

OPPONENSI BÍRÁLAT

Halász Júlia

„Csonthéjas gyümölcsfajok termékenyülési viszonyainak genetikai háttere”
című MTA doktora értekezéséről

A csonthéjas gyümölcsfajok gazdasági jelentősége világviszonylatban számottevő és általánosan elfogadott. Bár részarányuk a világ összes friss gyümölcstermésén belül elenyésző, de jelentős a gyümölcsök táplálkozásbiológiai értéke, s a piaci forgalomban, a gyümölcsfogyasztásban és a feldolgozásban szerepük folyamatosan bővülő. E fajoknál az intenzív nemesítési munka eredményeként relatíve gyors a fajtaváltás, ezért is indokoltak a termésbiztonságot elősegítő folyamatos kutatások. S bár a csonthéjasok hazai termesztési jelentősége az utóbbi évtizedekben sajnálatosan lefelé tartó ívvel jellemezhető, viszont a termékenyülési viszonyok genetikai hátterének megismerése érdekében végzett kutatások hatása nemzetközi szintű. Tehát nem lehet vita tárgya a választott téma gyakorlati és tudományos jelentősége, aktualitása.

A benyújtott MTA doktora értekezésben és az abból kivonatolt tézisekben a szerző a PhD fokozat megszerzése után a Rosaceae család *Prunus* nemzetségébe tartozó öt gyümölcsfajjal kapcsolatos kutatásairól ad számot. Kutatási célkitűzéseit számonkérhető módon gyümölcsfajonként fogalmazta meg attól függően, hol áll az egyes témák tekintetében a globális kutatás. A diploid mandula és kajszi, a tetraploid meggy, a hexaploid európai szilva és a dokozaploid babérmeggy fajokra alapozott kutatások tematikus felfogásban is széleskörűek voltak. A vizsgálati célok a S-genotipizálás módszereinek fejlesztése mellett a fajták S-RN-áz alléljainak azonosítására, a termékenyülési interinkompatibilitási csoportok kialakítására vagy bővítésére, a kapott eredmények alapján a genetikai és földrajzi variabilitás vizsgálatára, az öntermékenyülés genetikai hátterének megismerésére, fontos filogenetikai és evolúciós részismeretek megvilágítására fókuszáltak. Mondhatnánk, a szerző mind a fajok, mind a kitűzött vizsgálati célok tekintetében a szükségesnél nagyobb feladatot vállalt, de az anyag elolvasása után megértettem azon döntését, miszerint a jelentős külföldi szakfolyóiratokban megjelent publikációiból az értekezésben minél többet be akart mutatni.

Bírálatomban - az eddigi akadémiai gyakorlatnak és az elvárásoknak is megfelelni szándékozva - három fő területen fogalmazom meg észrevételeimet.

Értékelés alaki szempontból:

A bírálatra benyújtott igényes kivitelezésű értekezés 150 számozott oldalból áll, s alkalmas a kérelmező eredeti, önálló tudományos teljesítményének megítélésére. A tartalmi részt jól kiegészítő két táblázatos melléklet, az új eredmények publikációs listája, a címlapok, a köszönetnyilvánítás és a 18 oldal terjedelmű irodalomjegyzék nélkül 127 oldal az értekezés alapfejezeteinek terjedelme. A dolgozat elején található a részben decimális számozású tartalomjegyzék, majd a rövidítések jegyzéke, melyben helyeselhetően angol és magyar nyelvű meghatározás is van. A belső tagolás megfelelő, a bevezetés (2 oldal) után hat decimális számozású fejezet keretében arányos terjedelemben mutatja be a szakirodalmi előzményeket, a célkitűzéseket, az anyag és módszert, az eredményeket, az eredmények megvitatását és a következtetéseket, végezetül az új tudományos eredményeket.

A dolgozat szövege alapvetően érthető, stílusa a sok idegen szó használatával együtt is olvasmányos, s egy-két elütéstől eltekintve nem találtam súlyos alaki hiányosságokat. A szakkifejezések használata általában megfelelő, s a „szabad megporzás” is általánosan használatos a terméskötődés egyik módjának megnevezésére, de legalább az első említéskor vagy a táblázatcímbe helyesebb lett volna a szakmailag szabatosabb „szabadon elvirágzó virágok terméskötődése” kifejezést használni. Az ábrák és táblázatok kivitelezése minden tekintetben megfelelő, a bemutatni kívánt eredményeket jól szemléltetik, önmagukban is jól értelmezhetők, s azok a hivatkozó szöveges részek között helytakarékosan, könnyen elérhetően, jól követhető formában lettek beszerkesztve. A betűrendbe

sorolt irodalomjegyzék a forrásmunkák elérhetőségéhez és azonosításához szükséges információkat pontosan tartalmazza. A bibliográfiai adatokat az előírásoknak megfelelően közli.

A 20 oldal terjedelmű tézisekben a téma jelentőségének megvillantását követően a célkitűzések és az új tudományos eredmények felsorolása történik meg, majd a következtetések után az új tudományos eredmények alapját képező 14 lektorált cikk, valamint az értekezés témájához közvetlenül nem kapcsolódó D, Q1 és Q2 besorolású 23 publikációk jegyzéke következik. S bár az értekezést elbíráló opponensnek nem feladata ezek minősítése, nem mehetünk el annak megemlítése nélkül, hogy gyümölcs szakágban ez a teljesítmény hazai szinten élenjáró, de nemzetközi szinten is dicséretes.

Értékelés szerkezeti szempontból:

Az értekezés elkészítése logikus és jól áttekinthető. A szerkezeti felépítés nagyrészt megfelel a szokásoknak. Azzal a kivétellel, hogy nincs összefoglalás, továbbá szokatlan módon a gyakorlati hasznosulást is tartalmazó következtetések fejezet megelőzi az új tudományos eredményeket, hiszen ezzel és az új tudományos eredményekhez kapcsolódó publikációk listájával zárul az értekezés lényegi része. Az Agrártudományi Osztály nem határozott meg követelményeket az MTA doktora értekezések szerkezetével kapcsolatban, vagyis a szerző nem hibázott, de szerencsésebb lett volna új tudományos eredmények – következtetések – összefoglalás sorrendű fejezetekkel befejezni az érdemi tartalmat. Hiszen az érdeklődők gyakran az összefoglalásból tájékozódnak, s jelen esetben a tézisek sem helyettesítik ezt. Ami őszintén szólva nem is kívánatos, önmagában a rövid téziszűzet szerkezete az elvárásoknak teljességgel megfelel.

A dolgozat egész szerkezetében helyeselhető szerző azon döntése, hogy a vizsgált fajokat növekvő ploidiaszintnek megfelelő sorrendben mutatja be, bár ez az elv az irodalmi áttekintésben némileg sérült, mert a kajszi két helyen is a meggy mögé került. S kritikaként felvethető, hogy mi értelme volt az irodalmi áttekintés egyes témaköreibe olyan fajokat bevonni (cseresznye, japánszilva, japánkajszi, őszibarack), amelyek vizsgálata nem tárgya az értekezésnek? Hiszen e teljességre törekvés miatt nem maradt oldaltér az összefoglalás fejezetre.

A szöveg megfelelően tagolt, s jól értelmezhető. A fejezetek, illetve alfejezetek címe és tartalma között teljes az összhang. Elégedettek lehetünk a fejezetek arányosságával is. Az értekezés érdemi részén belül a saját eredmények 37%, az irodalmi áttekintés 32%, a megvitatás 20%, az anyag és módszer 6% arányt tesz ki.

Itt jegyzem meg, hogy a munka és az eredmények megértését segítő 13 szöveg közti táblázat és 46 ábra, valamint a mellékletbe helyezett további 2 táblázat jól áttekinthető, a szerző színek, kiemelések alkalmazásával irányítja a figyelmet a lényegi részekre, s esetenként bravúros ábrázolási módokkal segíti az olvasót a megértésben. Az ábrák egy része az oktatásban is jól alkalmazható.

Értékelés tartalmi szempontból:

Mindenekelőtt kifejezem maximális elismerésemet, Halász Júlia ezen disszertációval is bizonyította kivételes alkotó és szintetizáló képességét, hiszen a kutatási eredményeiből megjelent publikációit az olvasó számára nemcsak követhető és érthető, hanem ténylegesen élvezhető összeállításban mutatta be. Az értekezés megbízható, hiteles és új adatokat tartalmaz, a célok és eredmények bemutatása között teljes a koherencia.

Az irodalmi áttekintés kellő részletességgel tárja az olvasó elé a kutatások eddigi irodalmi hátterét, a naprakész globális információkat a hazánkban jelentős csonthéjas gyümölcsfajok termékenyülési rendszereinek genetikai hátteréről. Világos képet kapunk arról, milyen eredmények ismeretében kezdte kutatásait a szerző. Például a vizsgált fajknál rögzítette a kutatás kezdetekor ismert S allélokat. Az önmeddőség hazai kutatásának rövid története részben nagyon jó megoldás volt a külföldi és magyar új ismeretek időben párhuzamos bemutatása. A szerző – a saját új tudományos eredményeit is bemutató publikációk zömét is beleértve – 2022-ig bezárólag összesen 593 db forrásmunkát dolgozott fel, melyek 93%-a idegen nyelven jelent meg. Megjelenési időben a tárgyhoz szorosan tartozó legrégebbi értékes forrásmunkák – részben kevésbé ismert szerzők tollából – az 1820-as évek

datálhatók. Szerző utal ezek figyelmen kívül hagyására egy évszázaddal később Angyal Dezső részéről, s magam is fokozhatom ezt híres pomológusunk, Bereczki Máté megemlékezésével. Ő ugyanis az 1880-as években, saját gyűjteményes kertjének értékelésekor többször is kitért a termékeltlenségre. Bizonyos fajtákról említi, hogy „*virágai meddők lévén nem kötnek ép gyümölcsöket*”, s ezek „*örökös meddőségükkel folyvást arra emlékeztetnek bennünket, hogy milyen haszontalan volt a munka, melyet elültetésükre és gondozásukra fordítottunk, s mily sárba dobott pénz volt az, amit érettük kiadtunk*”. Rendkívüli olvasottsága ellenére az okokat ő is a környezeti tényezők nem megfelelő voltában kereste. S ha már az elődöknél tartunk, kifogásolom Nyujtó Ferenc (kajszi) és Soltész Miklós (alma) megemlézésének kihagyását a gyümölcsfák termékenységének vizsgálatával foglalkozó hazai kutatók közül.

Az anyag és módszer fejezetben korrekt a vizsgálatba vont növényanyag bemutatása, de a házi szilva esetében jó lett volna tudatni, hogy a mintákat kertekből vagy ténylegesen vadon termő állományokból gyűjtötték-e. Hitelesen bemutatja az alkalmazott laboratóriumi vizsgálati módszereket, melyek megfelelnek a reprodukálhatóság követelményeinek is. Jól áttekinthető az adatok értékelésének mikéntje is, viszont eléggé szűkszavú a tesztkeresztelések ismertetése, bár az eredményeknél ezek némileg pótolva lettek. S teljesen kimaradt a pollentömlőnövekedési vizsgálatok leírása. Hol, mennyi egyeden, hány ismétléssel lettek ezek a vizsgálatok elvégezve?

Helyeselhető az eredmények és a megvitatás fejezet különválasztása, s mindkettő tökéletesen megfelel az elvárásoknak. Fajonként egyben értékelve a két rész tartalmát az alábbi megjegyzések tehetők.

A mandula esetében értékes új adatokkal egészítették ki az S genotípust érintő korábbi ismereteket, s a vonatkozó megvitatási rész végén szerző a globális eredményeken belül jól érthetően összegzi saját felfedezéseit. A mandula esetében a 13. ábrán is bemutatott öt új S-allélt (S_{31H}, S₃₆, S₃₇, S₃₈, S₃₉) azonosítottak, s felvetődhet a kérdés, hogy ezek közül az utolsónál a 14. ábrán miért nem lett bemutatva a részleges, származtatott aminosav-szekvenciák illesztése?

A kompatibilitási csoportok értekezésben való közlésébe is becsúsztak elírások, hiszen ellentmondás tapasztalható az új tudományos eredményekben, az 5.1. fejezet szöveges részében, illetve a 6. táblázatban megnevezett új inkompatibilitási csoportok között. Lényegében a 6. táblázat utolsó oszlopa hibás, mert a 99. oldalon a szövegben megnevezett XIII. helyett itt X., a XXI. helyett XXVII., a XXII. csoport helyett pedig XXVIII. csoport van feltüntetve.

Az inkompatibilitások ellenőrzésével kapcsolatban is felmerülhetnek megválaszolendő kérdések. A Nyikitszkij 707 genotípus nem szerepel a tesztkereszteléses 5. táblázatban, miközben az 58. oldal alján szerző kijelenti, hogy „*a három 'Nyikitszkij' klón kölcsönös inkompatibilitása is igazolódott*”.

Az SSR vizsgálatok alapján figyelemre méltó a 86 mandulafajta és -genotípus genetikai távolságát bemutató törzsfa, hiszen a dendrogram az egyes populációkon belül, valamint a populációk között is jelentős genetikai variabilitást mutat. A legtöbb egyedi allélszám és a legnagyobb allélszám (8,45) is a magyar genotípusokban volt jelen.

Köszönhetően talán annak, hogy a jelölt már a PhD kutatásaiban meghatározta 51 gazdaságilag jelentős kajszifajta és értékes nemesítési alapanyag S-genotípusát, a kajszi kutatások meghatározó részt képviselnek az értekezésen belül. Szakmailag érthető és kellően indokolt volt a törökországi, a marokkói és a tunéziai genotípusok vizsgálatba vonása, hiszen ezek S-allél-készlete nemcsak a termesztők és nemesítők számára jelentett új információt, hanem a faj kultúrevolúciós történetére vonatkozó ismereteinket is jelentős mértékben gazdagította.

Új S-allélok sorozatára derült fény. Az S₃- és S₆-allélok 1. intron régiójának méretét (269 bp, illetve 423 bp méretűek) elsőként határozták meg. Azonosították az S₁₁-allélt, és igazolták, hogy a 'Kayisi Erigi' fajta egy *P. armeniaca* × *P. salicina* hibrid, melynek másik allélja valamennyi kajszi S-alléltól eltérő, mivel a diploid szilva szülőfajától származik. Új, az öntermékenyülést előidéző S-allélt azonosítottak (SFB_{c2}). Elismerésre méltó a korábban nem azonosított allélok konzekvens ellenőrzése akár új

primerpárok tervezésével. Jelölt tizenötöt növelte az inter-inkompatibilitási csoportok számát, új CIG csoportokat alkottak meg (III-XVII). Bizonyították, hogy nem egyöntetű az S-allélok földrajzi előfordulása és gyakorisága, s leírták földrajzi elterjedésüket. Megállapították, hogy az észak-afrikai elterjedésű kajszi genotípusok genetikai variabilitása felülmúlta az európai területeken termesztett kajszi fajtákat, jelezve az eltérő szelekciós hatásokat.

A 107. oldalon közöltek szerint tizenkilenc genotípus esetében az irányított szabadföldi öntermékenyítést követő pollentömlőnövekedési és gyümölcskötődési arány vizsgálatával igazolták, hogy az S_C-allélt hordozó egyedek valóban öntermékenyülők, míg a többi egyed önmeddő. Jómagam viszont nem találtam a dolgozatban ezen tömlőnövekedési vizsgálatok részletes bemutatását.

Jelölt egyik híres felfedezése a Falling Stones (FaSt) elnevezéssel illetett, nem autonóm AT-motívumokban gazdag transzpozon azonosítása. Igazolták, hogy a DNS transzpozon inszerciója okozta a SFB_C és SFB_{C2} haplotípusok funkcióvesztését. FaSt homológ, *Prunus*-specifikus szekvenciákat azonosítottak őszibarack, cseresznye és cseresznyeszilva esetében. Jó lenne tudni, mi lehet az oka annak, hogy a Rosaceae családon belül csak a *Prunus* fajokban találtak FaSt transzpozonokat?

Jelen értekezésben megtalálható az elnevezés ötletének indoklása, leleményesen összefüggésbe hozva a csonthéjasok, a hulló kavicsok s a csavargókra utaló Rolling Stones együttes közötti kapcsolatokat. Fajtanemesítőként, új fajtanevek alkotójaként örömmel nyugtáztam e találó név megalkotását.

A kajszi végzett kutatómunka tudományos és gyakorlati jelentőségét az is kiemeli, hogy amint a jelölt azt a gyakorlati hasznosulás fejezetben meg is említi, a kajszi termékenyülési vizsgálatok nemzetközi protokolljában az általuk tervezett, optimalizált és alkalmazott primereket javasolják a genetikai vizsgálatokhoz (J. Visual. Experm., 2020).

A meggy esetében az S-allélok azonosítását segítő módszerfejlesztés mellett a 10 új haplotípus és az öntermékenység szempontjából fontos funkcióképtelen változatok azonosítása méltán elismerést érdemel. Sok érdekes új eredmény vagy valószínűsíthető feltételezés született számos, korábban az eredetüket illetően rejtélyesnek tekintett meggyfajtával (pl. Pipacs 1, Újfehértói fürtös) kapcsolatban. További vizsgálatokkal ezeknél is remélhetők teljes bizonyítások. Gyakorlati szempontból tartom értékesnek, hogy a korábbi szerzők által megfelelő vagy részben öntermékenyülőnek ítélt fajtáknál a funkcióképtelen S-allélok azonosításával nem igazolható ez a tulajdonság, tehát a 'Kántorjánosi 3', 'Debreceni bőtermő', 'Éva' és 'Petri' fajtákat önmeddőnek kell tekintenünk.

A festőlevűsége vonatkozó, az új tudományos eredményekben is szereplő mondatot vitatom, mert az értekezés 118. oldalán maga a jelölt írja le, hogy korábban mások már megállapították, miszerint önmagában a festőlevűség nem elegendő morfológiai marker a rokonsági kapcsolatok meghatározásához (Yang és mts., 2021; Liu és mts., 2023).

Az európai szilva vonatkozásában egyrészt a 'Nemtudom P3' és a 'Besztercei Bt.2' klónok S-genotípusának összehasonlítása, az S₁₈-allél, mint közös s a kökényből származó allél azonosítása, valamint ezek kontrollként való felhasználásával a Nemtudom szilva 68 egyedének S-RN-áz alapú PCR vizsgálata történt meg. Vélhetőleg teljes sikerrel, bár nem tudható, miért csak 35 minta gélképe látható a dolgozatban? S a vizsgált egyetlen Besztercei klónhoz képest nehezen elfogadható az alfejezet címében a Besztercei fajtakör kifejezés.

Az északkelet-magyarországi térségben vadon termő Nemtudom szilva állományokra megállapított kismértékű variabilitás pomológiai szempontból csak akkor helyes, ha ilyen néven ismeretes állományról beszélünk, ugyanis a többségnél teljes volt az egyezés az S-RN-áz alapú PCR vizsgálati eredményekben. A Gacsály, Barabás, Tarpa és Tizzaszalka helységekből szedett négy fa elűtő mintázata viszont egyértelműen eltérő genotípusra utal, amit egy alapos pomológiai és fenológiai vizsgálat is minden bizonnyal igazolna. Azzal viszont egyetértek, hogy a *P. domestica* eredetére összpontosító további elemzésekhez a Nemtudom szilva tájfajtát érdemes bevonni.

A Törökországban gyümölcsként ismert babérmeggy S-allél-rendszerére vonatkozó úttörő jellegű kutatásokkal elsőként azonosítottak 20 funkcióképes S-allélt, ezen belül három allél mutáns,

funkcióképtelen párját, s értekezésében jelölt bemutatta a felfedezett S-RN-áz allélok részleges exon-intron szerkezetét. Szerző a felfedezett allélok esetében kísérletet tett a származtatott aminosav-szekvenciák illesztésére. A fejezeten belül apró hiba, hogy a szövegben 36. ábraként hivatkozik a gélfotót bemutató 41. ábrára. A 43. ábráról lemaradt az S_{13}/S_{13m} allélpárok nukleotidszekvenciájának összehasonlítása, aminek biztos jó oka volt, de a szövegben sem találtam erre konkrét magyarázatot.

A következtetések s a kutató munka eredményeinek gyakorlati hasznosulása vonatkozásában a jelölt kissé visszafogott volt. A fajtahasználatban, nemesítésben, oktatásban és fajtaértékelő kutatásokban való általános hasznosítási lehetőség érintőleges említése mellett főként azokat a már megvalósult hasznosításokat mutatta be, melyek korábbi konkrét együttműködésekben, közvetlen alkalmazásokban megvalósultak. Dicséretesek például a nemesítő műhelyeknek, fajtatesztelő és közvetítő cégeknek, termelőknek megbízások formájában végzett munkák. Ugyanakkor az S genotípus, valamint a termékenyülési módok megbízható meghatározásának gyakorlati jelentősége gazdasági szempontból is felmérhetetlen, hiszen az eredményeknek faiskolák, szaktanácsadók, fajtaértékelő kutatók közvetítésével vagy közvetlenül történő eljuttatása a termelőkhöz nemcsak költségmegtakarítást, hanem árbevétel növekedést is eredményezhet. Emellett az eredmények az oktatásban, a témakör további kutatásában, a csonthéjasok biológiai alapjainak és termesztéstechnológiájának fejlesztésében is jól hasznosulhatnak.

Az új tudományos eredmények közül az 5-8. és a 11. tézispontokat változtatás nélkül elfogadom. Az első négy tézis esetében két pontba való összevonást javaslom akár fajkon belül, akár a két fajon átívelő tematikus megfogalmazással. A 9. számú új tudományos eredmény esetében a festőlevűsége vonatkozó mondat elhagyásával értenék egyet, a 10. eredmény esetében pedig „*vadon nővő*” helyett „*vélelmezett*” Nemtudom szilva állományok kifejezést javaslom.

Kérdések:

1. A vizsgált fajok esetében – az értekezésben említett meggyfajtákon túl – az öntermékenység és önmeddőség tekintetében a genetikai vizsgálatokban igazolódtak-e a fajtaleírásokban közölt megállapítások, valamint a korábbi hazai kutatások során végzett szabadföldi vizsgálatok eredményei?
2. A cseresznyével kapcsolatos nemzetközi eredmények szintje hogyan viszonyul az Ön által a jelen munkában bemutatott témákhoz és állapothoz?
3. Értekezésében utal arra, hogy a kajsziira vonatkozó nemzetközi kutatások eredményeként a szakirodalomban megjelent adatok között számos ellentmondás és homonímia keletkezett, s emiatt a kajszi inkompatibilitási táblázatok a gyakorlat számára alig használhatók. Hogyan látja saját lehetőségeit és szerepét a kajszi S-allél-rendszerének harmonizálásában?

Összefoglalva, kérdéseim és kritikai megjegyzéseim semmit nem vonnak le az értekezés kiváló értékeiből. Halász Júlia eredményei nemzetközileg kiemelkedőek, melyeknek nyilvánvaló a kutatási, oktatási és gyakorlati relevanciája. A doktori értekezés tudományos eredményeit az MTA doktori cím megszerzéséhez bőven elegendőnek tartom, javaslom a nyilvános vita kitézését.

Budapest, 2024. június 28.

Prof. Dr. Tóth Magdolna
az MTA doktora