultural Anthropology

⁴ECPGR *Malus/Pyrus* Working Group Hungary

The wild pear population of our country represents a significant genetic value, however, their habitat is becoming narrower. In the southern Transdanubian region, in the hilly areas of Somogy, Baranya and Tolna, we tried to assess the available wild pear varieties. The purpose of the collection trip was to map, collect and examine the wild pear population. We took leaf and fruit samples from the lots to record the morphological stamps. The seed was extracted from the harvested crop for the purpose of gene bank preservation and the development of the maintenance methodology. We recorded and then evaluated the quantitative descriptors of the collected wild pear lots. Based on the quantitative descriptors of the recorded wild pear lots, it can be said that there is significant diversity among the individual lots within the individual production sites as well as within the collection sites.

Keywords: biodiversity, wild pear, gene conservation, quantitative descriptor

Bevezetés

Élővilágunk biodiverzitásának csökkenése indokoltá teszi nem csak a termesztett kultúrnövények, hanem azok vad rokon fajainak tudatos megőrzését is (Terpó 1989, Terpó-Egyedné 1983). A Nemzeti Biodiverzitás- és Génmegőrzési Központ (NBGK) korábban átfogó génbanki programot indított a honos növényi flóra genetikai forrásainak minél szélesebb körű megőrzésének érdekében, amely főleg a lágyszárúakra fókuszált. A sokszínűség csökkenésének folyamata azonban a lágyszárú és a fásszárú növényfajokat egyaránt veszélyezteti. Intézetünk fontos feladata a génforrások felkutatása, felmérése és megőrzése valamennyi növényfaj esetében, ezért 2013-óta ismét foglalkozik a Kárpát-medencében fellelhető gyümölcsstermő növények vizsgálatával és megőrzésével. Hazánkban a vadkörte populáció jelentős, számos változatban fellelhető, genetikai értéket képvisel, ugyanakkor élőhelyük egyre szűkül. Terpó a vadkörte 92 honos fajtát vagy faj alatti rendszertani egységét írta le (Terpó 1956, 1957, 1963, 1953, 1960).

Intézetünk 2022-ben kezdeményezte a vadkörte állomány agrobotikai szemléletű felmérését. A gyűjtések célja volt a vadkörte állományok feltérképezése, valamint a begyűjtött tételek vizsgálata. A gyűjtési helyeken a vadkörte a természetes növénytársulások tagjaként fordult elő vagy tudatos emberi tevékenység nyomán települt. Valamennyi helyszín közös jellemzője, hogy antropogén tényezők hatására a vadkörtefák kedvezőbb életfeltételekhez jutottak. A felmért helyszíneken a külterjes állattartás, vadgazdálkodás egyaránt megtalálható volt a növénytermesztés mellett. Emiatt a vadkörtefákat fenntartották, környezetükben a kompetitív fa és cserje fajokat gyérítették (Gunda 1949).

Anyag és módszer

2022. augusztus végén gyűjtőút keretében térképeztük fel a dél-dunántúli régió vadkörte állományát. Összesen 5 település körzetében gyűjtöttünk vadkörte tétteleket: Abaliget, Kárász, Csokonyavisonta, Bogyiszló és Nagybjom.

A gyűjtést az International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) ajánlásának megfelelően végeztük. A begyűjtött leveleken az alábbi paraméterek kerültek mérésre: levélhosszúság, levélszélesség, levélnyel hosszúság, levélnyel vastagság. Ezután a 10-10 levélminta fotódokumentálására került, valamint az ECPGR (European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources) irányelvei alapján felvételeztük a kvalitatív és pszeudo-kvalitatív levél deszkriptorokat (Thibault et. al. 1983, Lateur et al. 2022). A begyűjtött terméstről a következő paramétereket mértük: a gyümölcs tömege, magassága, átmérője, a gyümölcskocsány hossza, vastagsága. Amennyiben volt kocsány mélyedés, annak mélysége, szélessége, valamint a csészemélyedés mélysége és szélessége. Ezután a gyümölcsök deszkriptorait is felvételeztük. A mért adatokat statisztikai analízis alá vetettük és ANOVA módszerrel értékeltük ki. A felvételezett deszkriptorokat és a mért adatokat korábbi irodalmi adatokkal összevetettük.

1. táblázat A vadkörteállomány változatosságának jellemzése a levelek kvantitatív deszkriptorai alapján. Kivonat.

Helység		Levéllemez hosszúsága (mm)	Levéllemez szélessége (mm)	Levéllemez hosszúsága / levéllemez szélessége	Levélnyel hosszúsága (mm)	Levéllemez hosszúsága / Levélnyel hosszúsága	Levélnyel vastagsága (mm)
Abaliget	átlag	46,15	34,81	1,34	29,97	1,77	0,68
	minimum	30,43	22,72	0,96	11,58	0,91	0,26
	maximum	63,57	49,29	1,68	53,05	4,86	1,67
Bogyiszló	átlag	37,73	34,00	1,12	33,03	1,27	0,59
	minimum	22,52	20,91	0,75	11,08	0,66	0,20
	maximum	57,03	48,43	1,62	61,82	3,35	1,11
Csokonyavisonta	átlag	41,84	35,50	1,20	31,94	1,39	0,60
	minimum	30,28	19,79	0,91	13,61	0,88	0,27
	maximum	54,52	48,26	2,60	53,32	3,30	0,91
Kárász	átlag	43,87	33,95	1,30	32,57	1,55	0,58
	minimum	29,38	24,00	0,90	13,60	0,75	0,25
	maximum	62,62	43,87	1,80	64,51	3,30	1,14
Nagybjom	átlag	45,06	37,76	1,20	30,46	1,61	0,59
	minimum	23,63	21,10	0,78	10,87	0,60	0,23
	maximum	64,70	54,43	1,85	60,03	3,70	0,99
Főátlag		42,8	35,5	1,22	31,8	1,51	0,61
SzD(5%)		5,4	4,5	0,2	7,8	0,5	0,1
CV%=-		14,3	14,5	14,4	28,1	35,2	26,2
P		***	***	***	***	***	***

*** P=0,1%.

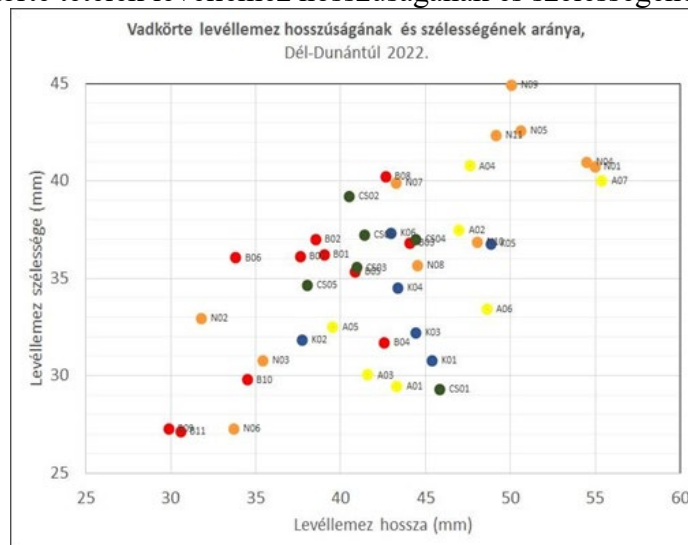
Eredmények és értékelés

Az élőhely, valamint az évszázad jelentősen befolyásolhatja a kvantitatív deszkriptorok értékét. Emiatt a mért értékek mellett származtatott arányszámokkal is vizsgáltuk a fenotípust. Feltételezve,

hogy ezeknek a mutatóknak az esetében, a környezet \times genotípus kölcsönhatásban az élőhely és évjárat befolyása mérsékeltebb az adott deskriptorra. Ilyen mutatók a levéllemez hosszúságának és szélességének aránya, illetve a levéllemez hosszának és a levélnyel hosszának aránya. Ezek alapján az alábbi arányszámokat is hasznosnak találtuk a különböző élőhelyről származó vadkörte populációk összehasonlítására, illetve a genetikai sokszínűségük jellemzésére.

Az 1. táblázatban az 5 termőhelyen megfigyelt, 37 vadkörte faegyed levélméréseinek statisztikai elemzés kivonatát közöljük a termőhelyenként mért átlagokkal és a varianciaanalízis eredményével. A levéllemez hosszúságok közül a maximumot az egyik Nagybjomról gyűjtött tétel esetében találtuk, a minimumot pedig egy bogyiszlói tétel esetében. A levéllemez szélességek közül a legnagyobb értéket szintén nagybjomai tétel esetén kaptuk, még a legkisebb levéllemez szélességet csokonyavisontai tétel esetén mértük. A levélnyel hossz maximumot kárászi tételnél, a minimumot nagybjomai tételnél mértük. A legvastagabb levélnyel egy abaligeti tétel esetén volt, a legvékonyabb pedig bogyiszlói tételnél.

1. ábra Vadkörte tételek levéllemez hosszúságának és szélességének aránya (2022)

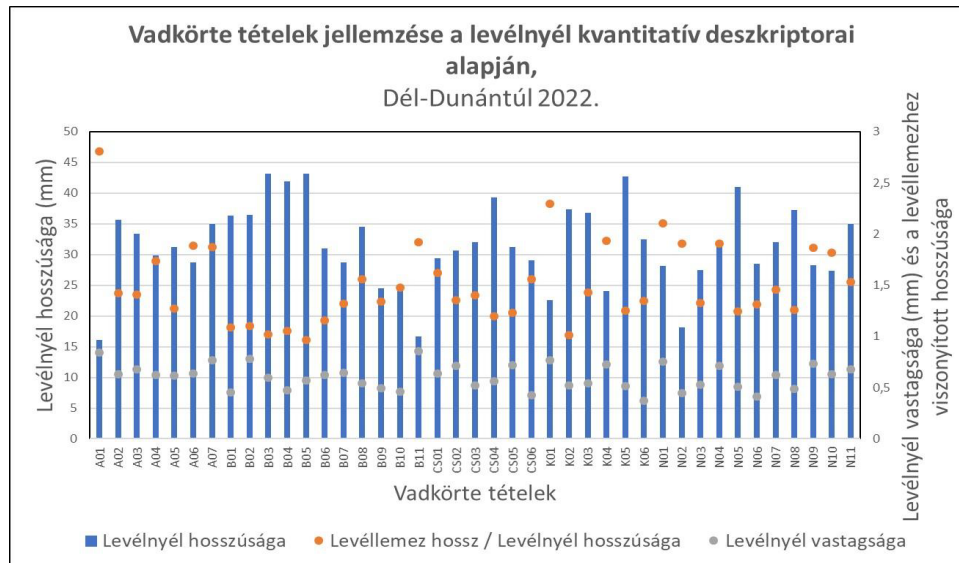


Jelmagyarázat, A: Abaliget, B: Bogyiszló, C: Csokonyavisonta, K: Kárász, N: Nagybjom. A számok az egyes faegyedek termőhelyi kódját jelölik

Az 1. diagrammon láthatók a gyűjtött vadkörte tételek levéllemezeinek hossz-szélesség arányai, településenként különböző színnel jelölve (1. ábra). A bogyiszlói tételek esetében látszik, hogy a B09, B10, B11 tételek kivételével, a levéllemez adatok hasonlóak. Megfigyelhető, a Csokonyavisontán gyűjtött tételeknél is, hogy a CS01 tétel kivételével a tételek mért adatai egymáshoz közel helyezkednek el. A kárászi tételek esetében a K01 és K03 tételek értékei hasonlóak, míg az abaligeti tételek értékei igen változók, A01 és A03 vadkörte egyedek mért levéllemez adatai hasonlóak. Ezek az értékek, hasonlóak a Terpó által Magyarországról leírt vadkörte értékeivel.

A gyűjtött vadkörte tételek levélnyel adatait áttekintve (2. ábra) jól látható, hogy a diverzitás igen jelentős. A levélnyel deskriptorai esetében mért értékek hasonló változatosságot mutatnak, mint a Terpó által közölt mérőszámok.

2. ábra Vadkörte tételek jellemzése a levélnyel kvantitatív deskriptorai alapján (2022)



Megfigyelhető volt, hogy az egyes helyszíneken folytatott gazdálkodás, illetve korábban folytatott hagyományos gazdálkodás haszonvételi módjai és az ott található vadkörte populáció termésének érési ideje és gyümölcsminősége összefüggést mutat. Az állattartással, vadgazdálkodással foglalkozó területeken jellemzően késői érésű kisebb gyümölcs méretű vadkörteegyedek voltak megtalálhatóak, hiszen ez az érés idő és gyümölcs minőség jól kiszolgálta vagy kiegészítette a késő őszi időszakban a takarmányozási igényt. Az emberi lakóhely közelében található vadkörteállomány jellemzően korábbi érésű gyümölcs mérete nagyobb, kevésbé kövecses és ízletesebb. Ezáltal különféle feldolgozási célokra, mint aszalvány készítés, must készítés is alkalmasak voltak.

A felvételezett vadkörte tételek kvantitatív deskriptorairól elmondható, hogy jelentős diverzitás mutatkozik a termőhelyek között, valamint a termőhelyeken belül is.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a Tématerületi Kiválóság Program (TKP 2021-NKTA-03) támogatásával készült, valamint a Horizon Europe program, "Promoting a Plant Genetic Resource Community for Europe (PRO-GRACE)" projekt támogatásával (projekt szám 101094738).

Irodalom

- Gunda, B. (1949): A magyar gyűjtőgető és zsákmányoló gazdálkodás kutatása. In: *A magyar népkutatás kézikönyve* 2. Különlenyomat. 22 p.
- Lateur, M., Szalatnay, D., Höfer, M., Bergamaschi, M., Guyader, A., Hjalmarsson, I., Militaru, M., Miranda Jimenez, C., Osterc, G., Rondia, A., Sotiropoulos, T., Zeljkovič, M. K., Ordidge, M. (2022): ECPGR Characterization and Evaluation Descriptors for Pear Genetic Resources. *European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources*, Rome, Italy. p.48.
- Terpó, A. (1960): Magyarország vadkörtéi (Pyrus Hungariae). *Kertészeti és Szőlészeti Főiskola Évkönyve*, **22** (2): 1-258 p
- Terpó, A. (1953): Jelentés a magyarországi vadontermő körték származása, elterjedése, rendszerezése és kiválogatása termesztési célokra c. téma alapján 1953-ban végzett munkáról. *Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem*, Budapest. p.33. SBN: 40.00
- Terpó, A. (1956): A Pyrus genus félkultúr alakjainak természetes előfordulásai. Über das vorkommen der Halbkultur- und Kulturformen der Gattung Pyrus. *Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem*, Budapest. p.30. (dolgozat) A Kertészeti és Szőlészeti Főiskola Növénytani Tanszékén készült dolgozat. Forrásdokumentuma: *A Kertészeti és Szőlészeti Főiskola Évkönyve*. 20.évf.(1956) Tom.: 4. Fasc. 1.3-30.p
- Terpó, A. (1957): A Pyrus genus félkultúr és kultúr alakjainak természetes előfordulásai. *Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem*, Budapest. p.30.
- Terpó, A. (1963): A vadontermő gyümölcsfajok taxonómiai és növényföldrajzi kutatása Magyarországon. In: A

- Kertészeti és Szőlészeti Főiskola Közleményei. 27.évf. (1963) Tom.: 11. Fasc.: 1. 243-271. p *Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem*, Budapest. p.28.
- Terpó, A. (1989): A kultúrnövények eredete, elterjedése, fajkeletkezési központjaik. 5. [köt.] *Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem*, Budapest. p.21. ISBN: 10.00
- Terpó, A., Egyedné Bálint, K. (1983): A növényfajok elterjedése, az emberi hatások befolyása a termőhelyekre. Fejezetek a növényföldrajzból. In: *Kertészeti Egyetem jegyzetei Sorozat. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem*, Budapest. p. 95 ISBN: 5.00
- Thibault, B., Watkins R., Smith, R. A. (1983): Pear descriptors. *International Board for Plant Genetic Resources*, Rome. ISBN 92-9043-105-9. p.39

A LENCSE (*Lens culinaris* L.) TELJES GENOMJÁNAK ÖSSZESZERELÉSE HPC (SZUPERSZÁMÍTÁSTECHNIKAI) KÖRNYEZETBEN

Hidvégi Norbert¹, Gulyás Andrea¹

¹Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Agrár Genomikai és Biotechnológiai Központ, Nyíregyháza, Magyarország

A lencse (*Lens culinaris* L.) régi kultúrnövényünk, melyet elsősorban magjáért termesztünk. Hazánkban kitűnő étkezési értéke okán az egyik legkeresettebb élelmiszernövény a termesztendő hüvelyesek közül. Továbbá kiváló takarmánynövény is, ennek köszönhetően a teljes növény hasznosítható. Termesztésének jelentőségét növeli, hogy könnyedén beilleszthető a környezetkímélő, fenntartható gazdálkodásba.

A lencse molekuláris növénynevelés lehetőségeinek feltárására megszekvenáltuk a diploid ($2n=14$) 4 Gbp méretű genomot. Kísérletünkhöz 'Morton' télálló lencsefajtát választottuk szekvenálási alapnak.

A kutatás során hibrid szekvenálási eljárást választottunk a teljes genom megismeréséhez, mely során 30x-os lefedettségű PacBio hosszú read-eket, 150x-es lefedettségű Illumina PE (Illumina HiSeq X Ten) 150 bp read-ek, 60x-os lefedettségű 10x Genomics kapcsolt read-eket és 150x-es lefedettségű BGI PE 150 bp read-eket szekvenáltunk.

A hibrid szekvenálási stratégiának köszönhetően két különböző bioinformatikai algoritmus és pipeline rendszert dolgoztunk ki HPC (szuperszámítástechnika) környezetben. Az első rendszerben a PacBio hosszú read-eket illesztettük kontigokká (nagyobb szekvenciákká), majd a kontigok közötti rések kitöltésére és a szekvenálás megbízhatóságának növelésére az Illumina, BGI és 10x Genomics rövid read-ekkel scaffold-okat hoztunk létre. A másik rendszerben az Illumina, BGI és 10x Genomics rövid read-eket illesztettük kontigokká, majd a PacBio hosszú read-ekkel alakítottuk ki a scaffold-okat.

A gének meghatározásához 14 fenofázisból származó növényi mRNS-t szekvenáltunk (mRNS-szekvenálás) meg Illumina PE 150 bp read-ekkel. A gének meghatározásához a lencse teljes genomjának szekvenálásából származó scaffoldokat és azokra illesztett mRNS-szekvenálás read-jeit használtuk. Az elemzések során 118.197 darab gént azonosítottunk.

A fenti eredmények lehetővé teszik, hogy a jövőben pontosabb képet kaphassunk a lencse növény molekuláris genetikai szabályozásáról.

A kutatás a TKP2021-EGA-20 (Biotechnológia) számú projekt részeként, a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap támogatásával valósult meg. A HPC környezet használatához adott hozzáférést a Kormányzati Informatikai Fejlesztési Ügynökség biztosította.

ASSESSMENT OF GENETIC DIVERSITY OF EUROPEAN PLUM CULTIVARS USING TRANSPOSON-BASED MARKERS

Beti Ivanovska, Thanyarat Onlamun, Júlia Halász, Hegedűs Attila

Group of Horticultural Plant Genetics, Department of Plant Biotechnology, Institute of Genetics and Biotechnology, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Budapest, Hungary

The activity of the mobile elements results in the rearrangements of plant genomes. A recently discovered non-autonomous *Mutator* miniature inverted-repeat transposable element (MITE), named *Falling Stones (FaSt)*, has been identified in apricot *Prunus armeniaca*. It is inserted into the ORF of an *S-haplotype-specific F-box* gene, therefore a truncated protein is produced, which results in self-compatibility. *FaSts* are present in high copy number and preferentially are inserted near gene-coding AT-rich euchromatin regions or in their approximate vicinity (introns, untranslated regions, or promoters). Several molecular marker systems have employed the use of DNA transposable elements, such as MITE-Display (MD), Inter-MITE polymorphism (IMP) and MITE insertional polymorphism (MIP) used in plant molecular breeding. A novel marker-assisted selection was designed for the identification of coding regions of genes, named Start Codon Targeted (SCoT) Polymorphism.

In the current study, 13 European plum cultivars (*Prunus domestica*) have been used including two of Hungarian ('Besztercei Bt.2' and 'Nemtudom P3') origin. A region outside the terminal inverted repeats of the *FaSt* element was used for primer design. In combination with several SCoT primers, we could amplify a variable number of fragments. Some combinations failed or resulted in a monomorphic pattern, while others amplified so many faint bands, but most of them produced 2-15 clear and intense fragments per sample. Since many *FaSt* copies are positioned next to genes it might be used to discover intra-specific polymorphisms within or close to the coding part of the genome. Polymorphism across related cultivars could be detected and easily visualized with agarose gel electrophoresis. The combination of the markers produced relatively small-sized fragments so that the differing fragments could be easily cloned and sequenced. The *in silico* analyses of sequences confirmed that *FaSt* primers could anneal to regions containing only a part and degenerated fragment of the original 349-bp *FaSt*. Since such fragments are present in all *Prunus* genomes in many more copies than the 349-bp *FaSt* element, it further increases the resolution power of this marker system. However, experiments are still required to check its repeatability, this cost-effective marker can become an efficiently applied molecular assay in *Prunus* breeding programs.

This work was supported by the NKFI K_128874 project and the Eötvös Lóránd Research Network.

A MAGAS HŐMÉRSÉKLET, A VÍZMEGVONÁS ÉS KOMBINÁCIÓJUK HATÁSA AZ ŐSZI BÚZA SZEMFEJLŐDÉSÉRE

Jäger Katalin¹, Babinyec-Czifra Dorina^{1,2}, Krárné Péntek Barbara¹, Emmanuel Asante Jampoh³, Barnabás Beáta¹

¹Biológiai Erőforrások Osztálya, Növényi Sejt- és Szaporodásbiológia Csoport, ATK Martonvásár

²ELTE, Biológia Doktori Iskola, Kísérletes Növénybiológia Program, Budapest

³MATE, Kertészettudományi Doktori Iskola, Gödöllő

A gabonafélék fejlődésének ivaros szakaszában fellépő extrém magas hőmérséklet, a vízhiány és a két stresszor kombinációja a szemtermés jelentős mennyiségbeli csökkenését és minőségbeli romlását okozhatja.

A Cappelle Desprez (CD) és Plainsman V (PV) őszi búza növényeket kontrollált környezeti feltételek mellett nevelték, majd a virágzást követő 5-9. napon a növényanyagot négy csoportra bontva a következő kezeléseket alkalmazták: optimálist 10 °C-kal meghaladó magas hőmérséklet (H); szárazság stresszt okozó teljes vízmegvonás (SZ); a két környezeti stresszor kombinációja (HSZ); optimális környezeti feltételek (kontroll). Vizsgálták a kezelések termésalakokra, fenológiára és biokémiai folyamatokra gyakorolt hatását. Megállapították, hogy a SZ és HSZ a CD fajtánál jelentős víztartalom-csökkenést okozott. A H és SZ következtében nem változott a PV zászlóslevelek nedvességtartalma, ezzel szemben a HSZ kismértékben csökkentette azt. A H nem volt hatással a vizsgált búzafajták termésprodukcójára. Míg a SZ a PV búzafajta termésmennyiségére nem volt szignifikáns hatással, addig a CD fajtánál 38%-os kiesést okozott. Ezzel szemben a HSZ hatására mindkét fajta termésmennyisége jelentősen csökkent. A termésadatok alapján megállapították, hogy a CD fajta a SZ és HSZ stresszre érzékeny, míg a PV a SZ és HSZ stresszel szemben toleráns. SZ hatására nem változott a szemtermések kezelés végén mért száraz tömege, tehát nem gyorsult fel a növekedés üteme. Ezzel ellentétben a H és HSZ hatására nagyobb méretű szemtermések alakultak ki a kezelés végére. A felgyorsult szemfejlődés a H végét követően mérséklődött, majd a kezelt termések teljes érésbeli ezerszem-tömege nem tért el a kontrolltól a 3 nappal lerövidült termésérés szakasz ellenére sem. Ezzel szemben a HSZ hatására a szemtelítődés a CD és PV fajták esetén 24, illetve 18 nappal lerövidült és a CD ezerszem-tömege szignifikánsan elmaradt a kontrolltól. Míg a CD fajta klorofill a, klorofill b és karotenoid tartalma H hatására nem változott, addig a PV genotípusa szignifikánsan lecsökkent. A SZ és HSZ hatására mindkét fajta fotoszintetikus pigment tartalma jelentősen redukálódott. A klorofill a/b arány kizárólag a szárazságstressz hatására nőtt meg, ami jelzi a klorofill b – és a II fotokémiai rendszer antenna komplexének vízhiánnyal szembeni érzékenységét. A CD fajta G-POD aktivitása a H hatására megnőtt, a többi vizsgált enzim aktivitása nem változott. SZ és HSZ hatására a CAT az APX és a GST aktivitása jelentősen csökkent. A membránlipidek oxidációja mindkét vizsgált fajta esetén megnőtt a H és HSZ kezelése hatására. Bár a H nem volt hatással a prolin felhalmozására, a SZ és HSZ mindkét fajtánál kiugró prolin emelkedést indukált. A CD növények glicin-betain tartalma a SZ és HSZ hatására lecsökkent, a PV esetén a H hatására megemelkedett. A H és SZ hatására a CD fajta leveleinek keményítő tartalma szignifikánsan alacsonyabb volt. A CD növények a SZ hatására, a PV genotípus zászlóslevelei a H és SZ következtében állítottak elő több szénhidrátot.

A kutatómunkát az SZ-3/2022 számú pályázat támogatta.

UNRAVELING THE CINNAMYL ALCOHOL GLYCOSIDE BIOSYNTHESIS PATHWAY IN THREE *RHODIOLA* SPECIES THROUGH IN SILICO RNA-SEQ ANALYSIS

Aaqib Javid¹, Zsuzsanna György¹

¹Group of Horticultural Plant Genetics, Department of Plant Biotechnology, Institute of Genetics and Biotechnology, Hungarian University of Agriculture and Life Science, Budapest, Hungary

The emergence of next-generation sequencing technologies has significantly transformed the field of genomics and transcriptomics by enabling the acquisition of extensive sequence data for non-model organisms. This data has proven to be beneficial in determining the fundamental biological, molecular, and cellular mechanisms of different species. The present investigation focuses on cinnamyl alcohol glycosides biosynthesis that exist in varying quantities across three species of *Rhodiola* genus: *R. rosea*, *R. crenulata*, *R. algida* by analysing Public RNA-seq data. Through a comparison of RNA-seq data, crucial information regarding the pathway implicated in their biosynthesis was inferred. This knowledge is critical for potential biotechnological or commercial uses. To ensure the quality of RNA-seq data, various measures were taken, including the use of FastQC for quality control, Trimmomatic for trimming reads, and SortmeRNA for eliminating ribosomal RNA. The quality of assemblies was evaluated using BUSCO and Assembly-stats. In summary, this study provides important insights into the biosynthesis of cinnamyl alcohol glycosides and the molecular mechanisms involved in their production.

Key words: *Rhodiola rosea*, *R. crenulata*, *R. algida*, Cinnamyl alcohol glycosides, Transcriptome assembly, Gene expression.

Introduction

Rhodiola is a genus of perennial plants that belongs to the family Crassulaceae, distributed throughout the Arctic regions of northern hemisphere. *Rhodiola rosea*, *R. algida*, and *R. crenulata* are some of the most well-known species that have been used in traditional medicine for centuries due to their adaptogenic, anti-fatigue, and anti-stress properties (Brown et al., 2002). Recent research has focused on understanding the metabolic profiles of these plants to identify their active compounds and potential health benefits. *R. rosea*, in particular, has gathered significant attention in recent years due to its ability to alleviate stress and improve cognitive function (Darbinyan et al., 2000). Recent findings have led to the investigation of *R. rosea* as a potential treatment for neurological disorders, such as depression, anxiety (Angehelecu et al., 2018), and Alzheimer's disease (Nabavi et al., 2016). While *R. rosea*, *R. algida*, and *R. crenulata* share some similar bioactive compounds, they also contain unique metabolites that may contribute to their specific health benefits. *R. rosea* contains various active compounds, including salidroside and rosavins, which are thought to be responsible for its pharmacological effects (Brown et al., 2002).

Rhodiola species produce rosavins in their roots and rhizomes. This biosynthesis process starts with the conversion of L-phenylalanine to cinnamic acid by the enzyme phenylalanine ammonia lyase (PAL), which is part of the phenylpropanoid metabolism. Hydroxycinnamate: CoA ligase (4CL) then produces cinnamyl-CoA ester from cinnamic acid, which is further converted to cinnamaldehyde by cinnamyl-CoA reductase (CCR). Cinnamyl alcohol dehydrogenase (CAD) then reduces cinnamaldehyde to cinnamyl alcohol. Although the enzymes involved in the formation of cinnamyl alcohol glycosides are not yet known, the process of rosin biosynthesis involves adding a glucose unit to cinnamyl alcohol to form the simplest cinnamyl alcohol glycoside. Rosavin and rosarin are produced by the addition of an arabinopyranose or an arabinofuranose unit to rosin, respectively (György et al., 2005).

Recent advancements in RNA sequencing (RNA-seq) technology have revolutionized transcriptomic studies, enabling the comprehensive analysis of the complete set of RNA molecules produced by a cell or tissue at a given time (Wang et al., 2009). RNA-seq technology has been used to study the transcriptome of *R. rosea* and has identified several differentially expressed genes that are involved in various biological processes.

To understand the biosynthesis of rosavins in *Rhodiola* species, a preliminary study analyzed the expression difference of genes that are supposedly are involved in the pathway, using publicly available RNA-seq data from three *Rhodiola* species, *R. rosea*, *R. crenulata* and *R. algida*, respectively. However, further studies are necessary to validate the functional roles of these genes and to elucidate the biosynthetic mechanisms through which *Rhodiola* produces these important secondary metabolites.

Materials and Methods

The NCBI SRA database was searched for RNA-sequencing data related to *Rhodiola rosea* (Roots and Crown), *Rhodiola crenulata* (Leaf), *Rhodiola algida*G1 (Roots). We evaluated four RNA – seq datasets with SRA Accessions: *R. rosea* root (SRX3096492), *R. rosea* crown (SRX3096493), *R. crenulata* leaf (SRX5884822), *R. algida* G1 root (SRX2279545). Raw sequencing data related to selected samples were downloaded from Sequence Read Archive (SRA) using fastq-dump of sratoolkit v2.9.6 (<http://ncbi.github.io/sra-tools/>). Any ribosomal RNA (rRNA) was removed using SortMeRNA (Kopylova, 2012). Raw reads were subjected to quality control analysis using FastQC (<https://www.bioinformatics.babraham.ac.uk/projects/fastqc/>), followed by trimming to remove adapter sequences and low-quality regions using Trimmomatic (Bolger et al., 2014). Trimmed reads were again subjected to quality control analysis using FastQC. The trimmed reads were assembled using Trinity with no normalization (Grabherr et al., 2011, Haas et al., 2013).

Sequence data analysis and assembly

The quality of RNA-seq data was checked using FastQC to remove any low-quality bases and adapter sequences, SortMeRNA was used to remove ribosomal rRNA, base quality below 20 and minimum length of 25 bp was trimmed using Trimmomatic. The quality trimmed reads were *de novo* assembled using Trinity software package with option of no normalize reads. Quality of assemblies was assessed by BUSCO (Benchmarking Universal Single-Copy Orthologs) using viridiplantae_odb10 in OrthoDB database having 430 BUSCO's and N50 statistics was calculated using Assembly-stats perl script.. As a non-model plant species, *De novo* assembly of transcriptomes was done using the Trinity (version 2.14.0) with an optimized k-mer length of 25 bp. The contigs were clustered and further assembled according to paired-end information. The longest transcripts in the cluster units were defined as unigenes. CDHIT was used to remove partial redundancy. Transdecoder was used to predict coding regions (<https://github.com/TransDecoder/TransDecoder>). The assembled transcriptomes were combined into one super-assembly (named Merged Assembly) using EvidentialGene pipeline (Gilbert, 2017). Quality of assemblies were evaluated using BUSCO against viridiaeplanta_db10 data and N50 statistics using Assembly-stats for both individually and the merged Assembly. Analysis of differential expression was performed using RSEM according to a standard protocol for single replication data. All differential gene expression analysis was done in comparison *R. algida* G1 root (SRX2279545). Genes with FDR-value <0.01 and absolute fold change > 0.5 were considered as significantly differentially expressed. Common up-regulated and down-regulated genes from SRX3096492, SRX5884822, SRX5884822 were visualized using the InteractiVenn online tool (Heberle et al., 2015). Gene ontology enrichment analyses of the common differentially expressed Genes (DEGs) were accomplished by use of the gProfiler (Reimand et al., 2007).

Sequence annotation

The assembled sequences were blasted against the public protein databases, such as the NCBI Nr (National Center for Biotechnology Information (NCBI) nonredundant protein (Nr) database), Swissprot, Phytozome, Uniref90 with an E-value of $\leq 10^{-15}$. Functional annotation of nucleotide sequences was performed using Egglog (version 2.1.9) with Taxonomic scope restricted to embryophyta. Egglog uses a combination of homology-based and functional domain-based approaches to assign putative functional annotations to nucleotide sequences. KEGG and Gene ontologies (GO) were assigned to each unigene using Egglog (Carlos et al., 2021).

Results and Discussion

The emergence of next generation sequencing has opened up new possibilities for producing large amounts of sequence data, both in terms of genomic and transcriptomic information. This data has proven to be valuable in deducing fundamental biological, molecular, and cellular mechanisms for non-model organisms. Since, cinnamyl alcohol glycosides are found in all three species at varying levels, we can deduce the information about the pathway involved by comparing the RNA-seq data, whose identification is utterly important for any biotechnological or commercial purposes.

De novo assembly and Quality Assessment

BUSCO results suggest the good quality assemblies with scores of 96.5 % for *R. rosea* root data, 97.9 % for *R. rosea* crown data, 94.6% for *R. crenulata* leaf data of single and duplicate copy buscos. For *R. algida* G1 root data the quality of assembly was lower than other assemblies with most fragmented BUSCOs as shown in Table 1. Finally, all the four assemblies were merged to one single assembly using the EvidentialGene pipeline to create one complete super assembly, having BUSCO's score of 99.3% with minimum number of missing BUSCO's.

The N50 values for transcripts and unigenes in all assemblies were ranging from 1130 bp to 1921 bp, respectively. The lengths of the transcripts and unigenes ranged between 180 to 17730 bp. The average lengths of transcripts and unigenes were 749 and 1238 bp. The GC contents of assemblies range between 47% and 48%, respectively as shown in Table 2. From the quality assessment it can be inferred that the quality was quite constant among the two tools used. The individual assemblies were merged to one assembly using EvidentialGene pipeline and any duplications were removed using CDhit, this merged assembly was used for further analysis.

1. table. BUSCO assessment of assemblies using viridiplantae database where C= complete busco, S= complete and single copy, D= complete and duplicated, F= fragmented, M= missing and n= total no. of BUSCOs searched.

Accessions	BUSCO SCORE(S+D)	Fragmented BUSCO(F)	Missing BUSCO(M)	BUSCO's Searched (n)
<i>R. rosea</i> root	C: 96.5 %	F: 2.8	M: 0.7	n: 430
<i>R.rosea</i> crown	C: 97.9 %	F: 1.4	M: 0.7	n: 430
<i>R. crenulata</i> leaf	C: 94.6 %	F: 4.4	M: 1.0	n: 430
<i>R. algida</i> G1 root	C: 68.1 %	F: 22.3	M: 9.6	n: 430
Merged Assembly	C: 99.3 %	F: 0.5	M: 0.2	n: 430

Functional Annotation and Mapping

Most seed ortholog hits using EggNog were from *Populus trichocarpa* followed by *Glycine max*, *Malus domestica*, *Manihot esculenta*, *Prunus persica*, *Ricinus communis*, *Phaseolus vulgaris*, *Fragaria vesca* and *Cucumis sativus*. Transdecoder (Version 5.5.0) was used to predict the coding regions (ORFs) of the transcripts. The predicted ORFs were BLASTed (BLASTp) against uniprot, NCBI Nr, Phytozome and Unire90 databases. The total of 142994 genes were annotated in the merged assembly. Most BLAST top hits were from *Cicer arietinum* (26192;18.32 %), *Aegilops tauschii* (24713; 17.28%), *Amborella trichopoda* (15949; 11.15%), *Arabidopsis lyrata* (9823; 6.86%). The other plant or tree species showing significant hits were *Fragaria vesca*, *Arabidopsis thaliana*, *Beta vulgaris*, *Cucumis sativus*, *Glycine max*, *Nicotiana glauca* and *Arabis alpina*.

2. table. Quality assessment of assemblies resulted from Assembly-stats.

Accessions	No. of Contig's	Total length (bp)	Average length (bp)	Min. contig length (bp)	Max. contig length (bp)	N50 (bp)	N90 (bp)	GC% content
<i>R. rosea</i> root (SRX3096492)	83938	103899265	1237.81	184	14160	1921	580	46.9%
<i>R.rosea</i> crown (SRX5884822)	68851	80959007	1175.86	198	13692	1818	541	48%
<i>R. crenulata</i> leaf (SRX5884822)	95044	90723160	954.54	180	17730	1532	397	47.7%
<i>R. algida</i> G1 root (SRX2279545)	118120	88480129	749.07	180	8681	1130	312	47.9%
Merged Assembly	172807	165005208	954.85	270	13911	1257	450	47%

Gene ontology and KEGG analysis were taken from EggNog-emapper results and were classified using gprofiler into biological process, molecular function, and cellular components and were visualised using Revigo software as showing in Figure 1. Biological processes, which were significantly enriched were of Metabolic pathways with p value ≤ 0.05 .

Differential gene expression

The merged annotated assembly was used for mapping and analyzing differential gene expression using RSEM package's perl scripts (version 1.3.3) with *R. algida* set as control. Genes with a foldchange greater than or less than -0.5 and +0.5, and FDR <0.01 were considered significantly differentially expressed. Differentially expressed genes were further analysed in R statistical program.

Significant similarity between datasets was observed where 86% of annotated genes were identical as shown in Figure 2(c). The predicted cinnamyl alcohol glycoside pathway genes (*Phenylalanine ammonium lyase (PAL)*, *4-coumarate co A ligase (4CL)*, *Cinnamoyl co A reductase (CCR)*, *Cinnamaldehyde dehydrogenase (CAD)*, *UDP-glycosyl transferase (UDP-gt)*, *Arabinosyl transferase* etc) were differently expressed showing higher expression in *R. rosea* root dataset than *R. crenulata* and *R. rosea* crown datasets in comparison to *R. algida*. However, there were some genes (*PAL*, *UDP-gt*) of the pathway which are mostly expressed in upper ground part of the plants especially in leaves, our gene expression data can be seen coinciding as shown in Figure 2(b).

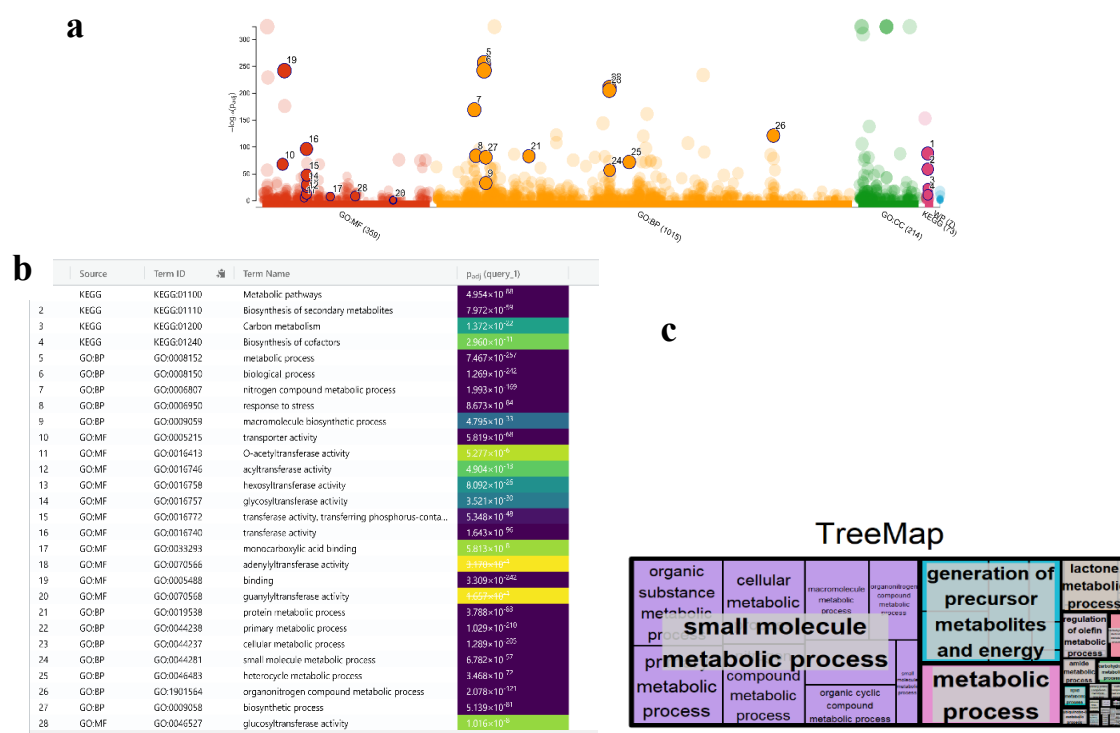
Conclusion

In conclusion, the expression of genes predicted to be involved in rosavin biosynthesis have been found higher in *Rhodiola rosea* roots and leaves in comparison to *R. crenulata* or *R. algida*, which correlates with higher content of rosavins found in *R. rosea*. Further steps need to be taken to draw any final conclusion. However, this study should provide an important aspect in identification of genes involved in the pathway.

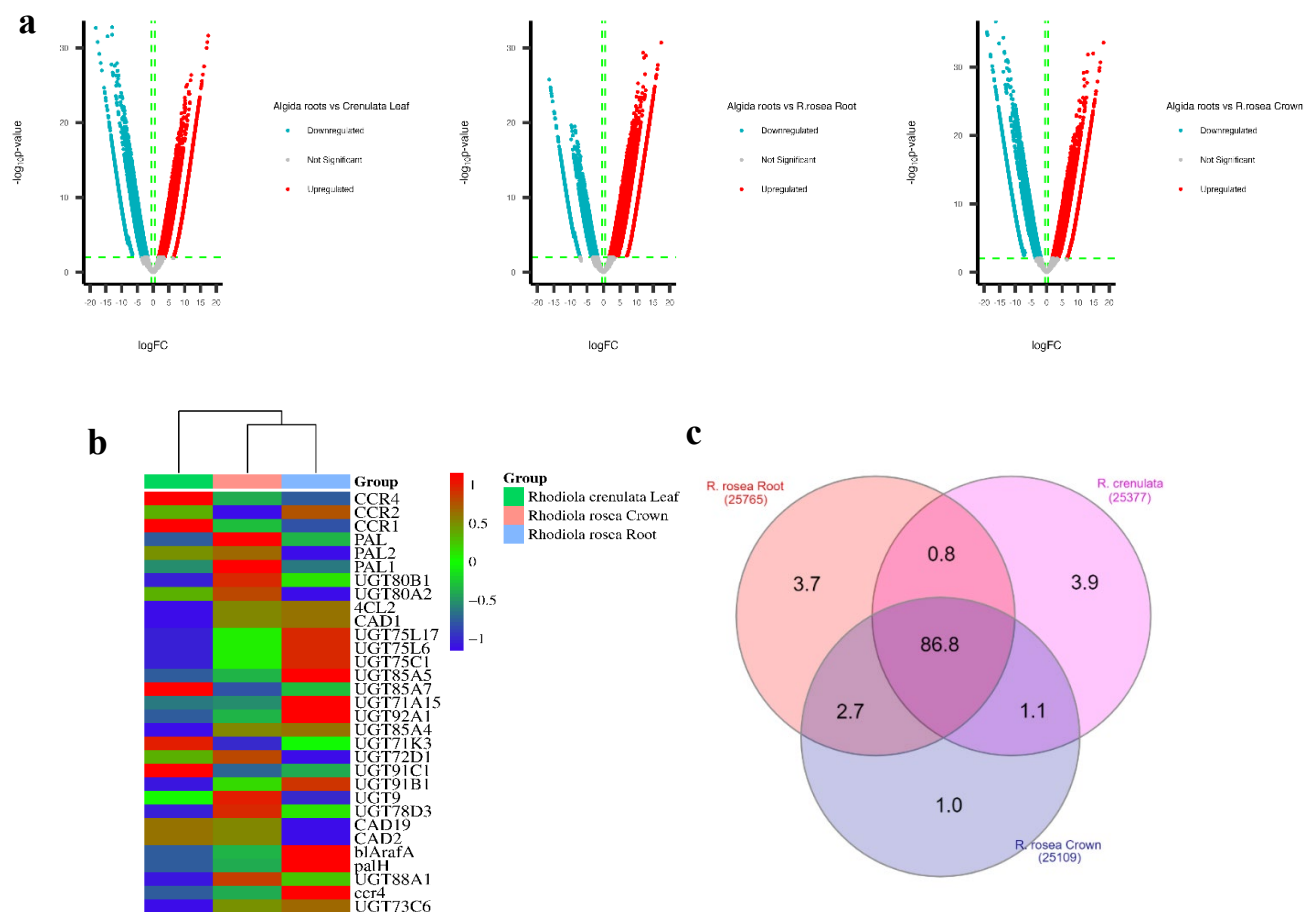
Acknowledgment

This study was financed by the National Research, Development, and Innovation Office of Hungary (FK128793)

1. Figure. GO and KEGG Pathway analysis. (a) classification of GO terms in MF (molecular functions), BP (Biological processes), CC (Cellular components), (b) names of the pathways or processes numerically marked in fig 1(a) along with the p. adjusted values. (c) Tree where the size of each box (log_size) represents the no of GO's involved and the color represents uniqueness.



2. figure (a) Volcano plot showing the expression of genes which were considered up-regulated, down-regulated or no change. Red represents up-regulated, green as down-regulated and grey as no-change. (b) The heatmap represents the clustering of more similar datasets and the expression of genes across the datasets. (c) Venn diagram showing the percent of genes commonly expressed across datasets.



References

- Anghelescu, I., G., Edwards, D., Seifritz, E., Kasper, S. (2018): Stress management and the role of *Rhodiola rosea*: a review. *International Journal of Psychiatry in Clinical Practice*, **22**(4),242-252, DOI: 10.1080/13651501.2017.1417442.
- Bolger, A., M., Lohse, M., Usadel, B. (2014): Trimmomatic: A flexible trimmer for Illumina sequence data. *Bioinformatics*, **30**, 2114– 2120. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btu170>
- Brown, R., P.; Gerbarg, P., L.; Ramazanov, Z. (2002): *Rhodiola rosea*, a phytochemical overview. *HerbalGram*, **56**, 40–52.
- Cantalapiedra, C., P., Hernández-Plaza, A., Letunic, I., Bork, P., Huerta-Cepas, J. (2021): eggNOG-mapper v2: Functional Annotation, Orthology Assignments, and Domain Prediction at the Metagenomic Scale. *Molecular Biology and Evolution*, **38**(12),5825–5829. <https://doi.org/10.1093/molbev/msab293>.
- Darbinyan, V., Kteyan, A., Panossian, A., Gabrielian, E., Wikman, G., Wagner, H., (2000): *Rhodiola rosea* in stress induced fatigue - A double blind cross-over study of a standardized extract SHR-5 with a repeated low-dose regimen on the mental performance of healthy physicians during night duty, *Phytomedicine*, **7**(5),365-371. [https://doi.org/10.1016/S0944-7113\(00\)80055-0](https://doi.org/10.1016/S0944-7113(00)80055-0).
- Gilbert, D. (2017): Animal and Plant gene set reconstructions with EvidentialGene. http://arthropods.eugenics.org/EvidentialGene/about/evigene_plantsanimals_2017sum.html.
- Graherr, M., G., Haas, B., J., Yassour, M., Levin, J., Z., Thompson, D., A., Amit, I., Adiconis, X., Fan, L., Raychowdhury, R., Zeng, Q., Chen, Z., Mauceli, E., Hacohen, N., Gnirke, A., Rhind, N., di-Palma, F., Birren, B., W., Nusbaum, C., Lindblad-Toh, K., Friedman, N., Regev, A. (2011): Full-length transcriptome assembly

- from RNA-seq data without a reference genome. *Nature Biotechnology*, **15**,29(7),644-52. doi: 10.1038/nbt.1883. PubMed PMID: 21572440.
- György Z., Tolonen A., Neubauer P., Hohtola A. (2005): Enhanced biotransformation capacity of *Rhodiola rosea* callus cultures for glycoside production. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, **83**(2),129–135
- Haas, B., J., Papanicolaou, A., Yassour, M., Grabherr, M., Blood, P., D., Bowden, J., Couger, M., B., Eccles, D., Li, B., Lieber, M., Macmanes, M., D., Ott, M., Orvis, J., Pochet, N., Strozzi, F., Weeks, N., Westerman, R., William, T., Dewey, C., N., Henschel, R., Leduc, R., D., Friedman, N., Regev, A. (2013): De novo transcript sequence reconstruction from RNA-seq using the Trinity platform for reference generation and analysis. *Nature Protocols*, **8**(8),1494-512. PubMed PMID:23845962.
- Heberle, H., Meirelles, G., V., da-Silva, F., R., Telles, G., P., Minghim, R. (2015): InteractiVenn: a web-based tool for the analysis of sets through Venn diagrams. *BMC Bioinformatics*, **16**,169. <https://doi.org/10.1186/s12859-015-0611-3>.
- Jafari, M., Arabit, J., G., J., Courville, R., Kiani, D., Chaston, J., M., Jena, C., D., N., N., Liu, Z., Tata, P., Etten, R., A., V. (2022): The impact of *Rhodiola rosea* on biomarkers of diabetes, inflammation, and microbiota in a leptin receptor-knockout mouse model. *Scientific Reports*, **12**,10581. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-14241-7>.
- Javid, A., Gampe, N., Gelana, F., György, Z. (2021): Enhancing the Accumulation of Rosavins in *Rhodiola rosea* L. Plants Grown In Vitro by Precursor Feeding. *Agronomy*, **11**,2531. <https://doi.org/10.3390/agronomy111122531>.
- Kopylova, E., Noé, L., Touzet, H. (2012): SortMeRNA: Fast and accurate filtering of ribosomal RNAs in metatranscriptomic data. *Bioinformatics*, doi: 10.1093/bioinformatics/bts611.
- Nabavi, S., F., Braid, N., Orhan, I., E., Badiie, A., Daglia, M., and Nabavi, S., M. (2016): *Rhodiola rosea* L. and Alzheimer's Disease: From Farm to Pharmacy. *Phytotherapy Research*, **30**,532– 539. doi: 10.1002/ptr.5569.
- Panossian, A., Seo, E., J., Efferth, T. (2018): Novel molecular mechanisms for the adaptogenic effects of herbal extracts on isolated brain cells using systems biology. *Phytomedicine*, **15**(50),257-284. doi: 10.1016/j.phymed.2018.09.204. Epub Sep 20. PMID: 30466987.
- Reimand, J., Kull, M., Peterson, H., Hansen, J., Vilo J. (2007): g:Profiler - a web-based toolset for functional profiling of gene lists from large-scale experiments. *Nucleic Acids Research*, **35**. doi.org/10.1093/nar/gkm226.
- Wang, Z., Gerstein, M., Snyder, M. (2009): RNA-Seq: a revolutionary tool for transcriptomics. *Nature Reviews Genetics*, **10**(1),57-63. doi:10.1038/nrg2484. PMID: 19015660; PMCID: PMC2949280.

FUZÁRIUMOS FERTŐZÉS HATÁSÁRA BEKÖVETKEZETT POLIAMIN-KONCENTRÁCIÓVÁLTOZÁS A KUKORICA CSÍRANÖVÉNYEKBE

Kovács Anett Klaudia¹, Körösi Katalin¹, Spitkó Tamás², Pál Magda³, Szőke Csaba²

¹MATE Növényvédelmi Intézet, Integrált Növényvédelmi Tanszék, Gödöllő

²Agrártudományi Kutatóközpont, Kukoricanevelési Osztály, Martonvásár

³Agrártudományi Kutatóközpont, Növényélettani Osztály, Martonvásár

A különböző fuzárium fajok sok termesztett növényünk károsítója, és az általuk termelt mikotoxinok miatt humán és állategészségügyi szempontból is kiemelt jelentőségűek. Becslések szerint ezek a mikroszkopikus gombák a termesztett növényeink 80%-nál növénypatogén szervezetként okoznak megbetegedéseket, melyek között a kukorica is szerepel. A kukoricát károsító két legfontosabb kórokozó a *Fusarium graminearum* Schwabe [telemorf = *Gibberella zeae* (Schw.)] és a *Fusarium verticillioides* [telemorf = *Gibberella moniliformis* (Wineland)]. Korábbi kutatások szerint a minden élő sejtben megtalálható poliaminok döntő szerepet játszanak a különböző biotikus stresszre adott válaszokban. A poliaminok bioszintézise azonban nemcsak a növények, hanem a kórokozók számára is kiemelkedő jelentőségű a stressztűrés és a patogenitás elősegítésében.

Kísérletünkben a kukoricát károsító két *Fusarium* faj (*F. verticillioides* és a *F. graminearum*) izolátumai által kiváltott poliamin-tartalom változásokat vizsgáltuk különböző érzékenységgű kukorica genotípus csíranövényeiben. Ezen kívül megvizsgáltuk, hogy a fertőzés hatékonyságát és a poliamin-tartalom változását hogyan módosítják a desztilláltvízes, a szalicilsavas vagy putreszcines előkezelések.

Eredményeink megerősítették, hogy a poliamin-tartalom kezdeti- és stressz-indukált változásai nem állnak közvetlen kapcsolatban a toleranciával sem a kukorica rügyecskéiben, sem pedig a gyököcskéiben. Azonban a két kórokozó életmódjában vannak eltérések: a *F. verticillioides* legtöbb esetben endofita kórokozóként együtt él a kukoricával, míg a *F. graminearum* életciklusa során nekrotrof mikroorganizmusként viselkedik. Ennek következményeként a két fuzárium faj eltérő változásokat idézett elő a poliamin-koncentrációkban. A szalicilsavas és a putreszcines kezelések hatása a kórokozótól és a növény rezisztenciájától is függött: a *F. verticillioides* ellen mind a szalicilsavas, mind pedig a putreszcines vetőmagáztatás is pozitív eredményt hozott, míg a *F. graminearum* fertőzés esetén a vetőmag desztilláltvízzel történő áztatása önmagában is pozitívan befolyásolta a biomassa paramétereket a toleráns genotípusban. A putreszcin felhalmozódása a spermidin/spermin-tartalom csökkenésével párhuzamosan, és ezzel együtt utóbbiak csökkent katabolizmusa gátolhatja a *F. graminearum* nekrotrof kórokozót. Ugyanakkor a poliamin felhalmozódása és metabolizmusa a H₂O₂-tartalom növekedéséhez vezet, ami megakadályozza a *F. verticillioides* endofita kórokozó növényben való terjedését.

Eredményeink szerint a szalicilsav és a vizsgált poliaminok szerepe jelentős lehet a fuzáriumos fertőzésekkel szemben, azonban a poliaminokkal kapcsolatos rezisztencia és a poliamin-metabolizmus változásainak megértéséhez további információkra és vizsgálatokra van szükség.

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 LINE-1 RETROTRANSPOZON INSZERCIO HATÁSA A PAPRIKA ANTOCIÁN BIOSZINTÉZISÉRE

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

¹Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Genetika és Biotechnológia Intézet, Genetika és Genomika Tanszék, Gödöllő

²PepGen Kft., Budapest

A paprika fontos kertészeti növényünk. A mai kereskedelmi forgalomban kapható különböző fajták termésének színe nagyon változatos. Gazdasági érettségben általában a fehér vagy zöld árnyalatai dominálnak, ugyanakkor egyre népszerűbbek a gazdasági érettségben lila színű fajták, amik attól függően, hogy fehér, vagy zöld háttérű paprikáról van-e szó rózsaszínestől a sötétlilán át akár feketék is lehetnek. Ugyanakkor biológiai érettségben a piros, narancssárga, sárga, és barna színek jellemzőek. A lila színváltozat az antocián pigmentek felhalmozódásának eredményeként alakul ki. A paprika antocián bioszintézis szabályozásának egyik fő transzkripciós faktora a MYBa, amit a *CaMYBa* (*Ca10g11650*) gén kódol. A *Ca10g11650* gén antocián bioszintézisben betöltött szerepének vizsgálatára egy hasadó populációt hoztunk létre. A keresztezési partnerek közül az apaként használt 'Black Pearl' fajta egy extrém lila *C. annuum*, amely a *Ca10g11650* génjében egy LINE-1 retrotranszpozon inszerciót hordoz. Erről a retrotranszpozon inszercióról korábban már bebizonyították, hogy egy funkcionyeréses mutációt okoz, azaz felerősíti a *Ca10g11650* gén expresszióját. A *Ca10g11650* gén expresszióját a vegetatív szerveken túl a portok, porzósál és a bibe esetén is ki tudtuk mutatni. A *CaMYBa* gén mellett a *CaAN3* gén a termésspecifikus antocián felhalmozásért felel. Esetünkben szintén magas expressziót mértünk a gazdaságilag érett lila színű termésekben, ugyanakkor más szövetekben is kimutatható volt ennek a génnek a transzkripciója. Az F_2 populációban számolt fenotípusos eloszlás alapján megállapítottuk a *CaMYBa* gén részleges dominanciáját, továbbá, hogy a vizsgált populációban nem egy lókuszbefolyásolja az antociánosodást.

Kulcsszavak: antocián, paprika, részleges dominancia, retrotranszpozon, génexpresszió

EFFECT OF LINE-1 RETROTRANSPOSON INSERTION ON THE ANTHOCYANIN BIOSYNTHESIS OF PEPPER

ZS. KOVÁCS¹, G. CSILLÉRY², B. PÁPAI¹, A. K. TÓTH-LENCSE¹, J. BEDŐ¹, A. VERES¹, A. SZŐKE¹

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

²PepGen Ltd., Budapest

Pepper is an important horticultural crop. The commercially available different varieties vary greatly in terms of their colouration. In economical ripeness the dominating colours are mostly white and green, however, economically ripe purple varieties are gaining popularity and depending on whether the anthocyanins appear on a white or green background the colours can range from pale purple through purple sometimes even to black. In biological ripeness colours of the berries are mostly red, orange, yellow or brown. The purple varieties are due to the accumulation of anthocyanin pigments. One of the main transcription factors regulating anthocyanin biosynthesis in pepper is MYBa, encoded by the *CaMYBa* (*Ca10g11650*) gene. To further investigate the role of the *Ca10g11650* gene in anthocyanin biosynthesis, a segregating population was established. The paternal cultivar 'Black Pearl' is an extreme purple *C. annuum* pepper carrying a LINE-1 retrotransposon insertion in its *Ca10g11650* gene. This retrotransposon insertion was proven to cause a gain-of-function mutation, i.e. it amplifies the expression of the *Ca10g11650* gene. We were able to detect the expression of the *Ca10g11650* in the stamen, filament and style as well, in addition to vegetative organs. Along with the *CaMYBa* gene, the *CaAN3* gene is responsible for fruit specific anthocyanin accumulation. In our case, we also measured high expression in the economically ripe purple-coloured fruits, but the transcription of this gene was also detectable in other tissues. Based on the phenotypic distribution calculated in the F_2 population, an incomplete dominance of the *CaMYBa* gene can be concluded, and that anthocyanin accumulation in the studied population is not influenced by a single locus.

Key words: anthocyanin, pepper, incomplete dominance, retrotransposon, gene expression

Bevezetés

A paprika piaci értékét többek között a bogyószín is befolyásolja, így a termékek antociánosodása egy részletesen vizsgált terület. Paprikában eddig két az antociánok bioszintézisét szabályozó transzkripciós faktort írtak le; a *CaAN3*, amely termésspecifikusan fejt ki hatását, illetve a *CaMYBa*, amely a növény vegetatív és generatív szerveiben is egyaránt befolyásolja az antociánok termelődését (Borovsky et al., 2004; Byun et al., 2022). Borovsky és munkatársai egy liluló és egy nem liluló fajtából izolált *CaMYBa* szekvenciaszintű összehasonlításakor nem találtak különbséget az eltérő mértékben antociánosodó növények közt, így feltételezték, hogy az eltérő expressziós mintázat a promóterben található különbségekből adódik (Borovsky et al., 2004). A 'KC00134' és 'Chilbok No.2' összehasonlító elemzésekor Jung és munkatársai egy non-LTR retrotranszpozon inszerciót írtak le a liluló 'KC00134' növény *CaMYBa* génjének start jeltől számított 673bp pozíciójában. Deléciós vonalakon keresztül bizonyították, hogy a retrotranszpozon *RTase* génjének 3'UTR régiója növelte a *CaMYBa* expresszióját a rajta található cisz-szabályozó elemek inszerciója által. A *CaMYBa* promóter szakaszán lévő kötőhelyek miatt feltételezték, hogy a *CaMYBa* képes az autoregulációra, illetve más transzkripciós faktorok bekötődése szintén módosíthatja az expresszióját (Jung et al., 2019). Ezzel szemben Ohno és munkatársai a LINE-1 non-LTR retrotranszpozon inszerciót a *CaMYBa* első intronjában írják le. Kísérletükben viszont szintén arra a következtetésre jutnak, hogy a retrotranszpozon inszerció vezet a megnövekedett antocián tartalomhoz (Ohno et al., 2020). A fent említett kísérletek ugyanakkor nem vizsgálták, hogy a retrotranszpozon inszerció által felerősített *CaMYBa* expresszió pontosan mely szervekben fejt ki a hatását. Ahhoz, hogy a *CaMYBa* gén szerepét az antocián bioszintézisben vizsgálni tudjuk egy hasadó populációt hoztunk létre. A keresztezési partnerek közül az apaként használt 'Black Pearl' fajta egy extrém lila *C. annuum*, amely a *CaMYBa* génjében egy LINE-1 retrotranszpozon inszerciót hordoz. A kísérlet célja az volt, hogy a retrotranszpozon inszerció miatt okozott extrém antocián felhalmozódás segítségével megvizsgáljuk, hogy a *CaMYBa* mely szervekben expresszálódik, illetve ezzel párhuzamosan vizsgáljuk az extrém antociánosodást kiváltó LINE-1 retrotranszpozon öröklésmenetét.

Anyag és módszer

Előkísérleteinkben különböző extrém mértékben liluló paprikákat genotipizáltunk a retrotranszpozon inszerció kimutatására. A vizsgált növények közül ezt a *C. annuum* 'Zulu', 'Cancun', 'Royal Black', 'Aztec' és 'Black Pearl' fajták esetén tudtuk kimutatni. Ezek közül az anyanövényként használt nem liluló, hegyes, zöldből pirosra érő, fél determinált, csokros fajta keresztezésére a 'Black Pearl'-t választottuk ki apai partnernek, mivel csokros megjelenése miatt gazdaságilag hasznosabb, illetve a gömb bogyó alak és az antociánosodás közt már többen írtak le összefüggést (Chaim et al., 2003; Peterson, 1959).

Az F_1 növények, valamint azok önbeporzásával kapott 196 darab F_2 paprika fenotípusos adatait 2 hetente történt felvételezéssel határoztuk meg. Az adatok rögzítését a vegetatív szervek közül a nádusz, szár, lomblevél, levélér, levélnyél, a generatív részek közül pedig, a csészelevél, szíromlevél, portok, bibe, és termés szín tekintetében egy négy fokú skálán végeztük egy 10 hetes periódus alatt. A növényeket üvegházban neveltük, Potgrund H palántaföldben 15*15 cm-es cserepekben. Ahhoz, hogy a fenotípusos adatok összevethetőek legyenek a genotípussal, 103, véletlenszerűen kiválasztott növényt genotipizáltunk. A DNS kivonás azonos levélemeletről származó mintákból E.Z.N.A.® HP Plant DNA Mini Kit protokoll szerint izoláltuk kloroform:izoamilalkohol (24:1) alapú eljárással. A PCR-t Bio-Rad iCycler készülékben végeztük, ThermoScientific™ DreamTaq polimeráz felhasználásával a gyártói protokoll alapján.

A retrotranszpozon inszerciót mindkét allélon hordozó apai, a retrotranszpozon inszerciót nem tartalmazó anyai, illetve a heterozigóta csoportok elkülönítése után a mintákat csoportszinten pooloztuk és a portok, porzósál, bibe, szíromlevél és a gazdaságilag érett termés esetén génextpressziót mértünk, egy az antocián bioszintézisben korai struktúrgént (*CHS*), két kései struktúrgént (*ANS*, *DFR*), illetve az ezeket szabályozó 3 R2R3-MYB transzkripciós faktort vizsgálva. RNS izoláláshoz a OMEGA E.Z.N.A.® Plant RNA kitet használtunk. Az RNS visszairásához Thermo Scientific™ RevertAid First

Strand cDNA Synthesis kítet, oligo-dT és random primert alkalmaztuk. A qPCR Stratagene MX3000p készülékben, Thermo Scientific™ PowerUp™ SYBR™ Green Master Mix-el történt. Háztartási gén minden esetben az *actin* volt. A vizsgálathoz használt primereket a következő táblázat tartalmazza (1. Táblázat).

1. Táblázat – Génexpresszióhoz és genotipizáláshoz alkalmazott primerek

Név	Forward Szekvencia 5'-3'	Reverse Szekvencia 5'-3'	T _A [°C]
<i>ACT</i>	GGACTCCGGTGATGGTGT	GTCCCTGACAATTTCTCGCTCAG	61
<i>Ca10g11650</i> (<i>CaMYBa</i>)	TGGCTGCAGTTGGGATCTTT	TCCAACCATCACTTTGTCCT	61
<i>Ca10g11690</i>	TACTCGCCTTCTGAGGAAGGTA	TGGTACTTGAGAAGTTCCGAGG	61
<i>Ca10g11710</i> (<i>CaAN3</i>)	GACAGCGAGCGATGTGAAAA	GGAAGTTGAGAAGTTCTGTGG	61
<i>CHS</i>	AGGAGGTTCTGAAGGGAACAA	CCATCACCAAAGAGTGCTTG	61
<i>DFR</i>	CTAACACAGGGAAGAGGCTGGTTT	AATCGCTCCAGCTGGTCTCATCAT	61
<i>ANS</i>	ACCAGAACTAGCACTTGGCG	ACGCACTTTCAGTTACCCA	61
<i>LINE-1 F1</i>	GCAAAGAGCAAGGGACACAGCTC	CGGTGTCTTGTGGATCGGACATCC	60
<i>LINE-1 F2</i>	GACGCGAATTACGGCAGAGGATTAG	CGGTGTCTTGTGGATCGGACATCC	60

Eredmények

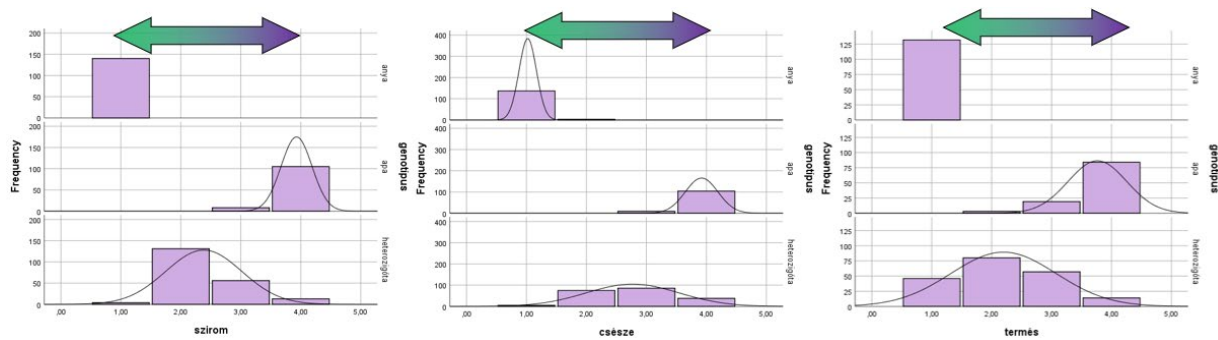
A genotipizált paprikákat véletlenszerűen válogattuk ki, a tesztelt mintákban 31 csak anyai allélt, 27 csak apai allélt hordozó és 45 heterozigóta genotípusú egyed volt. Mivel a heterozigóták között óriási volt a változatosság, Long PCR-rel teszteltük, hogy a retrotranszpozon teljes hossza kimutatható-e a vizsgált egyedekben. A Long PCR alapján a heterozigóták mindegyikében megkaptuk az anyai genotípusra jellemző ~ 260 bp fragmentumot, illetve a retrotranszpozon teljes hosszát jelentő ~ 5000 bp fragmentumot is, míg a 'Black Pearl' esetén csak az utóbbit detektáltuk. A minden szövetében liluló 'Black Pearl' és egy nem liluló zöldből pirosra érő hegyes fajta keresztezéséből kapott *F*₁ és *F*₂ nemzedék generatív szerveit vizsgálva az alábbiakat tapasztaltuk (**Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**). Az *F*₁ nemzedék szíromlevelei, az összes egyedben két színűek voltak, fehér alapon a szírmok szélén lila, ami utalhat a *CaMYBa* nem teljes dominanciájára. Az *F*₁ növények termései gazdasági érettségben lilák voltak. Az *F*₂ nemzedék esetén a virágszín megoszlása (43:88:65 lila:átmeneti:fehér) különbözött az 1:2:1 aránytól. A termést vizsgálva ez a hasadás nem felel meg a 3:1 aránynak, azaz nem egy lokusz által befolyásolt az antociánosodás a vizsgált populációban (2. Táblázat).

*2. Táblázat - Fenotípusos megoszlás az *F*₁ és *F*₂ nemzedékben a szírom és a gazdaságilag érett termés példáján*

	<i>F</i> ₁ és <i>F</i> ₂ nemzedék	Egyedszám	Egyedszám			Várt hasadás	χ^2 (p érték)
			Lila	Átmeneti	Fehér/Zöld		
szírom termés	<i>F</i> ₁	5	-	5	-	0:1:0 1:0	
szírom termés	<i>F</i> ₂	196 103	43 72	88	65 31	1:2:1 3:1	$\chi^2=6,98$ (p=0,001) $\chi^2=1,43$ (p=0,2)

Az egyes szervekre vonatkoztatott szín erősséghez kötött értékének eloszlás mintázatához csoportokat képeztünk a csak anyai allélt hordozó, csak apai allélt hordozó, illetve a heterozigóta egyedekből. Az ábra sorozaton nagyon jól látszik, hogy a csak anyai allélt hordozó minták minden esetben az egyes értékhez (nem lila) közeli maximummal rendelkeznek, míg az apaiak a négyes értékhez (legsötétebb lila) közeli maximumot mutatnak. A heterozigóták a köztes értékeknél érik el maximumukat. Az ábrák feletti nyilak a szervek színét reprezentálják (1. Ábra)

1. Ábra - Színerősség eloszlás a generatív szervek példáján a genotipizált egyedek esetén

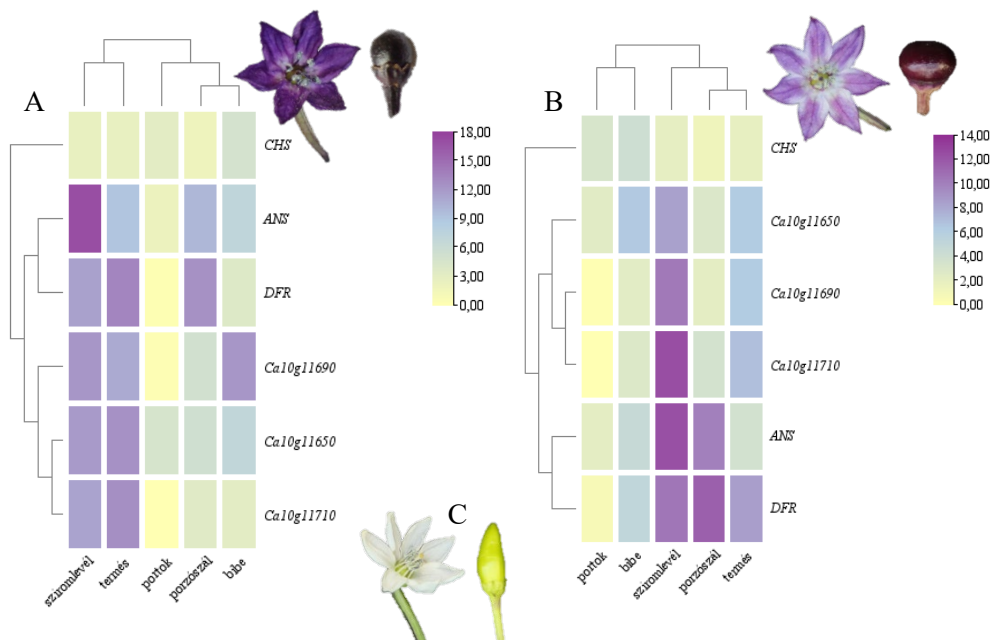


A fenotípusos és genotípusos adatokat összevetve 10 olyan növényt találtunk, amelyek ellentmondó eredményeket produkáltak, ebből pár genotípus-fenotípus ellentmondást a következő ábra mutat be. A 36-os növényben (A) genotipizálás során az apai allélt detektáltuk, viszont fenotípusában a heterozigótákhoz áll közelebb, ugyanezt találtuk 78-as (B) és 11-es (C) növény esetén is (2. ábra).

2. ábra - Eltérő fenotípusú és genotípusú növények, bal oldalt F_2 , jobb oldalt 'Black Pearl'

Jung és munkatársai is kaptak olyan F_2 növényeket, amelyek esetén a vegetatív szervek zöld színűek és csak a termés lilult. Ezeknél a növényeknél a genotipizálás során a nem liluló növényekre jellemző PCR fragmentumot kapták (Jung et al., 2019), így feltételezték, hogy ezekben a *CaMYBa* nincs jelen. Ezzel szemben kísérletünkben a 'Black Pearl'-re jellemző fragmentum amplifikálódott.

Génexpressziót tekintve mind a *Ca10g11650*, mind pedig a *Ca10g11710* magas expressziót mutatott az apai genotípusú, illetve a heterozigóta F_2 növényekben az anyai genotípusúakhoz képest (3. ábra). A bibe, és a porzószal lilulásáért másik lókuszek lehetnek felelősek, mint amin a *CaMYBa* van kódolva (*A* lókuszt), ezek rendre az *As* és *Asf* lókuszek (Wang és Bosland, 2006), ugyanakkor mind az apai, mind pedig a heterozigóta genotípusoknál ezekben a szövetekben is ki tudtuk mutatni a *Ca10g11650* expresszióját.



A *Ca10g11710* génről Byun és munkatársai egy vírusindukálta géncsendesítéses kísérlet során bebizonyították, hogy a termés gazdasági érettségében történő antocián felhalmozódást szabályozza (Byun et al., 2022). Az általunk vizsgált termések esetén a *Ca10g11710* expressziója a heterozigóta csoport esetén valóban magas volt, az anyai csoporthoz viszonyítva 120-szor nagyobb mértékben expresszált, míg a *Ca10g11650* gén csak 76-szor nagyobb mértékben. Az apai genotípusú csoport esetén pedig 6739-szer nagyobb mértékben, szemben a *Ca10g11650* génnel, ami 6080-szor volt az anyai csoportnál magasabb. Így feltételezhetően az általunk vizsgált populáció esetén a kettő együttesen határozhatja meg a fenotípust.

Irodalom

- Borovsky, Y., Oren-Shamir, M., Ovadia, R., De Jong, W., and Paran, I. (2004). The A locus that controls anthocyanin accumulation in pepper encodes a MYB transcription factor homologous to Anthocyanin2 of Petunia. *Theor Appl Genet* **109**, 23-9.
- Byun, J., Kim, T.-G., Lee, J.-H., Li, N., Jung, S., and Kang, B.-C. (2022). Identification of CaAN3 as a fruit-specific regulator of anthocyanin biosynthesis in pepper (*Capsicum annuum*). *Theoretical and Applied Genetics* **135**, 2197-2211.
- Chaim, A. B., Borovsky, Y., De Jong, W., and Paran, I. (2003). Linkage of the A locus for the presence of anthocyanin and fs10.1, a major fruit-shape QTL in pepper. *Theor Appl Genet* **106**, 889-94.
- Jung, S., Venkatesh, J., Kang, M.-Y., Kwon, J.-K., and Kang, B.-C. (2019). A non-LTR retrotransposon activates anthocyanin biosynthesis by regulating a MYB transcription factor in *Capsicum annuum*. *Plant Science* **287**, 110181.
- Ohno, S., Ueno, M., and Doi, M. (2020). Differences in the CaMYBA genome between anthocyanin-pigmented cultivars and non-pigmented cultivars in pepper (*Capsicum annuum*). *The Horticulture Journal* **89**, 30-36.
- Peterson, P. A. (1959). Linkage of Fruit Shape and Color Genes in *Capsicum*. *Genetics* **44**, 407-419.
- Wang, D., and Bosland, P. W. (2006). The genes of *Capsicum*. *HortScience* **41**, 1169-1187.

AZ ANYAGCSERE ÉS A HAJTÁSKÉPZŐDÉS REDOX SZABÁLYOZÁSA BÚZA KALLUSZOKBAN

Kulman Kitti¹, Jobbágy Kristóf^{1,2}, Szalai Gabriella¹, Gondor Orsolya Kinga¹, Kocsy Gábor¹

¹ATK Mezőgazdasági Intézet, ELKH, Martonvásár

²ELTE, Biológia Doktori Iskola, Budapest

A redox szabályozás fontos szerepet játszik a növények normális anyagcseréjének fenntartásában. Kísérleteink célja az anyagcsere és a hajtásregeneráció búza kalluszokban történő redox szabályozásának tanulmányozása volt.

Kísérleteinkhez búza (*Triticum aestivum* L.) kalluszkultúrákat használtunk, melyek éretlen embriókból történő kialakulását hormonkezeléssel idéztük elő. A kalluszokat 0, 10, 20 és 40 mM-os aszkorbinsavval (AsA) és hidrogén-peroxiddal (H₂O₂) kezeltük 1 héten keresztül. A kezelést követően regenerációs táptalajra kerültek további két hétre. A kísérlet végeztével megfigyeltük, hogy a kezelések következtében hogyan változott a kalluszok regenerálódása, hormonszintje, az anyagcseretermékek mennyisége, egyes a redox szabályozásban résztvevő gének expressziója, valamint az antioxidánsok mennyisége.

Eredményeink alapján elmondható, hogy az AsA kezelések lecsökkentették a glutation szintjét, a H₂O₂ kezelések hatására viszont megváltozott a glutation redox állapota. Az AsA és a H₂O₂ lecsökkentette a cukrok és az aminosavak mennyiségét. Az általunk vizsgált hormonok szintjei megemelkedtek a 10 és a 40 mM-os AsA-kezelések hatására. A kalluszokban mért enzimek aktivitása jelentősen kisebb lett a nagyobb koncentrációjú AsA- és H₂O₂-kezelések esetében. A 10 mM-os AsA-kezelés az aszkorbát-peroxidáz és a glutation-reduktáz aktivitását, a 10 mM-os H₂O₂-kezelés pedig a dehidroaszkorbát-reduktáz valamint a monodehidroaszkorbát-reduktáz aktivitását emelte meg. A vizsgált gének közül a glutation reduktáz gén expressziója 40 mM-os H₂O₂-kezelés hatására jelentős emelkedést mutatott. Ezzel ellentétben az aszkorbát-peroxidáz gén kifejeződését gátolta a 40 mM-os H₂O₂. A kalluszok tömegét a nagyobb koncentrációjú kezelések lecsökkentették, a hajtás regenerálódását a 10 mM-os AsA- és a 20 mM-os H₂O₂-kezelés serkentette. Az AsA és H₂O₂ módosította a kalluszok redox állapotát, mely az anyagcsere és a hormonszintek változásához, valamint az alkalmazott kisebb koncentrációkban hajtás-regenerációhoz vezetett.

A kutatómunkát a NKFIH-131638 számú pályázat támogatta.

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.

KAJSZIMAGOK CSÍRÁZÓKÉPESSÉGÉRÉNEK NÖVEKEDÉSE FAGYASZTÁS HATÁSA

Mendelné Pászti Edina, Balogh-Tóth Anita, Mendel Ákos

MATE Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Kutatóközpont, Ceglédi Kutatóállomás

A faiskolai termesztés során Magyarországon a kajszioltványok 90%-át magoncalanyon állítják elő. Az alanyok szaporítása a csonthéjasok esetében elsősorban ivaroson, kijelölt anyafákról történik. A mag kezelése és tárolása hosszú ideig lehetséges, speciális eszközöket és különleges kezeléseket nem igényel. A hűtőtárolóban állandó 4 °C-on tárolják a megfelelően előkészített, mosott és szárított magokat. A keresztezésből és szabadelvirágzásból származó magokkal szintén hasonló módon járunk el.

A magnyugalom megszüntetése a *Prunus* nemzetségnél hideghatás révén, rétegzéssel történik. A kajszi számára 8-12 °C az optimális hőmérséklet 80-100 órán keresztül. Az utóbbi évek enyhe telei miatt a január elején szakszerűen rétegzett magok nem kapják meg ezt a hatást, ami következtében kis arányban (10-15%) csíráznak.

Kezelésként 3*100 magot tettünk ki hideghatásnak egy egyszerű háztartási fagyasztóládában (-20 °C). A kezelések közötti különbség a hideghatás hosszában volt; 6 időintervallumot alkalmaztunk (1 nap - 4 hét). A kicsírázott magokat a magvetéstől számított 20-56 napig felvételeztük. A kicsírázott magok száma az 1 napig, illetve 2-4 hétig tartó kezelésekre csökkent a kontrollhoz képest. Legnagyobb mértékben a két végpont gátolta a csírázást. Az 1 hétig tartó -20 °C-os kezelés kísérletünkben 50-100%-kal növelte a C. 1652 kajszi alanyfajta magjainak csírázási százalékát.

MARTONVÁSÁRI KALÁSZOS GABONA KÍNÁLAT ÚJ SZÍNFOLTJA AZ ŐSZI ÁRPA

Mészáros Klára¹, Károlyiné Cséplő Mónika¹, Kunos Viola¹, Tóth Viola¹, Bányai Judit¹,
Rakszegi Marianna¹, Vida Gyula¹

¹Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

Az árpa (*Hordeum vulgare* L.) az egyik legősibb gabonafélének, mely napjainkig megőrizte jelentőségét, mint takarmánynövény, és emberi fogyasztás szempontjából sem elhanyagolható a szerepe. Nemcsak megjelenésében, de elterjedésében és felhasználásában is igen sokszínű. A legváltozatosabb éghajlati körülmények között természetesen gabona, melyet jó adaptációs képessége tesz lehetővé. Ennek köszönhetően évente közel 160 millió tonnás termésmennyiséget takarítanak be világszerte, így a négy legfontosabb gabonaféle egyike. Magyarország a világ árpatermelő országai között jelenleg a 25. helyet foglalja el, azonban a 90-es évek elejétől a hazai árpatermelés csökkenő tendenciát mutat. Az elmúlt években 250–360 ezer hektár között ingadozott az árpa termőterülete. Még nagyobb változás történt az őszi és tavaszi árpa vetésterületének eloszlásában. Míg az ezredfordulón a tavaszi árpa termesztése volt jelentősebb napjainkra ez az arány megfordult, mely az egyre gyakrabban előforduló tavaszi csapadékhányagnak köszönhető. A 90-es évek végén a tavaszi árpát 190.000 ha-on termesztették és az őszi árpa vetésterülete 154.000 ha volt, mára a tavaszi árpa 24.000 ha-ra csökkent, míg az őszi árpát közel 218.000 ha-on vetették. Ennek megfelelően a fajtakinálat is jelentősen megváltozott.

Az Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézete is hozzájárul a megváltozott igények kiszolgálásához árpa nemesítési programjával, melynek fő célkitűzése az abiotikus és biotikus stressztűrő képesség ezen keresztül a termés- és minőségstabilitás növelése. Kiemelt fontosságú a hálózatos levélfoltosságmal szembeni ellenállóság javítása. Felhasználási cél szempontjából célunk jó minőségű, magas fehérjetartalmú takarmányárpák nemesítése. Nemesítési programunk eredményeként négy hatsoros az Mv Initium, Mv Tectus, Mv Cerberus és Mv Aliduna és egy kétsoros az Mv Fata takarmányárpa kapott állami elismerést az elmúlt években.

Mv Initium, mint ahogy a neve is mutatja, volt az első martonvásári nemesítésű korai hatsoros takarmányárpa, amely 2016-ban kapta meg az állami minősítést. Jó alkalmazkodóképességű, gombabetegségekkel szemben mérsékelten ellenálló fajta. Nyersfehérje tartalma 12,3-13,6%, hektoliter tömege 66kg/hl.

2021-ben három új árpánk kapott állami elismerést. Az Mv Tectus az Mv Initiumnál korábbi kalászos és érésű őszi takarmányárpa, melynek kiváló a lisztharmat-rezisztenciája. Az Mv Cerberus nagy termés elérésére képes hatsoros őszi takarmányárpa. Hektoliter tömege 67 kg/hl, alacsony, jó állóképességű. Az Mv Fata igazi különlegesség a martonvásári fajtakinálatban. Kétsoros őszi takarmányárpa, melyre a nagy fehérjetartalom és hektoliter tömeg jellemző. Korán kalászos, azonban sokáig megőrzi zöld leveleit, így a szemtelítődés hosszabb ideig tart, mely növeli termésstabilitását. Az Mv Aliduna kínálatunk legfiatalabb tagja, 2022-ben kapott állami minősítést, mint bőtermő középérésű takarmányárpa.

Fajtakinálatunkban bemutatott új generációs árpák egyesítik magukban a jó termőképességet és a kiváló minőséget, melyet extrém időjárási körülmények között is stabilan megőriznek, ezzel hozzájárulnak a magyar árpatermesztés sikeréhez és tovább öregbítenek a martonvásári kalászos gabonák hírnevét.

A kutatásokat az OTKA K119276 és a TKP2021-NKTA-06 pályázat támogatta.

HAZAI NEMESÍTÉSŰ BÚZAJAJTÁK ABIOTIKUS STRESSZ ADAPTÁCIÓS VIZSGÁLATA A TARTALÉKFEHÉRJE ÖSSZETÉTEL VONATKOZÁSÁBAN

Nagy-Réder Dalma ^{1,2}, Birinyi Zsófia ^{1,2}, Rakszegi Marianna ¹, Békés Ferenc ³, Gell Gyöngyvér ¹

¹Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

²Biológia Doktori Iskola, Biológia Intézet, ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

³FBFD PTY LTD, Beecroft, Sydney, Australia

Az elmúlt évtizedekre jellemző klímaváltozás, a globális felmelegedés következtében egyre gyakoribbá váltak az időjárási extrémítások, úgymint az éves csapadékmennyiség egyenetlen eloszlása, a vízhiány, a magasabb hőmérséklet, illetve a légkörben tapasztalt megemelkedett széndioxid koncentráció. Kenyérbúza esetében több tanulmány is alátámasztotta miszerint a környezeti stressz hatások eredményeként a különböző tartalékfehérje frakciók expressziós szintjében markáns változások következnek be, így a fehérje összetételben fellépő változások miatt az egyes alfrakciók aránya eltolódik. Ennek következtében megváltoznak a lisztből készülő tészta reológiai tulajdonságai, valamint a különböző, búzához köthető immunológiai megbetegedések kiváltásáért felelős tartalékfehérjék mennyisége.

A kiválasztott búzafajtákat kontrollált körülmények között, fitotron kamrákban felneveltük, melynek során a legkritikusabb fenofázisokban, virágzás kezdetén és szemtelítődés kezdetén, szárazság-, hő- és kombinált stressz kezeléseknek vetettük alá. A szabályozott környezeti feltételek mellett precízen nyomon követhetjük a stressz kezelések okozta változásokat, és az eredmények alapján előre modellezhetjük a klímaváltozás hatására bekövetkező minőségi változásokat, illetve toxikus fehérjékre gyakorolt hatásukat.

Kutatásunk során a növények termésének örleményéből elvégeztük a tartalékfehérje összetétel meghatározást SE- és RP-HPLC vizsgálatokkal. Ennek során elemeztük a különböző abiotikus stressz hatások mellett kialakuló tartalékfehérje komponensek mennyiségi megváltozását is, amiből következtetünk a búza sütőipari minőségét meghatározó tészta reológiai tulajdonságaira (glutenin és gliadin aránya, UPP%). Az extrahált fehérjékkel a kereskedelmi forgalomban kapható Ridascreen® Gliadin R5 és Romer AgraQuant® Gluten G12® antitestet tartalmazó ELISA teszt alapú immunanalitikai vizsgálatokat végeztünk, a búzában található immunbetegségeket kiváltó, R5 és G12 antitestekre reaktív fehérjéinek stressz hatására bekövetkező mennyiségi változásának feltérképezésére.

Megállapítottuk, hogy a mennyiségi és minőségi paraméterek megváltozása nagyban függ az abiotikus stressz kezelések típusától és időzítésétől. A negatív hatások mértéke eltérő volt a virágzás kezdetén, illetve a szemtelítődés kezdetén alkalmazott kezelések esetén, a virágzás kezdeti kombinált stressz okozta a legnagyobb mértékű károkat. A szárazság és kombinált stressz kezelések következtében a relatív fehérjetartalom megemelkedett. A HMW gluteninek, az ω - és γ -gliadinok mennyiségi megváltozása nagyban függött a stressz kezelések időpontjától, míg az α -gliadinok mennyisége mindegyik stressz hatás következtében megemelkedett.

A kutatást az OTKA (FK-142170), az „Interdiszciplináris Kutatóműhely Létrehozása a Klímaadaptív és Fenntartható Mezőgazdaságért” című pályázat (GINOP-2.3.2-15-2016-00028), és a „Génbanktól az asztalig” című pályázat (SA-25/2021) támogatta.

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.

TTI (TORTUOUS INTERNODE) MUTÁNS PAPRIKA IN VITRO ANALÍZISE, MIKROSPORITÁSI KÍSÉRLETE

Pápai Bánk¹, Becző Abigél¹, Gubala Dorottya¹, Kovács Zsófia¹, Csilléry Gábor², Szőke Antal¹, Veres Anikó¹

¹Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Genetika és Biotechnológia Intézet, Genetika és Genomika Tanszék, Gödöllő

²PepGen Kft., Budapest

A modern üvegházi termesztés során folyamatosan szükségessé válik új növényanyagok termesztésbe vonása, amelyek elősegítik a termesztés hatékonyságának növelését. Napjainkban már bevett szokássá vált, hogy mutáns vonalak értékes tulajdonságait adaptáljuk a nemesítésbe, ezáltal új termesztési módok válhatnak elérhetővé a termesztők számára. Kísérleteinkbe a *tti* (*tortuous internode*) mutánst vontuk be és vizsgáltuk *in vitro* körülmények között. A *tti* növények megnyúlt hypocotylyt növesztenek, hosszú internodiumokat és enyhén csavarodó szárakat. A mutáns tulajdonság a korai fejlődési fázisban nehezen észrevehető, csak 3-4 levél megjelenése után kezd bókolni a paprika szára. Kísérletünkben az öntermékenyített *tti* növények magjait csíráztattuk MS táptalajon, majd a növény különböző explantumait vizsgáltuk *in vitro* körülmények között. Minden sziklevelexplantum jelentős gyökeresedést mutatott. A hypocotylok enyhe kalluszképződést, valamint extrém mértékű járulékos gyökérképződést figyeltünk meg. A képződött kalluszközből csak elenyésző mértékben tudtunk növényt regenerálni. A hajtáscsúcsokat és hónaljajtásokat alkalmazva, valamint a kiemelkedő gyökeresedési erélyt kihasználva könnyen tudtuk a növényt *in vitro* körülmények között felszaporítani. Az eredményeket figyelembe véve a mutáns tulajdonságért az auxinok, vagy a gibberellinek abnormális szintje lehet felelős.

Kulcsszavak: paprika, mutáns, *tortuous internode*, *in vitro*, mikroszaporítás

EVALUATION AND MICROPROPAGATION OF *TTI (TORTUOUS INTERNODE)* MUTANT PEPPER PLANTS UNDER *IN VITRO* CONDITIONS

B. PÁPAI¹, A. BECZŐ¹, D. GUBALA¹, ZS. KOVÁCS¹, G. CSILLÉRY², A. SZŐKE¹, A. VERES¹

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

²PepGen Ltd., Budapest

Incorporating mutant traits into cultivation and breeding may open up new possibilities for developing new cultivating methods, such as vertical farming. Vegetable production in greenhouses must produce more than ever, leading to a need for cultivars with unique qualities. We involved the *tti* (*tortuous internode*) mutant in our *in vitro* experiments. *tti* plants grow elongated hypocotyl, long internodes and a slightly spiraling stem. The mutant trait is not easily observable in the early phenophase, only after the plant has developed 3-4 leaves. In our experiment, we germinated the progeny seeds of self-fertilized mutants on MS medium. We dissected the hypocotyls and the cotyledons, shoot tips and offshoots of the mutant plants, and then placed them on MS medium without any hormone supplementation. We observed and documented the plant explants one week later. All of the cotyledons presented excessive rooting. The hypocotyl segments started to grow small calluses and extreme amounts of accessory roots. We were only able to regenerate a very small percentage of plants from the calluses, however, the shoot tips and offshoots were perfect explants for micropropagation because of their increased rooting ability. Considering the elongated hypocotyls, internodes, and the great rooting finesse, we suspect that the background of the mutant phenotype is an abnormal level of auxins of gibberellins in the plants. Our further experiments will focus on these phytohormones.

Key words: pepper, mutant, *tortuous internode*, *in vitro*, micropropagation

Bevezetés

A növények *in vitro* vizsgálata kiemelkedő jelentőséggel bír a kutatók számára, hiszen segítségükkel könnyebben vizsgálhatjuk a növények növekedését, fejlődését, különböző élettani folyamatait azáltal, hogy kizárunk minden befolyásoló külső körülményt egy kontrollált közeg használatával (Kumar *et al.* 2011). Mutáns növények vizsgálatánál az *in vitro* mikroszaporítás mindenképpen javasolt stratégia, hiszen a megfigyelni kívánt tulajdonság öröklésmenete esetlegesen még nem tisztázott, de a megfelelő tulajdonsággal rendelkező növények felszaporításával az összes utódnövény rendelkezik a kívánt tulajdonsággal (Gayathri *et al.* 2015), ezzel is elősegítve a nemesítési folyamatok lerövidítését.

Napjainkra már bevett szokássá vált, hogy mutáns vonalak értékes tulajdonságait adaptáljuk a nemesítésbe, ezáltal új termesztési módok válhatnak elérhetővé a termesztők számára. Az úgynevezett tortuous internode tulajdonságot már több kertészeti és szántóföldi növény esetén is azonosították (Wu *et al.* 2015, Sun *et al.* 2019). Az ilyen mutációval rendelkező növények internodiumait abnormális növekedés és fejlődés jellemzi (Hashiguchi *et al.* 2010). A rendellenes alakú, sok esetben csavarodó ízközökből álló növény megjelenése torznak tűnhet, ám esetlegesen új típusú termesztési stratégiákat nyithat meg.

Anyag és módszer

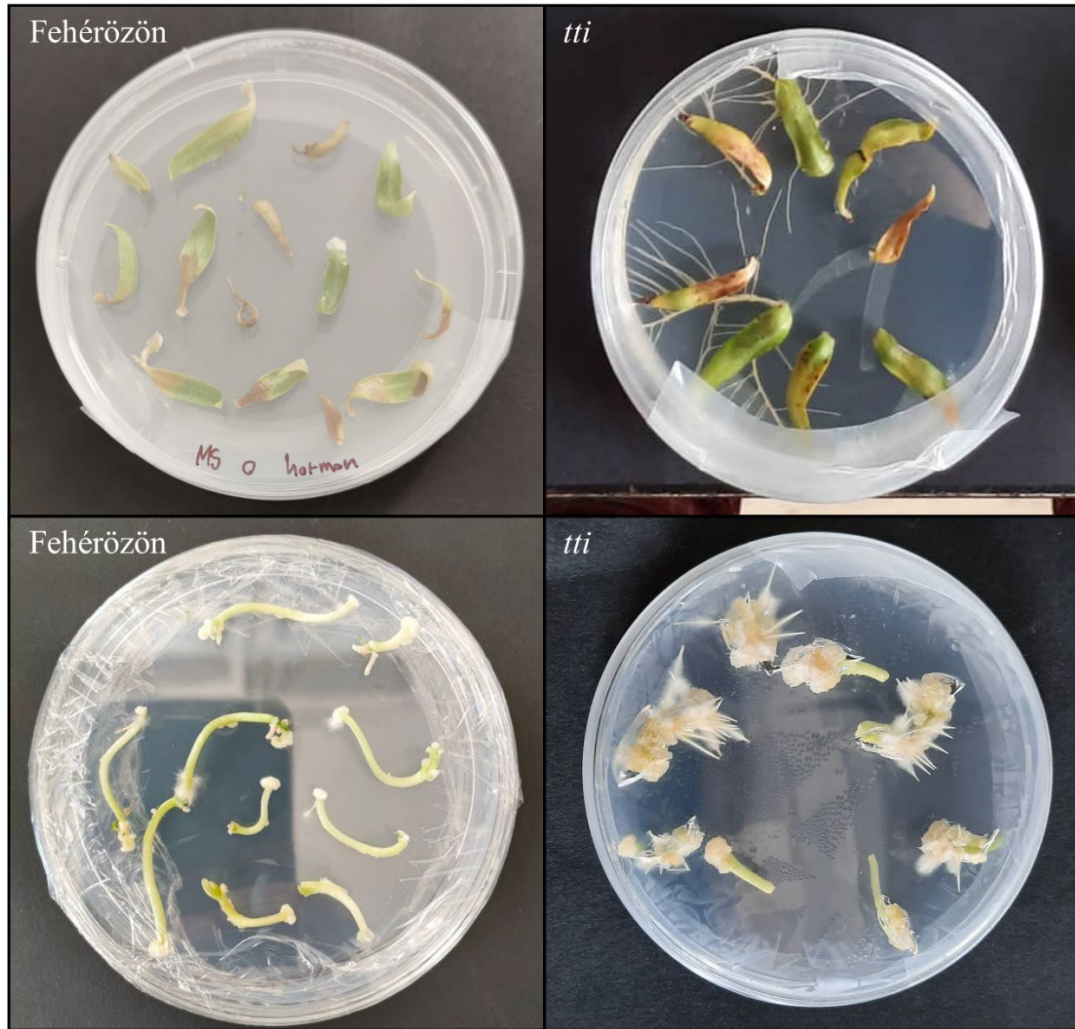
A kísérletünkhöz a *tti* paprikamutánsokat Csilléry Gábor, PepGen Kft. biztosította (Csilléry Gábor 2021). Ezeket a nemesítési vonalakat öntermékenyítéssel tartják fenn, a vizsgálatokhoz az öntermékenyített növények magjait használtuk. Kontrollként a kereskedelmi forgalomban is kapható 'Fehérözön'-t választottuk.

A *tti* mutánsok hosszú, megnyúlt ízközökkel rendelkeznek, száruk enyhén csavarodik. A paprikanövények esetében az internodiumok átlagos hossza 5 és 8 cm közé esik, míg a mutánsuk esetében ez eléri a 8-11 cm hosszúságot is. A mutáns tulajdonság a korai fejlődési fázisokban nehezen figyelhető meg, de a 3-4 leveles kort elérve száruk elkezd bókolni. A szár szerkezete viszonylag gyenge, nyomás alatt könnyen törik. Az eddigi eredményeket figyelembe véve valószínűsíthető, hogy a mutáns tulajdonságáért csupán egy recesszív gén felel.

Az alábbi kísérleteket mind steril körülmények között, lamináris fülkében végeztük el. A *tti* növények magjainak felületi sterilizálása volt az első lépés, amely során 70%-os alkohollal mostuk őket 45 másodpercig, valamint 1%-os nátrium-hipoklorit oldattal 20 percig. Ezeket háromszor ismételt steril vizes mosással eltávolítottuk, majd a magokat hormonmentes MS táptalajon csíráztattuk. A növényi részek *in vitro* megfigyeléséhez a 2 hetes csíranövényeket steril szikével felvagtuk, a hypocotylakat, valamint a szikleveleket hormonmentes táptalajra helyeztük. A mikroszaporításhoz a korábban említett explantumokat, valamint hajtáscsúcsokat és szárszegmenseket helyeztük hormonmentes, valamint 1-4mg/l BAP hormonos táptalajokra. Az eredményeket egy hét elteltével dokumentáltuk, illetve értékeltük.

Eredmények

A *tti* növények csírázása után a mutáns tulajdonság még nem figyelhető meg. Első lépésként a különböző explantumokat vizsgáltuk hormonmentes táptalajon. A *tti* mutánsok sziklevelei hormonkezelés nélkül számottevő mértékű gyökeresedést mutattak kontrollnövényekhez képest. Különböző mértékű (1-4 mg/l) BAP kezelés hatására kalluszosodás volt elérhető, ám ezekből csak nagyon kis %-ban volt regenerálható hajtás. A hypocotyl-szegmenseken hormonkezelés nélkül kalluszosodás, illetve nagymértékű járulékos gyökérbőzítés volt tapasztalható (1. ábra). A kalluszokból még BAP kezelés hatására sem tudtunk hajtást regenerálni.

1. ábra *titi* és kontroll növények explantumai hormonmentes MS táptalajon

A hajtáscsúcsok szintén kimondottan könnyen legyökeresednek. A szárszegmenseken a hypokotylonál képződő hónaljajtásokat levágva, táptalajra helyezve szintén kihasználható a növény gyökeresedési képessége könnyű szaporítás céljából. Az ezekből szaporított növényeket sikerült lassan akklimatizálni, majd földbe kiültetni. Itt szintén megfigyelhető, hogy a mikroszaporított növény kezdetben teljesen normális szárfejlődést mutat, majd a megfelelő fejlődési fázis elérésével bókolni kezd. A mutáns érdekessége, hogy bármennyire is fekvő fenotípust mutat, a hajtáscsúcs minden esetben felfelé hajlik (2.ábra).



2. ábra: Akklimatizált *tti* növények habitusa 1 hét különbséggel.

A kiemelkedően hosszú internodiumokért, valamint az extrém mértékű gyökéreképződésért *in vitro* kultúrában valószínűleg az auxinok vagy a gibberellinek abnormális szintje lehet felelős. A továbbiakban ezeknek a hormonoknak a hatását tervezzük vizsgálni.

Köszönetnyilvánítás

A Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-22-3-II-MATE/25. kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs alaphoz finanszírozott szakmai támogatásával készült.

Irodalom

- Csilléry Gábor “ALKALMASAK-E A *tti* ÉS A *Pcx* MUTÁNSOK A DÖNTÖTT SZÁRÚ PAPRIKATERMESZTÉSRE?” In: Karsai, Ildikó et al (szerk.) XXVII. Növénynevelési Tudományos Napok: Összefoglaló kötet Martonvásár, Magyarország: ELKH Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet (2021) 66 p. pp. 47. , 1 p.
- Gayathri, N., Gopalakrishnan, M., & Sekar, T. (2015). *In vitro* micropropagation of *Capsicum chinense* Jacq.(Naga king chili). *Asian Journal of Plant Science and Research*, 5(12), 13-18.
- Hashiguchi, Y., Niihama, M., Takahashi, T., Saito, C., Nakano, A., Tasaka, M., & Morita, M. T. (2010). Loss-of-function mutations of retromer large subunit genes suppress the phenotype of an *Arabidopsis* zig mutant that lacks Qb-SNARE VTI11. *The Plant Cell*, 22(1), 159-172.
- Kumar, N., & Reddy, M. P. (2011). *In vitro* plant propagation: a review. *Journal of forest and environmental science*, 27(2), 61-72.
- Sun, X., Shu, J., Ali Mohamed, A. M., Deng, X., Zhi, X., Bai, J., ... & Li, J. (2019). Identification and characterization of EI (Elongated Internode) gene in tomato (*Solanum lycopersicum*). *International Journal of Molecular Sciences*, 20(9), 2204.
- Wu, S., Xie, Y., Zhang, J., Ren, Y., Zhang, X., Wang, J., ... & Wan, J. (2015). VLN2 regulates plant architecture by affecting microfilament dynamics and polar auxin transport in rice. *The Plant Cell*, 27(10), 2829-2845.

GK HORTOBÁGY, GK SZATMÁR – ÚJ, NAGY TERMŐKÉPESSÉGŰ ŐSZI BÚZAJÁRTÁK A SZEGEDI GABONAKUTATÓ PORTFÓLIÓJÁBAN

Papp Mária, Pauk János, Cseuz László, Lantos Csaba, Beke Béla, Óvári Judit, Pugris Tamás

Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft., Szeged

A 2022. évben állami elismerést nyert **GK Hortobágy** a DSV/134 keresztezési kombinációból származik. A **korai** éréscsoportba tartozó új búzafajta egyik legértékesebb tulajdonsága a **kiváló alkalmazkodó-képesség** és a legfontosabb környezeti **stresszekkel szembeni tolerancia**. Kezdeti fejlődése közepes-gyors. Fagy- és télállósága kiváló, a szárazságot jól tolerálja. Bokrosodó képessége kiváló, megdőléssel szembeni ellenállósága jó. Igen nagy méretű kalásza tar, oszlopos, érés idején fehér színű.

A GK Hortobágy értékes tulajdonsága, hogy a levélrozsával és a szárrozsával szemben ellenálló. A kalászfuzárium esetében átlagos ellenálló képességű, de az aktív növényvédelmet meghálálja.

A NÉBIH vizsgálatai alapján **termőképessége** a minősítés évében 3 év átlagát tekintve a standard fajták átlagát 3,4%-kal haladta meg. Intenzív körülmények között realizálható termése 8 t/ha feletti. Átlagos évjáratban 1000 szemtömege 40-45 g, H1 tömege 78-80 kg, esésszáma magas, 325-400 s. Nagy termőképességű malmi búza, farinográfus minőségi értékszáma 59,8 (B-1).

A **GK Szatmár** búzafajta (BE/330) a **középkésői** éréscsoportba tartozik. A szegedi fajtaválasztékban hosszú idő után hiánypótló fajta a késői típus. **Kiváló alkalmazkodó képességű**, de emellett az intenzív termesztési körülményeket nagy termésátlaggal hálálja meg, üzemi körülmények között 8-9 t/ha szemtermésre lehet számítani. A NÉBIH 3 éves vizsgálatai alapján termése 2,7%-kal haladta meg a standard fajták átlagát.

Télállósága és állóképessége kiváló, erős szára alkalmassá teszi az intenzív körülmények közötti hasznosításra. A kalászfuzáriummal és a levélrozsával szemben az átlagosnál ellenállóbb.

Új fajtánk tar kalászu, nagy ezerszemtömegű, malmi minőségű, keményszemű búza. A NÉBIH vizsgálatai szerint a legtöbb minőségi tulajdonság alapján a malmi I. kategóriába sorolható. Nedves siker tartalma 29,5%, fehérje tartalma 12,7%, farinográfus értékszáma alapján a B-1 kategóriába tartozik. Farinográfus vízfelvevő képessége 53,6 %, tészta stabilitása 3,9 perc.

Fontos, hogy a GK Szatmár minőségi bélyegei igen stabilak, az időjárási körülmények változására alig módosulnak.

Mindkét új fajta nagy termésátlagok elérésére alkalmas, az egész ország területén sikeresen termesztendő, botanikai és agrotechnikai tulajdonságai megbízhatóak és homogének, vetőmagtermesztése problémamentes, a vetőmag előállítás megindult.

A kutatási program TKP2020-NKA-21 pályázat segítségével valósulhatott meg. Köszönjük a támogatást (Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal) és munkatársainknak az áldozatos munkát!

ÚJ KIHÍVÁSOK ÉS MEGOLDÁSOK A FŰSZERPAPRIKA NEMESÍTÉSÉBEN

Pék Miklós¹, Somogyi Norbert², Bráj Róbert³

¹MATE KERTI Zöldségtermesztési Kutatóközpont, Kalocsa

²SZTE Mezőgazdasági Kar, Hódmezővásárhely

³Szatymazi Gazdakör Egyesület, Szatymaz

A hazai fűszerpaprika termelés több mint 250 éves hagyománnyal rendelkezik. Magyarországon a termelők a talaj és klíma adottságokhoz alkalmazkodott *Capsicum annuum* (L.) var. *Longum* tájfajtákat és hazai nemesítésű fajtákat, hibrideket termesztik. A klasszikus szelekciós nemesítési módszer, amely elsősorban a nagy terméshozam, a betakarításkor magas színezőanyag- és 18%-os szárazanyag-tartalom elérésére irányult, betegségekkel szemben kevésbé ellenálló fajtákat eredményezett. A klímaváltozással újabb kártevők, vírusvektorok és kórokozók jelentek meg, amelyekkel szemben további növényvédőszeres kezeléseket alkalmaztak a termelők. Napjainkban a fogyasztók elvárása a növényvédőszer-maradvány mentes élelmiszer. A megoldás a kibővített rezisztencia csomaggal rendelkező, nagy terméshozamú hibrid fűszerpaprika előállítás, amelyet a termesztés-technológia fejlesztése egészít ki. A rezisztens hibrid előnye a hagyományos fűszerpaprika fajtákhoz képest intenzív szabadföldi termesztés-technológiával, illetve fűtetlen fólia alatti hajtásban érhető el. A nemesítési projekt gyakorlatban hasznosuló eredménye, hogy az új fűszerpaprika hibrid alacsonyabb növényvédőszer költség mellett nagyobb terméshozamot nyújt, így jövedelmezőbb termesztést és biztonságosabb élelmiszeripari nyersanyag előállítást tesz lehetővé.

A nemesítési projekt keretében a szülői vonalak előállítását a génmegőrzési anyagban rendelkezésre álló Szegedi és Kalocsai Tájörzet tájfajtáiból, nemesítési vonalaiból, valamint a termesztésből kiszorult fajtáiból kiválasztott 150 tételből indítottuk. A jelenleg köztermesztésben lévő fajták kifejezetten fogékonyak az uborka és dohány mozaik vírusra és a baktériumos levélfoltosságra. A termesztésben lévő fajták közül egyedül a Szegedi-178 mutatott ellenállóságot a dohány mozaik vírus hazai izolátumaival szemben.

A nemesítésben az egyszerű keresztezést, a beltenyésztést és a doubled-haploid technológiát is alkalmaztuk annak érdekében, hogy a folyamat végén homogén szülői vonalak álljanak rendelkezésre. A szülői vonalak rezisztencia tesztelése a hazai fűszerpaprika termesztési körzetekben izolált uborka és dohány mozaik vírus, valamint a levélfoltosságot okozó baktérium rasszok izolátumának direkt fertőzésével történt. Az értékelés során eddig nem találtunk megfelelő rezisztencia forrást az uborka mozaik vírussal szemben. A dohány mozaik vírussal vagy baktériumos levélfoltossággal szemben rezisztenciát mutató 20 szülői vonalat 6 generáción keresztül homogenizáltuk. A stabil szülői vonalakat kombinálódó képességre teszteltük annak érdekében, hogy megállapítsuk melyek a legjobb anya-, illetve apa vonalak. A potenciális szülői vonalak felhasználásával 48 próbahibrid vetőmagját állítottuk elő, amelyeket szabadföldi kispácellás kísérletben teszteltünk. Valamennyi hibridjelölt ellenállóságot mutatott a szabadföldi környezetben fertőző baktériumos levélfoltossággal és a dohány mozaik vírussal szemben. Az egyes hibridjelöltek termésmérete és a terméshozama azonban elmaradt a termelők által elvárt paraméterektől.

A nemesítési munkát tovább folytatjuk annak érdekében, hogy a célul kitűzött betegség ellenállóságot és a termelők és feldolgozók által elvárt mennyiségi és minőségi paramétereket (terméshozam, szárazanyag- és színezőanyag tartalom, csípősség mértéke) elérjük.

A rezisztencia nemesítési kutatást az Agrárminisztérium piacorientált kutatási-innovációs együttműködési projekt keretében támogatta.

MARTONVÁSRI KUKORICA HIBRIDEK SILÓTERMÉSÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA ÖKOLÓGIAI- ÉS HAGYOMÁNYOS TERMESZTÉSSEN

Áldott-Sipos Ágnes¹, Csepregi-Heilmann Eszter¹, Spitkó Tamás¹; Szőke Csaba¹, Kovács Anett¹,
Pintér János¹, Berzy Tamás¹, Nagy János², Marton L. Csaba¹

1: Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet

2: Debreceni Egyetem, Kerpely Kálmán Doktori Iskola

Az Európai Bizottság 2019-ben jelentette meg az Európai Zöld Megállapodás című közleményt, amelynek fő célja, hogy 2050-re az üvegházhatású gázok kibocsátásának mértéke nettó nullára csökkenjen, amely által a világon elsőként klímasemleges kontinensé válnánk. Ennek eléréshez a mezőgazdasághoz kapcsolódóan is meghatároztak kritériumokat: növelni az ökológiai gazdálkodás alá vont területek arányát 25%-ra, csökkenteni a műtrágya és növényvédő szerek használatát. Az ökológiai mezőgazdaság előnyeiről széles körben vitatkoznak. Egyesek a fenntartható élelmiszerbiztonsági kihívások megoldásaként népszerűsítik. Ezen hozzáállások szerint az ökológiai mezőgazdaság olyan termelési rendszer, amely fenntartja az ökoszisztéma és az emberek egészségét. Mások elítélik elmaradottsága miatt. Úgy vélik, a hagyományos mezőgazdaság sokszínűen felhasználja a rendelkezésre álló legmodernebb technológiát, amelynek végső célja a bőséges élelmiszerellátás a legalacsonyabb áron. Több tanulmány is igazolta, hogy az ökológiai mezőgazdaság terméseredményei átlagosan 20%-kal alacsonyabbak, mint a hagyományos gazdaságé.

Kísérletünkben arra a kérdésre kerestük a választ, hogy ökológiai termesztésben milyen mértékű termésdepresszió várható a hagyományos technológiához képest, és a termés csökkenés mértékében van-e különbség a vizsgált hibridek között.

A kísérletet Martonvásáron, az Agrártudományi Kutatóközpont területén végeztük. A terület egy részét 2007-ben ökológiai gazdálkodásra (öko) alkalmassá minősítették, amelyen semmilyen vegyszert nem használtunk. A terület többi részén hagyományos mezőgazdaság folyik, amelyen műtrágya, gyom- és rovarirtó kijuttatása történt. A kutatásunkban 18 martonvásári nemesítésű és 2 standard kukorica hibridet (*Zea mays* L.) vizsgáltunk 2 termesztéstechnológiát (hagyományos és ökológiai) alkalmazva, 3 ismétléses véletlen blokk elrendezésű szántóföldi kísérletben. A hibridek három különböző éréscsoportba tartoznak: korai- (FAO 300-399), közép- (FAO 400-499) és kései érésű (FAO 500-599). A genotípusok zöldhozama az ökológiai területen a hibridek átlagában 36,58 t/ha volt, míg a hagyományos művelésű területen 43,03 t/ha. Az ökológiai területen mért zöldtermés 20%-kal, szárazanyag- és emészthető szárazanyag termése körülbelül 18%-kal maradt el a hagyományos területen mért terméstől. A különböző FAO éréscsoportba tartozó hibridek eltérő módon reagáltak az ökológiai termesztésre. A korai hibridek nagyobb, a késői hibridek termése kisebb mértékben csökkent az ökológiai területen összehasonlítva a hagyományos termesztési mód terméseivel.

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.

KÍSÉRLETEK CSONTHÉJASOK VÍRUSMENTESÍTÉSÉRE *IN VITRO* TECHNIKÁKKAL

Szabó Luca Krisztina¹, Francesco Desiderio^{1,2}; Kirilla Zoltán¹; Várallyay Éva², Preininger Éva¹

¹ MATE, Kertészettudományi Intézet, Gyümölcstermesztési Kutató Központ, Budapest

² MATE, Növényvédelmi Intézet, Növénykórtani Tanszék, Genomikai Kutatócsoport, Gödöllő

A csonthéjasok termesztését számos vírusfertőzés nehezíti. A detektálási technikák fejlődésével újabb kórokozók jelenlétére derül fény. A kórokozómentes szaporítóanyag előállításához elengedhetetlen a hatékony vírusmentesítési eljárás alkalmazása. Csonthéjasoknál ez a mai napig kihívást jelent. A sok növényfaj esetében sikeresen alkalmazható hőkezelést követő merisztéma preparálás és abból kórokozómentes növény regenerálása csonthéjasoknál nehézkes a növények érzékenysége és alacsony regenerációs képessége, illetve a vírusok ellenállósága miatt.

Munkánk során különböző vírusmentesítési eljárások: hőkezelést követő hajtáscsúcs preparálás, két antivirális szer (zidovudin, ribavirin) különböző koncentrációban történő alkalmazása önállóan és hőkezeléssel kombinálva, hatékonyságát hasonlítottuk össze. Kutatócsoportunk a közelmúltban cseresznye vírusok jelenlétét írta le kajszikban, ezért ezen vírusokkal fertőzött növényeket vontuk be a kísérletbe: cseresznye vírus A (CVA) fertőzött 'Magyar kajszit' és 'Pannónia' kajszit, cseresznye aprógyümölcsűség vírussal (LChV1) és szilvahimlő vírussal (PPV) fertőzött 'Magyar kajszit' és CVA fertőzött szilvát ('Besztercei Bt2'). Ezen kívül a nehezen kórokozó-mentesíthető szilva nekrotikus foltosság vírussal (PNRsV) fertőzött meggyet ('Éva') választottuk kísérleti növényeknek. A vírusok detektálása a mentesítés során RT-PCR-rel történt.

A hőkezelést követően szedett hajtáscsúcsok túlélése kajsziknál fajtától függetlenül csekély volt, csak szilva esetében kaptunk értékelhető adatot, a vizsgált regenerált növények 50%-ában nem volt kimutatható a vírus. Kemoterápia során minden növénycsoportban magas volt a túlélési arány. Eddigi eredményeink alapján elmondhatjuk, hogy bár minden kísérleti csoportban kaptunk vírusmentes növényt, mégsem vonható le egyértelmű következtetés az alkalmazott módszerek hatékonyságáról, mivel a kontroll csoportokban is akadtak negatív minták, ahol nem volt kimutatható vírus. Ennek okának vizsgálatára a hosszú ideig *in vitro* fenntartott, kontroll növényekből újabb PCR tesztet végeztünk, mely az esetek többségében nem tudta visszaigazolni a kezdeti vírus jelenlétet. A kapott eredmények alapján tovább kell vizsgálnunk azt a kérdést, hogy vajon az *in vitro* növények valóban vírusmentesek lettek, vagy csak az általunk használt kimutatási módszerek érzékenysége alá csökkent a vírusok szintje. E kérdés megválaszolása elengedhetetlen annak eldöntésére, hogy önmagában az *in vitro* szaporítás alkalmas lehet-e a csonthéjasok vírusmentesítésére, lehetséges-e az antivirális vegyszerek és érzékeny módszerek mellőzése az eredményes csonthéjas vírusmentesítési eljárásban.

Munkánk az NKFIH OTKA K127951 támogatásával valósult meg. Szabó Luca Krisztina a MATE Kertészettudományi Doktori Iskola PhD hallgatója, Francesco Desiderio a MATE Biológia Tudományok Doktori Iskola PhD hallgatója.

A VASTAGH JÓZSEF PAPRIKAŐRLEMÉNY-VERSENY BEMUTATÁSA ÉS TAPASZTALATAI

**Táborosiné Ábrahám Zsuzsanna¹, Bayer Erika², Somogyi Norbert³, Bráj Róbert⁴,
Gáll Tibor², Pék Miklós², Pauk János⁵, Marótiné Tóth Klára¹**

¹MATE KERTI Zöldségtermesztési Kutatóközpont, Szegedi Kutatóállomás, Szeged

²MATE KERTI Zöldségtermesztési Kutatóközpont, Kalocsai Kutatóállomás, Kalocsa

³SZTE Mezőgazdasági Kar, Hódmezővásárhely

⁴Szatymazi Gazdakör Egyesület, Szatymaz

⁵Gabonakutató Nonprofit Kft., Szeged

Az ötlet, hogy az újbork és újpaprika közös rendezvényen kerüljön ünneplésre Dr. Somogyi Györgytől, a Szatymazi Gazdakör Egyesület tiszteletbeli elnökétől származott, aki egyben a Fűszerpaprika Kutató Szegedi Állomásának osztályvezetője is volt. Azóta a magyar tudomány ünnepének hónapjában, novemberben, rendszerint Szatymazon, konferenciával egybekötött bor- és paprikamustrát tartunk, ami mára Fráter Gyula borkonkursum és Vastagh József paprikaörlemény-verseny néven került a köztudatba. Az örleményverseny metodikája a több mint tíz év során folyamatosan fejlődött, míg elérte mai formáját. A nevezés bizalmi elven működik, a hobbikertészekről a nagyobb üzemekig bárki számára nyitott. A versenyre a határon túlról is érkeznek paprikák, így Kárpátaljáról, Erdélyből, a Partiumból, Vajdaságból és a Drávaközéből is. A tavalyi évben 50 termelőtől 65 minta gyűlt össze, ami rekordnak számít. Korábban örlemény alapanyagként a szabadelvirágzású fajták egyeduralma volt jellemző, mára a Szegedi 80-as, Kármin, Mihályteleki, Meteorit mellett közkedvelt a Bolero F1 hibrid, de megjelentek a Fonó F1, Palotás F1, vagy a Zoé F1 hibridekből készült paprikák is. A bírálók meghívásos alapon kerülnek be a bíráló bizottságba, melynek összetételét igyekszünk a szakmaiság megtartása mellett minél változatosabbá tenni, így az állandó tagok mellett lehetőség van laikusként, alkalmi bírálónak is jelentkezni. A versenypaprikák borospoharakban, háromjegyű kóddal ellátva kerülnek a bizottság elé. Ezzel a kódolással elkerülhető a tudatalatti rangsorolás. A zsűri munkájának összehangolása a borbírálatoknál már bevett módszer szerinti, úgynevezett „belövő” minta közös értékelésével kezdődik. Szintén a borokhoz hasonlóan a versenyen arany-, ezüst-, bronz minősítés, a legkiválóbbak között I-II-III. helyezést születhet. Max. 20 pontot a bírálók adnak a Magyar Élelmiszerkönyv irányelvei szerint külső megjelenésre, színre, illatra és ízre. 2022-től további max. 5 pontot az összesfesték- tartalomra adunk, - melyet a verseny előtti napokban spektrofotométerrel mérünk és ASTA mértékegységben határozunk meg. Ezek az eredmények a bírálók előtt a minősítés során ismeretlenek maradnak. A 2015-2022. évi nevezések kapcsán kijelenthető, hogy összesfesték-tartalom tekintetében szinte mindegyik minta eléri a szabványban a legjobb minőségű paprikáktól elvárt kötelező minimumot. Az éves középértékek 173-196 ASTA közöttiek. A színezőanyag-tartalom több tényező függvénye (fajta, technológia, évszám). Az alacsonyabb festéktartalom értékek elsősorban az időjárási körülmények hatásának tudhatók be, mivel az agrotechnika és a késztermék előállítás módja jelentősen nem változik egyik évről a másikra. 2018 és 2019 őszének időjárását a rendkívüli meleg és a szárazság jellemezte. Az éghajlatnak továbbá jelentős hatása van a festék összetételre is. A piros pigmentek adott hőmérséklet tartományban keletkeznek, a magasabb hőmérséklet a sárga színanyagoknak kedvez. A biológiai érettség állapotában a piros és sárga pigmentek aránya közel azonos, amely utóéréssel a piros javára jelentősen nő. Nemesítési célkitűzés a piros színanyagok arányának növelése, ugyanakkor ez nem egyenesen arányos az összesfesték-tartalom növekedésével. Viszont megtörtént, hogy az érzékszervi bírálat során azok az örlemények, amelyeknél a piros/ sárga arány magas volt, megközelítette az 1,9-2,0 értéket, kedvezőtlenebb értékelést kaptak.

ÚJ VÁLASZTÉKBŐVÍTŐ FAJTÁK A MARTONVÁSÁRI NEMESÍTŐKTŐL

Varga Balázs, Tóth Viola, Veisz Ottó, Mikó Péter, Láng László, Farkas Zsuzsanna, Rakszegi Marianna, Vida Gyula

Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

Mv Télgyöngye, az első Magyarországon nemesített csupasz őszi zabfajta: A honosított és korábban hazánkban nemesített tavaszi csupasz zabok termőképessége elmarad a pelyvás fajtáktól, így széles körben nem tudtak elterjedni. Magyarországon a zab tradicionális takarmánynövény, és szerepe az élelmezésben is növekszik. A pelyva a teljes szem tömegének 25-35%-át teszi ki, aminek a hántoláson túl egyéb költségvonzatai vannak. Mv Télgyöngye őszi csupasz zabfajta megoldást kínál a technológiai kihívásokra. Szemtermése pelyva nélküli, potenciális termőképessége kedvező évjáratban és megfelelő agrotechnikával elérheti a tavaszi pelyvás zabokét és a pelyvás őszi zabfajtákkal is versenyképes. Az Mv Télgyöngye bokrosodó-képessége még az Mv Hópehely fajtánál is jobb. Télállósága megfelelő, pergésre nem hajlamos. Nagyszemű fajta, ezerszemű tömege jellemzően nagyobb, mint a hántolatlan GK Impala kontrollé, kedvező évjáratban megközelíti a hántolatlan Mv Hópehelyét. A fajta levéltetvesekkel szemben ellenálló, azonban mivel a pelyva nem védi a szemet, gombaölőszeres kezelés a bugahányáskor ajánlott. A szem fehérjetartalma (13-17%), és keményítőtartalma (48-50%) nagy, azonban a nyersrosttartalma kisebb (1,5-2,5%) a teljes kiőrlésű pelyvás zabokhoz viszonyítva (8-15%). A magas fehérjetartalom mellett táplálkozásélettani szempontból kedvező (51%) az esszenciális aminosavak aránya. Az Mv Télgyöngye fajta magában ötvözi a széleskörű felhasználhatóságot, hatékonyságot, az ellenállóképességet és a magas termőképességet.

Mv Pangolin új malmi tönkölybúza fajta: Martonvásáron 2002 óta folyik tönkölybúza nemesítés, melynek eredményeként három fajta (Mv Martongold, Mv Vitalgold, Mv Pangolin) részesült állami elismerésben és további három törzs vesz részt a NÉBIH fajtaregisztrációs kísérleteiben. A három fajta közül a legújabb, az idei év elején regisztrált Mv Pangolin. Őszi életformájú, tar kalászú, vörös pelyva-színű. Öko gazdálkodók, feldolgozók körében a keresettebb tönkölytípust képviseli, mivel felmenői között nincsen kenyérbúza, azaz tiszta tönkölynek számít. Télállósága jó, bokrosodóképessége és gyomelnyomó képessége kiváló. Erős, jól fejlett gyökérzete és szára kiváló állóképességet biztosít. Átlagos növénymagassága 115 cm, az alacsony tönkölyfajták közé tartozik. Betegségekkel szembeni rezisztenciája megfelelő. Kalászolási ideje május végére tehető. Nyersfehérje- és sikértartalma magas, míg farinográfus értéksorozatja B2-C1, mely a búzához képest átlagosan nagyobb fehérjetartalmat, ugyanakkor gyengébb sütőipari minőséget jelent. Potenciális termőképessége 5-7 t/ha pelyvás szemtermés, melyet őrlés előtt hántolni szükséges. A hántolási veszteség a termés mennyiségének akár 30%-át is elérheti. A pelyvás szemtípus előnye lehet viszont, hogy a szem a pelyvába zártan védve van, így kevesebb szennyeződés/fertőzés éri a magokat.

A martonvásári tönkölynemesítés legújabb eredményeként már kenyérfeldolgozásra is közvetlenül hasznosítható „tiszta” tönkölyfajta született, mely sikerminőségét (sikerindex, sikerterület) tekintve meghaladja az elődjeit és minősége vetekszik a Franckenkorn fajtáéval. Továbbra is dolgozunk az öko gazdálkodók (tiszta tönköly, alacsony input igény, jó betegségellenállóság és tápanyaghasznosító-képesség, stabilan bő termés) és a malomipar/pékségek (malmi minőség, nagy esésszám) elvárásait teljesítő tönkölyfajták előállításán, melynek legújabb képviselője, az Mv Pangolin előtt is sikeres jövő áll.

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.

MÁLNATERMESZTÉS JÖVEDELMEZŐSÉGÉNEK JAVÍTÁSA STRESSZTŰRŐ ÚJ MÁLNFAJTÁVAL

Varga Jenő¹, Bergendi Nadin¹, Kollányi Ágnes¹, Kollányi Gábor¹

¹MATE GYKK Fertődi Kutatóállomás, Sarród

A málna stressztűrő képessége kicsi, érzékeny a környezeti változásokra, így az időjárási körülmények is nagy hatással vannak a termés hozamra és a gyümölcsminőségre. A kevés, és szélsőségesen ingadozó csapadékmennyiség, a hőségnapok, a talajfelmelegedés, a késő tavaszi fagyok mind csökkenthetik a termés mennyiségét és minőségét.

Az időjárás változásának hatása a biotikus tényezőkre eltérő lehet, és nagyban függhet a helyi körülményektől. Vizsgálataink szerint az időjárás most is zajló átalakulása növeli a kórokozók és kártevők számát, ami jelentős kárt okozhat a málnatermesztésben.

A stressztűrő képesség összefügg a növény általános kondíciójával. Javításánál több tényezőt is figyelembe kell venni, mint például a tápanyagellátás, az öntözés, a növényvédelem, a mikroklíma, valamint a széleskörűen toleráns fajta. Megfelelő eredményt csak a módszerek kombinálásával kaphatunk.

A '80-as évek végétől a nemesítési programunkba beépítettük a stressztűrőképesség javítását. Ehhez a munkához kínai vad málnafajok széleskörű genetikai variabilitását használtuk fel. Ázsia keleti részén több mint 600 vad málnafaj, alfaj él szélsőségesebb környezeti viszonyok között, melyek közül azokat használtuk fajhibrideink előállításához, amelyek szárazság és hőtűrő képessége kiemelkedő, és a mi környezeti viszonyaink között vitálisak, robusztus növekedésűek.

A nemesítési munka eredményeként 2020-ban bejelentésre került az első hibridünk 'Fertődi maxima' néven. Ez a fajtajelölt fakultatív kétszertermő, a fő termését a vesszőin hozza júniusban, majd a sarjakon késő ősszel másodtermést is adhat. A fajtajelöltre kevésbé jellemző a kéregrepedési hajlam, amit az ingadozó vízellátás indukál. A kéregrepedések elősegítik a vesszőszúnyogok szaporodását, melyek hatással vannak a sebp parazita gombák terjedésére. A sarjai és a lombja erőteljes növekedésűek, aminek fontos szerepe van a megfelelő mikroklíma biztosításában, az alacsony talajhőmérséklet és a magas talajnedvesség megtartásában. Az új fajtajelölt középkorai érésű, ezért a néhány éve hazánkban megjelent pettyesszárnyú muslica rajzásdinamikáját ismerve, még nem tud kárt tenni a termésben.

Az európai málnával történő visszakeresztezéssel javítottuk a gyümölcs ízét, csökkentettük a morzsolódási hajlamot, valamint a vacokkúphoz tapadást. Az új málnafajta bogyója nagy méretű, tömege meghaladhatja a 6 grammot. Élénk piros bogyói kissé megnyúlt kúp alakúak. Bőtermő, a stressztűrőképességének köszönhetően a termésbiztonsága jó. Alkalmazkodóképessége hajtásra és szabadföldi termesztésre egyaránt alkalmassá teszi.

ELKH ATK MGI KALÁSZOS GABONA NEMESÍTÉSI OSZTÁLY GÉNBANKI TÉTELEI

Tóth Viola, Mikó Péter, Kuti Csaba, Megyeri Mária, Molnár István, Rakszegi Marianna, Vida Gyula

ELKH Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

A génbankok feladata a genetikai diverzitás megőrzése és potenciális génforrások azonosítása a növénynevelés számára. Ezt a szerepét a génbank akkor tudja betölteni, ha a megőrzött tételek fenotípusos és nevelési szempontból fontos tulajdonságainak értékelését is elvégzi. Ezért génmegőrzési tevékenységünk magában foglalja az általános génbanki funkciókat: megőrzést, regenerálást és értékelést. A gyűjtemények az itt folyó nevelési munka és számos kutatási projekt bázisát is képezik. A megőrzésre kijelölt tételeket 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. tenyészidő, növénymagasság, betegség ellenállóság). A génbanki tételek adatait MS Access alapú adatbázisban tároljuk, az adatok kezelését a saját fejlesztésű „Breeder” programcsomag segíti. Az ELKH ATK Kalászos Gabona Nevelési Osztály két jelentős méretű gyűjteménnyel rendelkezik a Martonvásári Gabona Génbankban. A **nevelési gyűjteményben** a nevelési anyagok, törzsek, fajták, illetve magkérésekből, együttműködésből származó genotípusok hosszú távú megőrzése és nevelésben történő hasznosítása folyik. A gyűjtemény 14 461 tételt tartalmaz. Egyedisége a neveléssel létrehozott diverzitás megőrzésében rejlik, a tárolt anyagok zöme más gyűjteményekben nem található meg. A **rokon fajok gyűjteménye** mely elsősorban génbanki magkérések és kis mértékben saját gyűjtés által jött létre, 1 329 egyedi tételt tartalmaz, többségében *Triticum* és *Aegilops*, de évelő (*Agropyron*, *Thinopyrum*, *Elymus*, *Elytrigia*, *Pseudoroegneria*, *Pascopyrum*) és egyéb (*Hordeum*, *Secale*, stb.) fajokat is. Alapkutatásban betöltött szerepük mellett, felhasználásuk elsősorban az előnevelési munkában jelentős, mivel a búzával rokon vad és természetesen fajok között számos olyan genotípus található, ami a nevelés számára kedvező tulajdonságokkal rendelkezik (pl. betegség ellenállóság, abiotikus stressztűrés, kedvező beltartalom). A rokon faj gyűjtemény megőrzését a nevelési 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, évelőkertben is folyik. A nevelési gyűjtemény, összetételét tekintve, legnagyobb arányban búza tételeket tartalmaz (77%), ezt követően árpából van még nagyobb gyűjtemény (11%), az egyéb természetesen fajok osztoznak a maradék 10%-on (durum, tritikálé, zab, tönköly, tönke, alakor). Az elmúlt 28 év alatt a gyűjtemény aktív használatban volt: a hidegtárolás megkezdése óta 11 145 mintát vettünk elő a gyűjteményből, melyeket zömében kísérletekben használtunk. Emellett magkéréseket is teljesítettünk: összesen 457 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* (260 tétel) és az *Aegilops biuncialis* (105 tétel) fajokból van, de emellett összesen 15 nemzetségbe tartozó 91 fajjal és alfajjal 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 részben a VP4-10.2.2.-20 számú projekt támogatja.

TERMESZTÉSI KÍSÉRLETEK A *tti* GÉNT TARTALMAZÓ, DÖNTÖTT SZÁRÚ PAPRIKA HIBRIDEKKEL

Ruskó József¹, Kovács István¹, Buleca Csaba², Szamosi Csaba³, Csilléry Gábor⁴

¹Duna-R Kft., Budapest,

²Árpád-Agrár Zrt., Szentés,

³Orosco Kft., Orosháza,

⁴PepGen Kft., Budapest

A hajtattott zöldségnövények esetében az egyre drágább F₁ hibridek és a mezőgazdaságban általános munkaerő gondok miatt a növénykultúrát évente egyszer, 10-11 hónapos termesztés időszak után ültetik újból. Ilyen hosszú ideig csak olyan fajok és fajták termesztettek, amelyeknek termésmennyisége és minősége az egész tenyészidő alatt közel azonos. Az Árpád Zrt. geotermikus energiával fűtött modern üvegházában hosszú kultúrák növénytermesztéssel főleg paradicsomot, de fehér húsú, Cecei típusú paprikát is termesztettek.

A modern üvegházak belmagassága az 5 métert is meghaladja, ahol a termés szedését a tenyészidőszak második részében már közel 4 méter magasságban, speciális szedőkocsikról végzik. A paradicsom szára elfekvő és ezt a kedvező genetikai adottságát a modern üvegházi paradicsomtermesztési technológiában kihasználják. A 10-11 hónapos termesztés során a szár 12-14 méter hosszúra is megnő. A növény nem ilyen magas, mert a szárat vízszintesen elfektetik, a letermett fürtöket, leveleket eltávolítják és a termő rész 2-4 méter magasan van. A paprika szára nem ilyen, már a 45 fokos döntését sem viseli el, a termés mérete és mennyisége csökken. Kutatási és nemesítési célkitűzésünk, olyan fehér húsú, Cecei típusú paprika fajták nemesítése volt, amelyek szára a paradicsomhoz hasonló módon elfektethető.

A Duna-R Kft és a PepGen Kft. több éves kutatási együttműködése során a csavarodó ízű, spontán mutációként keletkezett *tti* gént (*tortuous internode*) tartalmazó növényeket az eddigi eredmények alapján alkalmasnak tartjuk a dönthető szárú paprika termesztésére. A Cecei típusú alapanyag nem tartalmazott semmilyen rezisztencia tulajdonságot, ezért a nemesítési munkát a hajtattott termesztésben alapvető fontosságú rezisztencia gének beépítésével kezdtük. A nemesítési vonalakat saját kísérleti körülmények között, majd a legjobb vonalakat 2021-től az Árpád Zrt üvegházában, valós termesztési körülmények között vizsgáltuk. A 2022/23 évi kísérletben a 7 F₁ hibrid dönthetőségét és terméseredményét hasonlítottuk össze. Öt tétel a TMV rezisztencia *L3* allélját, a TSWV rezisztencia *Tsw* génjét, a CMV rezisztencia *Cmr1* génjét és a liztharmat rezisztencia *Lt* génjét, két tétel a TMV rezisztencia *L4* allélját, a TSWV rezisztencia *Tsw* génjét, a CMV rezisztencia *Cmr1* génjét és a liztharmat rezisztencia *Lt* génjét tartalmazta. A *tti* gén recesszív, ezért a hibridek mindkét szülővonalába beépítettük. A szülővonalak rezisztencia tesztelése során nem tapasztaltunk kapcsolódást a rezisztencia gének és a *tti* gén között. A szelekció során a csavarodásra hajlamos, puhább szárszerkezetű, a lehető legvastagabb szárú típusokat választottuk ki.

A termesztési kísérletbe beállított F₁ hibridek kontrolljaként a Duna-R Kft. sikeres fajtáját a TMV, TSWV, CMV és liztharmat rezisztens Zentus F₁ hibridet használtuk. A 2022. augusztus 31-én vetett és október 10-én kiültetett növényeket december 2-án kezdtük dönteni. A decemberben kezdett szedési eredmények alapján a döntött Zentus F₁ terméseredménye elmaradt a döntetlen kontrolltól. A *tti* gént tartalmazó, döntött F₁ hibridek terméseredménye, az I. és II. osztályú termékek aránya nem különbözik szignifikánsan a döntetlen szárú Zentus F₁ eredményeitől. A következő hónapokban a kísérletet folytatjuk.

A kutatásokat a VP4-10.2.2.-15 kódszámú, „Ritka és veszélyeztetett növényfajták genetikai erőforrásainak és mikroorganizmusok ex situ megőrzése” pályázat támogatta

A CIROK, MINT ŐSI GABONANÖVÉNY – MEGOLDÁS A TÁPLÁLKOZÁSI ANOMÁLIÁKRA

Feczák János
Agroszemek Kft, Szeged

A vetőmag előállításával foglalkozó, szegedi székhelyű, hódmezővásárhelyi telephelyen működő Agroszemek Mezőgazdasági Termeltető és Forgalmazó Kft. 1990-ben alakult. Szakmai irányítást gyakorol a növényvédelem, a végtermék értékesítési csatornák és a hazai felhasználás felett.

Új irányzat az élelmezés, profi minőségű étkezési cirok alapanyag termelés, melyből cirokgolyó (Agroszemek Kft), cirok liszt (Zöld Forrás 2001 Kft), ciroksör (Vital-Feed Kft) és cirok whisky (Feczák János) készül.

A Zöld Forrás 2001 Kft. cirokmalommal bővült, ahol csak és kizárólag cirok lisztet állítanak elő kiváló minőségben, az étkezési szemescirok alapanyagot az Agroszemek Kft. biztosítja.

A hozzáadott értékű termékeket, mint például cirok lisztkeverék, ciroktészta a Magic Mills állítja elő.

Miért ajánljuk?

Ez az ősi gabona egy üzenet a múltból a XXI. század táplálkozási kihívásaira (*ételallergia, cukorbetegség, elhízás, stb*). A hazai klimatikus viszonyok között rendkívül jól termeszthető, a gabonák közül egyedül toxinmentes és gazdag fehérjékben, ásványi anyagokban. Emellett lassan felszívódó szénhidrátokat tartalmaz, ami alkalmassá teszi az IR-betegek étrendjébe illesztésére is. A cirok alapvetően gluténmentes és mi nagy gondot fordítunk rá, hogy a termék láncban az is maradjon, ahogy arra is, hogy a lehető legkevesebb hozzáadott egyéb összetevővel megfelelő állagú, jól kezelhető és finom tésztákat és egyéb termékeket kínáljunk.

Gluténmentes	<ul style="list-style-type: none"> A cirok természeténél fogva gluténmentes és mi ügyelünk arra, hogy az is maradjon. Nem tartalmaz toxinokat és a GMO is kizárt! 	Vitaminok	<ul style="list-style-type: none"> Jelentős B6 és B3 forrás
Nyomelemek & ásványi anyagok	<ul style="list-style-type: none"> Rendkívül kedvező arányban tartalmaz ásványi anyagokat és nyomelemeket. Különösen gazdag magnéziumban, vasban és káliumban, foszforban 	Fehérje- és rostforrás	<ul style="list-style-type: none"> Több, mint 10%-os fehérje-, valamint rosttartalom Előnye, hogy előbb érezzük magunkat jóllakottnak és támogatja az emésztést is. Ezenkívül hosszabb időre lát el minket energiával, a lassabb felszívódás miatt.
Antioxidáns	<ul style="list-style-type: none"> Magas E-vitamin tartalmával antioxidáns hatású Megköti a szabad gyököket, így támogatva az immunrendszert és segít megelőzni az oxidatív stresszt. 	Finom	<ul style="list-style-type: none"> Az egyik legjobb tulajdonsága egészséges mivolta mellett, hogy nagyon finom. Ráadásul semleges ízének köszönhetően szinte bármihez passzol.

A cégről és a márkáról

Magura Mag és Magic Mills

A Magura Mag Kft 2020-ban született meg két ágazattal: egyfelől az állattenyésztők részére zöld takarmány vetőmag forgalmazására, másrészt, hogy az alapítók által a takarmányozásból már jól ismert cirok új életre keljen az élelmiszeriparban. Ezért létrehoztuk a Magic Mills márkát.

A márka legfontosabb tulajdonsága, hogy a szántóföldi termesztéstől a csomagolásig zárt, AOECS-akkreditált rendszerben zajlik a gyártás. Ezzel biztosítjuk a nyomonkövethetőséget és teljesen kizárjuk a keresztszennyezés lehetőségét az allergének tekintetében. Miért fontos ez? A vásárlóink termékeinkbe vetett bizalma azon nyugszik, hogy pontosan tudják, hogy mit vesznek: ellenőrzött gluténmentes, kiváló minőségű cirok terméket. Állattenyésztésben és humán élelmezésben is hasznos jellemzője a növénynek a beltartalmi értékei, a glutén-és toxinmentesség, de ami a takarmányozásban nem feltétlen pozitív, az az emberek számára kifejezetten az: a lassú felszívódás és a korlátozott emészthetőség.

A termékcsalád bemutatása

A Magic Mills alapvetően két nagyobb termékcsoportha osztható: malomipari termékekre és száraztésztákra.

