



**SZENT ISTVÁN EGYETEM**

**A PETESEJT AKTIVÁCIÓ SEJT- ÉS MOLEKULÁRIS  
BIOLÓGIAI VIZSGÁLATA GABONAFÉLÉKBEN**

Doktori értekezés tézisei

**POLGÁRI DÁVID**

Gödöllő

2017

**Doktori iskola:** *Növénytudományi Doktori Iskola*

**Vezetője:** Dr. Helyes Lajos, az MTA doktora  
egyetemi tanár, intézetigazgató  
SZIE, Mezőgazdasági és Környezettudományi  
Kar  
Kertészeti Intézet

**Tudományága:** Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok

**Témavezetők:** Dr. Sági László *Ph.D.*  
tudományos főmunkatárs, egyetemi magántanár  
MTA ATK Mezőgazdasági Intézet,  
Martonvásár

Dr. Jäger Katalin *Ph.D.*  
tudományos osztályvezető  
MTA ATK Mezőgazdasági Intézet,  
Martonvásár

.....

Dr. Sági László  
témavezető

Dr. Jäger Katalin  
témavezető

.....

Dr. Helyes Lajos  
iskolavezető

## 1. A KUTATÁS HÁTTERE, CÉLKITŰZÉSEK

A földi népességnövekedés következtében felmerülő élelmiszerigény évről évre komolyabb kihívást jelent a mezőgazdaság és az élelmiszeripar számára. A növénynemesítés ezért manapság egyre inkább feszegetni kényszerül a termesztett fajok genetikai terméspotenciáljának határait. Ezen felül a nagy területeken, monokultúrában történő termesztés és intenzív vegyszerhasználat, valamint az éghajlat változása és a globális mobilitás következtében gyakran bukkannak fel olyan virulens kórokozók és kártevők, amelyek ellen az adott élőhelyen termesztett fajták eredendően nem rendelkeznek ellenálló képességgel. Ezek a kórokozók és kártevők rövid idő alatt jelentős károkat képesek okozni, és ez kedvezőtlen években akár regionális éhínséghez is vezethet. Éppen ezért minden társtudomány összefogására szükség van annak érdekében, hogy az alapvető élelmiszerek iránti kereslet és kínálat közti tartós szakadék legalább ne növekedjen tovább.

Az egyre magasabb és stabil terméshozamok eléréséhez minél szélesebb genetikai alapokra épített, bőtermő és kiváló környezeti alkalmazkodó képességgel rendelkező fajták szükségesek. Mivel a hagyományos nemesítés csak lassan vagy egyáltalán nem biztosítja új tulajdonságokat kódoló gének megjelenését a genomban, jelentős előrelépést igazán olyan megoldásoktól várhatunk, amelyek képesek közvetlenül vagy közvetve felhasználni más élőlények és fajok génkészletét, genetikai információját. Ez a folyamat alapvetően kétféle módon valósulhat meg: izolált gének közvetlen beépítésével a géntechnológia alkalmazása révén, vagy idegen fajok (interspecifikus) és nemzetségek közti (intergenerikus) ivaros keresztezéssel.

Az ilyen távoli, idegen fajú hibridek jelentősége a gabonaféléknél azonban egyáltalán nem merül ki a nemesítés bázisának megújításában, hiszen kiváló modellként szolgálnak a (távoli) genomok közti kooperációban szerepet játszó, valamint azt gátló molekuláris mechanizmusok feltárására is.

Utóbbiak közé tartozik az „imprinting” (bevésődés), azaz a szülői genomok epigenetikus szabályozás révén kódolt eltérő expressziós mintázatának tartós vagy ideiglenes megőrzése a fejlődő utódban, vagy az ún. uniparentális kromoszóma elimináció, ami az egyik szülői genom kromoszómáinak tömeges (részleges/teljes) kiesését jelenti elsősorban a korai embriófejlődés mitotikus sejtosztódásai, majd pedig a rákövetkező meiózis során. Az ilyen növények többnyire, a búza  $\times$  árpa keresztezés esetében pedig kivétel nélkül sterilek, és kiegészítő technikák bevonása nélkül nem nevelhető belőlük ivaros utód. A jelenség háttere ma sem teljesen tisztázott, de nagy valószínűség szerint a szülők sejtciklusának diszharmonikus lefutása, vagy a mikrotubulusok és a hiszton fehérjék közötti összeférhetetlenségben keresendő (Sanei és mtsai. 2011). A dolgot még érdekesebbé teszi az, hogy egyes búza-árpa addíciós vonalakban a következő nemzedékbe átjutó apai árpa kromoszómák fixálódnak, más esetekben viszont a meiózisok során újra destabilizálódnak, és csak kis százalékban kerülnek át az utódokba (Szakács és Molnár-Láng 2010). Ezeknek a jelenségeknek a megértése kulcsfontosságú egyfelől a keresztezéses génátvitel hatékonyságának növelése szempontjából, másfelől a keresztezhetőség határainak kitágítása tekintetében is, amelynek révén új, eredeti faj- és nemzetség kombinációk állíthatók elő.

Jól látható tehát, hogy a búza-árpa nemzetség hibrideknek a hasznos nemesítési alapanyag biztosításán túl még fontosabb szerepük lehet a keresztezhetőség jelenlegi határainak kitolásában a gabonafélék körében: ebben a minőségben modellértékűvé válhatnak a genomok közti együttműködés és gátlás megértésében, sőt, talán új jelenségek felfedezésében is. Éppen ezért munkánkban célul tűztük ki a búza  $\times$  árpa keresztezés szisztematikus szaporodásbiológiai, biotechnológiai és genetikai megalapozását, valamint ebből kiindulva egy jól működő hibrid előállítási rendszer kialakítását.

A dolgozatban ismertetett kísérleteket az alábbi célok kitűzése mellett terveztük meg:

- A progámikus szakasz kitüntetett eseményeinek (pollen megtapadása, csírázása és tömlőhajtása a csírákapuig; a hímivarsejtek kibocsátása, transzportja és a nőivari gaméták megtermékenyítése) fény-, fluoreszcencia és konfokális mikroszkópos vizsgálata különös tekintettel az árpa pollen – búza termő kölcsönhatásra.
- A búza embriózsákjában a megtermékenyítést követő (posztgámikus) változások nyomon követése: az ön- és idegen termékenyített ovulumokban lezajló folyamatok összehasonlítása fény- és konfokális mikroszkópos módszerekkel.
- A búza × árpa keresztezések embrió és növénykihozatalának maximalizálása, a legjobban kereszteződő genotípusok, kombinációk, valamint támogató kezelések kiválasztásával.
- A hibrid embriók kimentésének és felnevelésének hatékonyabbá tétele, valamint az in planta fejlődő hibrid embriók összehasonlító szövettani vizsgálata.
- A búza × árpa F1 hibrid nemzedék genomösszetételének elemzése, különös tekintettel a kromoszóma kiesés, illetve bennmaradás folyamatának mélyebb részletekben történő megismerésére.
- Új, az árpával jól kereszteződő dihaploid búza vonalak szelekciója és jellemzése.
- Annak megválaszolása, hogy kémiai kezeléssel lehetséges-e a távoli hibridek embrió és endospermium fejlődésére jellemző abortív defektusok enyhítése vagy kiküszöbölése?

## 2. ANYAG ÉS MÓDSZEREK

### 2.1 Növényanyag

A nemzetség hibridek előállításához anyai szülőként három tavaszi búza fajtát (*Triticum aestivum* L.) használtunk. A nemzetközi referenciának számító ‘Chinese Spring’ mellett egy másik kínai fajta, a ‘Szecsuan’ szerepelt. A harmadik búza genotípus, a CS  $Ph^1$ , a ‘Chinese Spring’ származéka volt, amely az *Aegilops speltoides* (Tausch)  $Ph^1$  génjét hordozza, ezzel gátolva a homeológ kromoszómák párosodását szabályozó  $Ph1$  gént. A hatsoros tavaszi sörárpa (*Hordeum vulgare* L.) fajta ‘Morex’ volt az elsődleges apai partner, másodsorban pedig a ‘Golden Promise’ kétsoros tavaszi sörárpat alkalmaztuk. Belső kontrollként, a hibridek igazolásához, keresztezést végeztünk a haploid indukáló *Hordeum bulbosum*-mal. A keresztezhetőség pozitív kontrolljaként pedig három őszi rozs fajtával poroztunk: ‘Imperial’, ‘Mercator’ (mindkettő *Secale cereale* L.) és az évelő ‘Kriszta’ (*S. cereale* × *S. montanum*).

### 2.2 Nemzetség hibridek előállítása

Az irányított megporzáshoz az anyanövények kalászait az antézis előtt 2-3 nappal kasztráltuk, és celofán zacskóval izoláltuk. A megporzás a virágzás napján kézből pörgetéssel történt. Egy nappal a megporzást követően a kalászok alatti első internódiumba 100 mg/L 2,4-diklórfenoxi-ecetsav vizes oldatot injektáltunk.

Az ivarspecifikusan epigenetikailag inaktivált gének reaktiválásához a növényeket a metilációs mintázat átíródását meggátoló demetiláló ágenssel kezeltük, amit különböző időpontokban a 2,4-D injektálással párhuzamosan végeztünk. A megporzott kalászokból 14 nappal a megtermékenyítést követően kiszedtük és sterilizáltuk a szemkezdeményeket, majd táptalajra kimentettük a fejlődő hibrid embriókat. Az embriók száma és fejlettsége

alapján meghatároztuk a kezelések hatásában kimutatható eltéréseket és a kapott adatokat statisztikailag értékeltük (Polgári és mtsai. 2014).

### **2.3 Mikromorfológiai vizsgálatok a megporzást követően**

A bibe felszínén megtapadt élő és elpusztult pollenszemek láthatóvá tételéhez a megporzott termőket 0, 15, 30 és 60 perccel a megporzást követően Clarke oldatban (jégecet:etanol, 1:3) fixáltuk, majd 75°C-os vízfürdőben 5 percig trypan késsel festettük.

A saját és idegen virágpór funkcióképességének megállapításához a megporzott termőket 10, 30 és 60 perccel a megporzást követően egy éjszakán át Clarke oldatban fixáltuk, majd Na-foszfát pufferben (pH 9) történt mosás után 0,1% anilin kék oldatban 1 órán át szobahőmérsékleten festettük. A megfestett termőkről a bibéket éles szikével levágtuk és fluoreszcencia mikroszkóppal vizsgáltuk.

A pollentömlők in situ vizsgálatához a fixált termőket anilin késsel festettük, majd alkoholsorban víztelenítettük, végül BABB oldatban (benzil-alkohol és benzil-benzoát 1:2 arányú elegye) áttetszővé tettük. A derített termőket kettévágtuk, és a mikropilét tartalmazó termő-felet egy BABB cseppben konfokális mikroszkópban vizsgáltuk.

Az embriófejlődés in situ vizsgálatához megporzás után 24 és 72 órával a termőket kipreparáltuk, majd kettéhasítottuk, és a szabaddá vált magkezdeményeket Clarke oldatban fixáltuk. A sejtmagok jelöléséhez a mintákat először átmostuk, ezután festettük SYTO 63 DNS-specifikus fluorokrómmal, alkoholsorban víztelenítettük, és BABB oldatban derítettük.

A derített termőket és termő-feleket mélyített tárgylemezen 20 µL BABB cseppben 1 mm szilikon távtartó alkalmazásával konfokális lézerpasztázó mikroszkóppal vizsgáltuk. A különböző fluorokrómok specifikus emisszióját a kívánt hullámhosszon HeNe lézerrel történt gerjesztést követően a megfelelő szűrők segítségével detektáltuk.

## **2.4 A hibrid utódnemzedék molekuláris vizsgálata**

### *Áramlási citometria*

A sejtmagok izolálásához az 5-7 napos leveleket jégen, 800 µL izoláló pufferben éles pengével bevagdostuk, és az így kapott, sejtmagokban gazdag szuszpenziót 40 µm pórusátmérőjű szűrővel ellátott csövekbe szűrtük. Az izolátumot 25 µg/mL koncentrációjú propidium jodiddal 3 percig festettük, majd a méréseket FACScan™ citométerrel végeztük.

### *Molekuláris markerezés*

Az utódnemzedék genomösszetételének meghatározásához az apai genom kromoszómáira specifikus primereket terveztünk, és ezekkel a növényekből izolált DNS templáton 20 µL végtérfogatban polimeráz láncreakciót végeztünk. A reakciótermékből 10 µL-t 2% agaróz gélen futtatva, az elválasztás eredményét etídium bromidos festés után géldokumentációs rendszerrel rögzítettük.

### *Genomi (GISH) és fluoreszcens (FISH) in situ hibridizáció*

A meiózis állapotú portokokot Clarke oldatban fixáltuk, tárgylemezen előkészítettük és -20°C-on tároltuk. Az árpa összes DNS-ből nick translációval állítottuk elő a digoxigenin-16-dUTP-vel jelölt próbát. A GISH technikát Szakács és mtsai. (2013) leírása alapján hajtottuk végre. Blokkolóként jelöletlen búza DNS-t használtunk, amit a próba harmincszoros koncentrációjában adtunk a reakcióhoz. A FISH vizsgálathoz a preparátumról az előzőleg kapott GISH jeleket 50%-os formamidban 42°C-on eltávolítottuk, majd a centroméra körüli heterokromatinra specifikus (GAA)<sub>7</sub> próbával ismét hibridizáltunk.



### **3. EREDMÉNYEK**

#### **3.1 A progámikus (prefertilizációs) szakasz citológiája**

A búza bibe felszínén megtapadt búza és árpa virágporszemek életképességében nem volt számottevő különbség. Az első vizsgálati időpontban – 15 perccel a megporzást követően – a búza pollen 44,6%-a bizonyult élőnek, és az árpánál ez az érték 40,2% volt. Az ezt követő időpontokban – 30 és 45 perccel a megporzás után – az árpa pollen ismét a búzáéval közel megegyező vitalitást mutatott: a búzánál 22,8%, illetve 32,4%, míg az árpa esetében 24,3%, illetve 35,3% volt az élő virágporszemek gyakorisága. A saját és az árpa pollen vitalitása között jelentős eltérés csupán 60 perccel a megporzást követően volt tapasztalható, amikor az élő búza virágporszemek gyakorisága (19,1%) több, mint kétszerese volt az árpáénak (7,6%).

Mind a búza, mind pedig az árpa pollen által hajtott tömlők képesek 1 óra alatt elérni a csírapaput, és be is jutottak azon, elérve a szinergida sejtek filiform apparátusát. Mindkétfele porzásnál találtunk olyan pollentömlőket is, amelyek a csírapapun még nem léptek be ugyan a fixálás pillanatában, de néhány mikrométerre megközelítették azt, valamint olyanokat is, amelyek a termő háti oldalán az integumentum és a magház falának belső epidermisze közti térben tartottak éppen a csírapapu irányába.

#### **3.2 A posztgámikus (posztfertilizációs) szakasz citomorfológiája**

Hús preparált ovulumot megvizsgálva, három esetben a zigóta első osztódásával bezáruló első sejtciklus a kontroll termőkkel megegyező módon, teljesen végbement. Egy alkalommal a zigóta épp az első mitózis metafázisában tartózkodott, és jól látható volt az osztódási orsó, valamint a mikrotubulusok és a sejt középvonalában felsorakozó erősen kondenzált kromoszómák. Ebben az esetben a korai sejtosztódások alatt végbemenő apai

kromoszóma eliminációt is sikerült közvetlenül „tetten érni”, megerősítve ezzel azokat az eredményeket, amelyek szerint az árpa kromoszómák a tökéletlen centroméra/mikrotubulus kapcsolatok miatt alkalmanként lemaradnak. Egy esetben sikerült közvetlenül a megtermékenyülés előtti állapotot is megfigyelnünk.

A 3 napos embriók nagy része gömbstádiumú volt, ami körülbelül 1 napos lemaradást jelent a csepp alakú, kontroll embriókhoz képest. Az endospermium minden esetben néhány sejtmagvas, fejletlen struktúra formájában volt látható.

### **3.3 Intergenerikus búza-árpa hibrid növények előállítás 2,4-D kezeléssel**

Az árpával legjobban keresztezhető búza genotípusnak a ‘Szecsuan’ bizonyult, aminél a megporzott virágok 14%-ából sikerült növényeket felnevelnünk. Ezt követte a ‘Chinese Spring’  $Ph^I$  5,8%-os növény kihozatallal, míg a leggyengébb eredményt a ‘Chinese Spring’ hozta, mivel a megporzott virágoknak mindössze 2,3%-ából tudtunk életképes növényeket felnevelni.

A növények elemzését többféle módszerrel elvégezve kapott részeredményeket egymással összevetve átfogóan értékeltük. Negyvenkét lehetséges hibrid növény, valamint 6 db *H. bulbosum*mal végzett keresztezésből származó haploid belső kontroll mintáit vizsgáltuk meg részletesen. Az esetek 85%-ában (41 minta) legalább két módszerrel kaptunk értékelhető eredményt. Az adatok összesítése után megállapítottuk, hogy a hibrid populáció mindössze három egyede (7,1%, 1-1 mindhárom búza genotípussal) mutatkozott teljes hibridnek, azaz a 21 anyai kromoszóma mellett a 7 db apai kromoszómát is tartalmazta legalább egy példányban. További hét növényben (14,2%, szintén mindhárom búza genotípussal) volt kimutatható az apai genom egy része (legalább 2 db kromoszóma).

Öt növénynél (11%, négy esetben kromoszóma markerrel és egy esetben GISH-sel) találtuk jelét a szülői genomok közötti átrendeződésnek. Az alkalmazott módszerekkel a minták 96%-ában (46 növény) a genomösszetételt pontosan meg lehetett határozni. Mind a tíz növénynél, amelynél a háromféle vizsgálat elvégzésre került, 100%-ban azonos eredményt kaptunk.

### **3.4 Intergenerikus búza-árpa hibrid növények előállítás demetilációs kezeléssel**

Három nappal a megporzást követően az öntermékenyített kontroll és a demetilációs kezelést kapott termőkben található embriók méretében és fejlettségében nem volt jelentős eltérés. Az embriók mindkét esetben átlagosan 10-20 sejtből álltak, és 50-60 µm hosszúságú, csepp alakot vettek fel. A legszembetűnőbb eltérés az endospermium méretében és megjelenésében mutatkozott. Az árpával termékenyített és kezelt szemkezdeményekben az embriók mellett nagyon ritkán volt jelen endospermium, és amikor igen, akkor az esetek döntő többségében ez egy néhány sejtmagból és citoplazmából álló, csökevényes struktúra volt. Két szemkezdeményben az endospermium méretében és fejlettségében nem maradt el jelentősen az öntermékenyített kontrollétól, és egy ízben az endospermium méretében felül is múlta azt, továbbá szerkezetében is jelentősen elért a kontroll endospermiumoktól.

A 6 napos, árpával termékenyített, kezelt szemkezdeményekben az embriók méretükben és megjelenésükben a kontroll embriókhoz hasonlóak voltak, de az endospermium mérete széles skálán változott a teljesen hiányzótól az egészen lesejtessedett állapotig.

Két héttel a megporzást követően az árpaporzásból kapott 2351 szemkezdemény nagy része (81%) már üres volt, és sem embriót, sem endospermiumot nem tartalmazott.

Az embriót tartalmazó szemkezdemények (332 db), 78,3%-ában (260 db) az embriók méretben jelentősen elmaradtak az öntermékenyített szemkezdeményekben fejlődő társaiktól. Ezekben a szemkezdeményekben sohasem volt jelen az embrióhoz kapcsolódó endospermium. Ugyanakkor 66 esetben (19,9%) az embriók fejlettségben és méretben azonosak voltak az öntermékenyített, kontroll szemkezdeményekben találhatókcal. Ezek mellett az embriók mellett mindig volt legalább az embrió méretével azonos méretű kocsonyás szerkezetű csökevényes endospermium. Ugyan csak négy esetben (1,2%), de a fejlett embrió mellett nagy, az egész szemkezdeményt kitöltő, az öntermékenyült kontrollhoz hasonló, bár attól kisebb méretű endospermium is fejlődött. Az ilyen szemtermések az érést követően ráncosra száradtak, de a csíranagyalom megtörése után nedves szűrőpapíron önállóan kicsíráztak, majd életképes növényé fejlődtek. Két esetben (0,6%) a szemkezdemények belsejében az endospermium helyén egy másik embriószerű képlet (embrioid) fejlődött.

Az embriókból regenerált 210 növény kromoszóma(kar)-specifikus markerelemzése alapján 80%-uk tartalmazott legalább 1 árpa kromoszómát. Az árpa kromoszómák bennmaradása (és így kiesése) nem mutatott preferenciákat, ezért a kromoszómaelimináció folyamata a vizsgált populációban véletlenszerűnek tekinthető.

#### 4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

- A szaporodás progámikus szakaszában a saját (búza) és az árpa pollenszemek életképességét, valamint a pollentömlők hajtását a búza bibén összehasonlítva megállapítottuk, hogy a vizsgált genotípus kombinációk esetében nem tapasztalható lényegi eltérés. Mind a búza, mind az árpa pollen hasonló mértékben csírázott, hajtott tömlőt, és a csírákapun keresztül nagy gyakorisággal elérte a szinergida sejteket.
- A szaporodás posztgámikus szakaszában a búza × árpa hibrid embriók fejlődése az öntermékenyítettekhez képest fokozatosan lelassult: a porzást követő 3. npra átlagosan körülbelül 1 napnak megfelelő lemaradás alakult ki. Az endospermium esetében ez a különbség még szembetűnőbb volt.
- Az öntermékenyített és a búza × árpa hibrid szemkezdemények további összehasonlító vizsgálatai során megállapítottuk, hogy utóbbiak fejlődése a 3. naptól egyre nagyobb mértékben lemarad. A lényegi különbség a két vizsgált csoport között, hogy a hibrid endospermium fejlődése néhány gyors osztódást követően elakadt, ami végső soron az embriók növekedésének teljes leállításához vezetett. A megporzást követő 3-14. nap között a hibrid embriók sikerrel kimenthetők és növényekké nevelhetők.
- Új genotípus kombinációk alkalmazásával, valamint kémiai kezelésekkel minden eddiginél magasabb, átlagosan 30% (maximum 41%) embrió kihozatalt értünk el, és az embriók közel négyötödéből (78%) növényeket regeneráltunk. Ez a hatékony hibrid előállítási rendszer már alkalmas a jövőben genomikai vizsgálatok kivitelezésére.
- Egy nagy, 210 felnevelt hibrid növény populációban molekuláris módszerek (áramlási citométer, kromoszóma-specifikus DNS markerek és GISH) alkalmazásával megállapítottuk, hogy az egyedek mintegy 20%-a hiánytalanul örökölte mindkét szülői genomot, míg 60%-ukban az árpa genom legalább egy kromoszómája kiesett a fejlődés során. Végül szintén

kb. 20%-ban anyai haploidokat kaptunk, amelyekből az apai genom teljesen kiesett, feltehetően még az embrionális fejlődés korai szakaszában. Ezek az arányok lényegesen kedvezőbbek az eddig leírtaknál, és hatékony hibrid előállítását tesznek lehetővé.

- Modern mikroszkópos elemzés és klasszikus citogenetikai ismeretek ötvözésével már a zigóta első osztódása során igazoltuk a korai kromoszóma kiesés jelenségét, és egy lemaradó árpa kromoszómát (5H) sikerrel azonosítottunk.
- A kizárólag anyai genommal rendelkező haploid növények genomjának duplikálásával fertilis dihaploid (DH) növényeket állítottunk elő, amelyek eredetileg kétségtelenül árpa termékenyítésből és uniparentális genomelimináció révén keletkeztek, így homozigóták lehettek minden olyan allélra, amelyek az árpával keresztezhetőséget befolyásolják. Ezekből a DH vonalakból új, a korábbiaknál jobb tulajdonságokkal rendelkező keresztezési alapanyagot szelektáltunk.
- Megállapítottuk, hogy demetilációs kezeléssel késleltethető az endospermium fejlődésének leállása, sőt bizonyos esetekben annyira kitolható, hogy szinte normális anatómiájú és funkciójú endospermium fejlődik. Ezzel a módszerrel elsőként állítottunk elő búza × árpa keresztezésből autonóm csírázásra képes szemterméseket.

## 5. IRODALOMJEGYZÉK

Polgári D, et al. (2014) Plant Cell Rep 33:1323–1331. doi: 10.1007/s00299-014-1618-3

Sanei M, et al. (2011) Proc Natl Acad Sci USA 108:498–505. doi: 10.1073/pnas.1103190108

Szakács É, Molnár-Láng M (2010) Genome 53:35–44. doi: 10.1139/g09-085

Szakács É, et al. (2013) J Appl Genet 54:427–433. doi: 10.1007/s13353-013-0167-8

## 6. PUBLIKÁCIÓS TEVÉKENYSÉG

*Nemzetközi lapokban megjelent, impakt faktoral rendelkező tudományos cikkek (IF, angolul):*

**Polgári D.**, Cseh A., Szakács É., Jäger K., Molnár-Láng M., Sági L. (2014) High-frequency generation and characterization of intergeneric hybrids and haploids from new wheat barley crosses. Plant Cell Reports 33:1323-1331. **IF=3,071**, DOI 10.1007/s00299-014-1618-3

Jäger K., Miskó A., Fábrián A., Deák C., Kiss-Bába E., **Polgári D.**, Barnabás B., Papp I. (2015) Expression of a WIN/SHN type regulator of wheat triggers disorganized proliferation in the *Arabidopsis* leaf cuticle. Biologia Plantarum 59:29-36. **IF=1,665**, DOI 10.1007/s10535-014-0471-0

*Hazai tudományos lapokban megjelent tudományos cikkek (nem IF, angolul):*

**Polgári D.**, Kalapos B., Tisza V., Kovács L., Kerti B., Heszky L., Kiss E. (2010) *In silico* analysis of a putative *SPIRAL* gene related to strawberry ripening. *Acta Agronomica Hungarica* 58:267-272. DOI 10.1556/AAgr.58.2010.3.9

*Referált konferencia kötetek/Proceedings:*

**Polgári D.**, Sági L. (2014) „Globalization” in the sexual reproduction of cereals. „Advances in plant breeding & biotechnology techniques” Pannonian Plant Biotechnology Association Conference for PhD Students in Plant Biology, Mosonmagyaróvár, 27–29 April 2014, pp. 22-23.

*Angol nyelvű konferencia absztraktok/Abstracts:*

Jäger K., Fábíán A., **Polgári D.**, Barnabás B., Papp I. (2014) Expression of WIN/SHN type regulator of wheat triggers disorganized proliferation of *Arabidopsis* leaf cuticle. FIBOK 2014, Szeged, 07 March 2014, p. 24.

**Polgári D.**, Jäger K., Sági L. (2013) „Globalization” in the sexual reproduction of cereals: Wider choice, better hybrids. *Studia Universitatis Babes-Bolyai Biologia* 58:55. Plants for the Future Conference, Cluj-Napoca, 30 September – 2 October 2013

Jäger K., Fábíán A., **Polgári D.**, Barnabás B., Papp I. (2013) Identification of epidermal traits relevant to drought stress tolerance in wheat. InterDrought IV Conference, Perth (Australia), 02 September 2013, p. 130.



*Magyar nyelvű konferencia absztraktok:*

- Polgári D.**, Fábíán A., Mihók E., Szakács É., Sági L. (2017) Búza × árpa intergenerikus hibridek hatékony előállítása. XXIII. Növénynevelési Tudományos Nap, Budapest, 2017. március 07., p.
- Polgári D.**, Fábíán A., Szakács É., Sági L. (2016) Búza-árpa intergenerikus hibridek kromoszómakiesésének citológiai és molekuláris jellemzése. XXII. Növénynevelési Tudományos Nap, Budapest, 2016. március 10., p.
- Polgári D.**, Fábíán A., Jäger K., Sági L. (2015) A prefertilizációs fejlődési szakasz szövettani jellemzése intergenerikus búza-árpa keresztezésekben. XXI. Növénynevelési Tudományos Napok, Martonvásár, 2015. március 11-12., p. 113
- Polgári D.**, Jäger K., Cseh A., Molnár-Láng M., Barnabás B., Sági L. (2013) Genom átépítés távoli búzahibridekben. XIX. Növénynevelési Tudományos Nap, Keszthely, 2013. március 07. p. 130.
- Polgári D.**, Jäger K., Cseh A., Molnár-Láng M., Barnabás B., Sági L. (2012) Genom átépítés távoli búzahibridekben, ATK Tudományos Nap, Martonvásár, 2012. november 14. p. 58.

*Angol nyelvű szakmai előadások:*

- Polgári D.**, Sági L. (2014) Fertilization and alien chromosome distribution in intergeneric hybrids. PPBA, Advances in Plant Breeding and Biotechnology Techniques, Mosonmagyaróvár, 28 April 2014
- Polgári D.**, Sági L. (2014) „Globalization” in the sexual reproduction of cereals wider choice better hybrids? Festetics Imre Mezőgazdasági Biotechnológiai Szakkollégium, Szent István Egyetem, Gödöllő, Febr. 2014

*Magyar nyelvű szakmai előadások:*

**Polgári D.**, Sági L. (2013) „Globalizáció” a növények szexuális életében:  
Leépülő korlátok a párválasztásban. Pannon Tudományos Nap,  
Nagykanizsa, 2013. október 17.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönöm az MTA ATK főigazgatójának, **Prof. Balázs Ervin** úrnak, az MTA rendes tagjának, hogy lehetővé tette dolgozatom elkészítését, amihez az anyagi fedezetet az OTKA K101786 sz. projekt biztosította. Szintén köszönettel tartozom **Prof. Heszky László** és **Prof. Hornok László** akadémikus uraknak a támogatásért, hogy posztgraduális tanulmányaimat a Szent István Egyetem Növénytudományi Doktori Iskolájában végezhettem el.

Köszönet illeti meg **Prof. Barnabás Beáta** akadémikust, korábbi osztály- és társ-témavezetőmet, aki amellet, hogy fölkelte érdeklődésemet a növényi szaporodásbiológia iránt, hasznos tanácsokkal és észrevételekkel segítette munkámat. Köszönettel tartozom **Dr. Jäger Katalinnak**, jelenlegi osztály- és társ-témavezetőmnek a mikroszkópos és szövettani munkák során nyújtott segítségéért és tanácsaiért.

Hálás köszönet témavezetőmnek, **Dr. Sági Lászlónak**, amiért hat év során mind szakmailag, mind emberileg támogatott, és mérhetetlen türelemről tanúbizonyságot téve mindig megtalálta a módját, hogy visszatereljen a helyes útra. Köszönetemet fejezem ki a Sejtbiológiai Osztály valamennyi munkatársának. **Dr. Fábíán Attilának** a mikroszkópos munkák mellett a dolgozatom elkészítése során adott hasznos tanácsait, **Gondos Erikának** a növényanyag kezelésében és a szövettenyésztésben végzett munkáját nagyra értékelem. Hálás köszönettel tartozom **Békné Kapral Emesének** a mindennapi munkám során nyújtott nélkülözhetetlen segítségéért, valamint azért, hogy a legmonotonabb munkákat is képes volt szórakozássá változtatni. Szeretnék köszönetet mondani **Eitel Gabriella** és **Mihók Edit** doktoranduszoknak a szaporodásbiológiai vizsgálatok során nyújtott segítségükért, valamint **Fodor Szilviának**, aki a tiszta eszközöket biztosította a vizsgálatokhoz.

Köszönettel tartozom **Dr. Juhász Angélának** és **Dr. Soós Vilmosnak**,

a proteomikai és a molekuláris markeres kísérletekhez nyújtott segítségükért, valamint hogy rendelkezésemre bocsátották az Alkalmazott Genomika Osztály műszereit és eszközeit. Köszönet illeti meg **Dr. Lángné Molnár Mártát, Dr. Linc Gabriellát, Dr. Cseh Andrást** és **Dr. Szakács Évát** az együttműködésért a molekuláris és citológiai munkák során. Köszönöm a Molekuláris Biológia Osztály doktoranduszainak, **Boldizsár Ákosnak** és **Kalapos Balázsnak** a dolgozatom elkészítése során nyújtott technikai tanácsait. Köszönettel tartozom **Kőszegi Ferencnének** az adminisztrációs teendőkből vállalt segítségéért.

Végül, de nem utolsó sorban köszönöm **Feleségemnek** és **Szüleimnek** a türelmet és megértést, amivel munkámat és dolgozatom megírását végig kísérték.