

SZAKDOLGOZAT

Rieth Jázmin Anasztázia

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Budai Campus
Kertészettudományi intézet
Kertészmérnök alapképzési szak

**EXTRÉM POLIPLOID BABÉRMEGGYFAJTÁK GENETIKAI
JELLEMZÉSE**

Belső konzulensek: Dr. Halász Júlia PhD Egyetemi tanár

Dr. Hegedűs Attila DSc Egyetemi tanár

Belső konzulens tanszéke: Növénybiotechnológia Tanszék

Készítette: Rieth Jázmin Anasztázia

Budapest

2024

TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK.....	1
1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS.....	2
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	3
2.1. A babérmeggy (<i>Prunus laurocerasus</i> L.) bemutatása, botanikai jellemzése	3
2.2. A babérmeggy származása	4
2.3. A babérmeggyfajták nemesítésének helyzete, ismert fajták.....	5
2.3.1. Nemesítési célok.....	6
2.3.2. A nemesítési munka eredménye	7
2.4. A molekuláris markerezés jelentősége	11
2.5. A mikroszatellit markerek (SSR).....	11
2.6. A babérmeggy genotípusokkal végzett molekuláris vizsgálatok.....	12
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	14
3.1. Felhasznált növényanyag.....	14
3.2. DNS-kivonás és PCR-analízis	15
3.3. Fragmentumhossz-analízis és bioinformatikai értékelés.....	15
4. EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK.....	17
4.1. A polimorfizmus mértéke SSR és ILP-markerekkel.....	17
4.2. A vizsgált egyedek genetikai távolsága.....	21
5. ÖSSZEFOGLALÁS	25
6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	27
7. IRODALOMJEGYZÉK	28
MELLÉKLET	34

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

A babérmeggy (*Prunus laurocerasus* L.) népszerű és elterjedten használt örökzöld cserje, amely kerttervezési szempontból sokféle céllal telepíthető dísznövény. Elsősorban sövényként ültetik, de fényes, tetszetős lombozata miatt háttér- vagy szoliternövényként is látványos. Népszerűsége az elmúlt időszakba egyre nagyobb lett, mert a klímaváltozás következtében megjelenő újabb kórokozók és kártevők a tuja fajokban súlyos károkat okoznak, így helyüket inkább a babérmeggyek veszik át. Törökországban nemcsak dísznövényként hasznosítják, hanem gyümölcsét is fogyasztják értékes beltartalmi összetevői miatt. A gyümölcsválaszték bővítése iránti igény ezt felhasználási lehetőséget is a célzott nemesítési programok céljai közé helyezheti, ami új fajták előállítását vetíti elő. A molekuláris diagnosztikai eljárások fejlődésével hatékonyabbá tehető a nemesítés, de ehhez a faj genetikai hátterének megismerése szükséges.

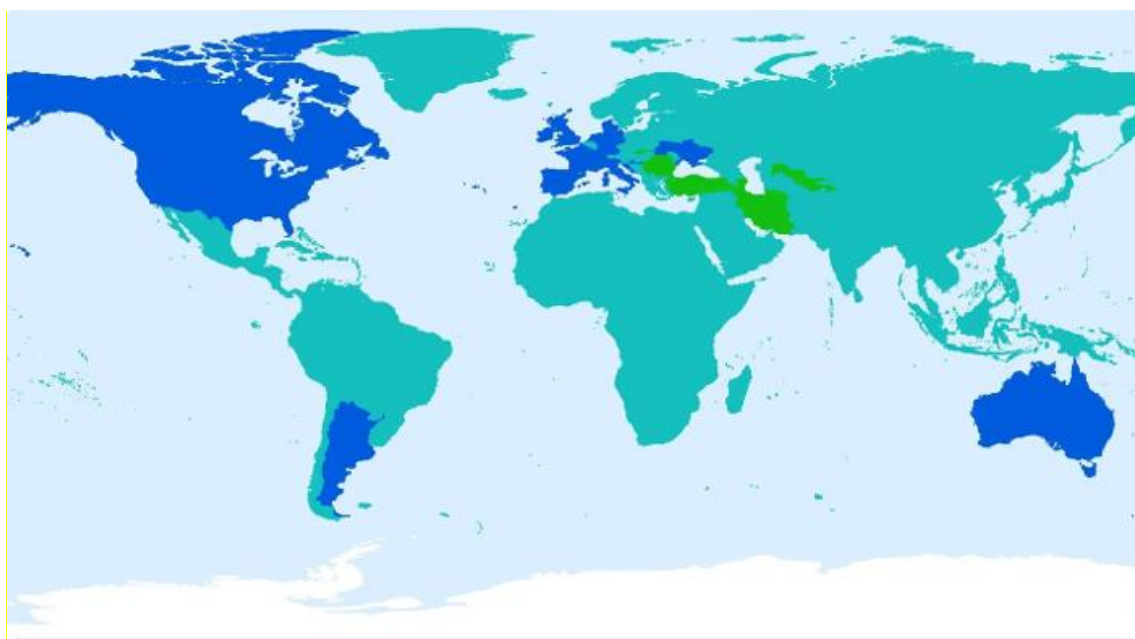
A babérmeggy extrém mértékű ploidfoka miatt genetikai háttere nagyrészt még feltáratlan. Csak néhány tudományos közlemény jelent meg mindeztáig, melyek többsége főként a *Prunus* nemzetség molekuláris evolúciójával foglalkozik. Annak ellenére, hogy a fajtanemesítés egyre intenzívebb, hiszen számos dísznövényfajtája elérhető, a fajon belüli variabilitás, illetve a fajták genetikai jellemzése még nagyon kevésbé ismert. Mivel Magyarországon népszerű, gyakran telepített növényről van szó, így munkánk célkitűzése a következő kérdések megválaszolására irányult:

1. Mely ismert *Prunus* SSR-lókuszok alkalmasak a babérmeggyfajták vizsgálatára?
2. Milyen mértékű genetikai variabilitás jellemzi az egyes babérmeggyfajtákat SSR-profil alapján?
3. A dísznövényként és a gyümölcstermő növényként használt genotípusok közötti különbség kimutatható-e SSR markerek alkalmazásával?

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 A BABÉRMEGGY (*PRUNUS LAUROCERASUS* L.) BEMUTATÁSA, BOTANIKAI JELLEMZÉSE

A babérmeggy (*Prunus laurocerasus* L.) a Rosaceae családnak a *Prunus* nemzetségbe tartozó örökzöld csonthéjas gyümölcsfaja. Elterjedését tekintve a Fekete-tenger körül, Délkelet-Európában honos. Albánia, Bulgária, valamint Törökország és a keleten lévő Irán, illetve Kaukázus régióinak (1. ábra) jellegzetes növénye (Ercisli, 2004; Sulusoglu, 2011). Bírja a laza, közepesen kötött, de még a kötött talajokat is, emellett jobb kártevőállóságot mutat, mint sok más faj (Sulusoglu és Cavusoglu, 2010).



1. ábra: A babérmeggy elterjedése világszerte (Forrás: <http1>).

Őshonos Termesztett Betelepített

Lomblevelű örökzöld növény, életformája cserje, illetve kisebb fa. Vannak olyan egyedek is, melyek képesek akár 6 méter magasra is megnőni. Vegetatív szerveit tekintve zöld kopasz hajtásai vannak, amik csúcsrügyben végződnek. Kemény, 5-15 (20) cm nagyságú, viaszos levelei nagyon változatosak, mert elliptikusak, hosszúkásak vagy keskeny visszástojásdadok, kihegyezett csúcsúak, lekerekített vagy ék vállúak. Levéllemezük ép vagy ritkán kissé fűrészkes. A levélszín fényes, fonákjuk pedig halványabb színű, de mindkét oldal

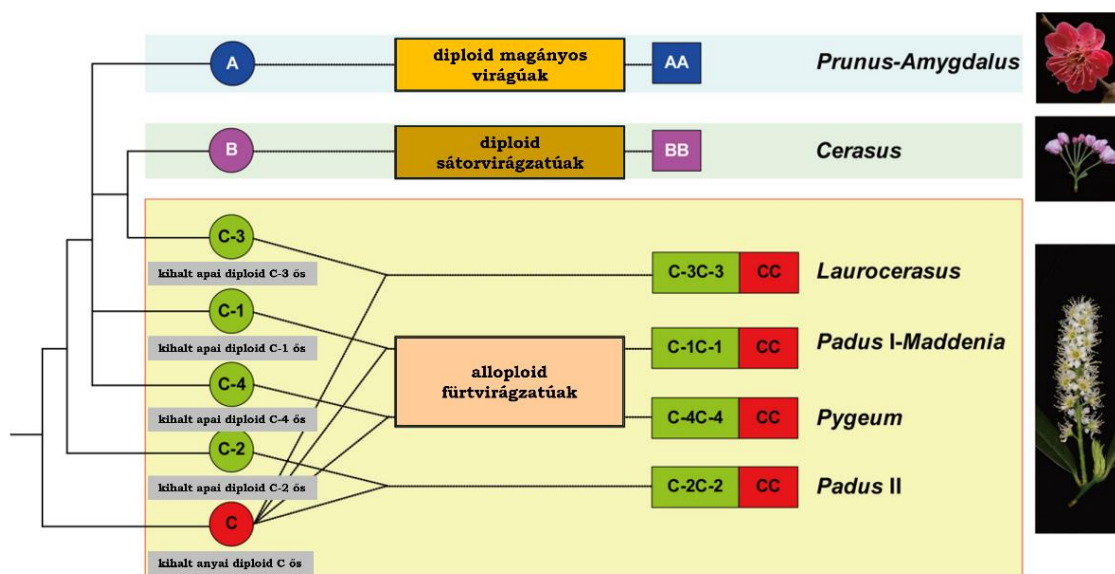
kopasz. Virágjai 5-12 cm hosszú keskeny fürtökben április-májusban nyílnak, melyek fehér színűek (**2. ábra**). Ebből később 8-10 mm-es, fényes feketésbordó színű húsos csontártermés képződik, amely gömb vagy tojás alakú. Ezen termések belsejében egy mag található (Tóth, 2012).



2. ábra: A babérmeggy (*P. laurocerasus* L.) habitusa és virágzata, termése és levelei
(Forrás: Saját képek, <http2>)

2.2. A BABÉRMEGGY SZÁRMAZÁSA

A *Prunus* nemzetség gazdaságilag jelentős mérsékeltövi gyümölcsfajokat foglal magába, mint például az őszibarack, cseresznye, szilva és a mandula. A nemzetség filogenetikai történetéről már számos tanulmány jelent meg, azonban ezek főként a termesztésben nagyobb szerepet játszó fajokra fókuszálnak. Chin és mts. (2014) kloroplasztisz szekvenciák alapján a nemzetség monofiletikus származását látták bizonyítottnak, de később Zhao és mts. (2016) ITS adatok alapján inkább a parafiletikus eredetet tartották valószínűnek. A molekuláris adatok abban egybevágóak, hogy a nemzetség három nagy kládra osztható fel: (1) a diploid magányos virágúak csoportja (*Prunus*, *Amygdalus* és *Emplectocladus* alnemzetségek); (2) a diploid sátorvirágzatúak (corymbose) csoportja (*Cerasus* alnemzetség); (3) a poliploid fürtvirágzatúak (racemose) csoportja (*Padus*, *Laurocerasus* és a *Maddenia* alnemzetségek). A fürtvirágzatúak közé tartozó babérmeggy feltehetően allopoloid származású, az egymástól független poliploidizációs események sorozata (**3. ábra**) járult hozzá a faj kialakulásához (Zhao és mts., 2016).



3. ábra: Az allopoloid babérmeggy feltételezett eredete a poliploidizációs események bemutatásával (Zhao és mts., 2016 nyomán).

Azokat az egyedeket nevezzük poliploidoknak, amelyek sejtjeikben kettő vagy több alapkromoszóma-szerelvény található. A poliploidia a növényi evolúció egyik fő hajtóereje, mert növeli a genetikai változékonyságot, ezáltal jobb alkalmazkodóképességet eredményezhet. A poliploid fajok gyakran felülmúlják a diploid rokonfajokat a gazdaságilag fontos tulajdonságaik tekintetében (pl. giga effektus a termés- vagy virágméretben), így a növénynemesítésben különösen kiemelt figyelmet fordítanak rá (Sattler és mts., 2016).

2.3. A BABÉRMEGGYFAJTÁK NEMESÍTÉSÉNEK HELYZETE, ISMERT FAJTÁK

A faj növekedési erélye, sokféle formája, színe és változatos mérete alapján rendkívül népszerű, igen dekoratív dísznövény. Sövényként, talajtakaróként, szoliter- vagy háttérnövényként használják kertekben és parkokban, valamint lombját a virágkötészetben vágottzöld alapanyagként alkalmazzák koszorúalapok készítésekor. Megjelenése a kerteknek mediterrán hangulatot kölcsönöz (Schmidt, 2002; Sütöriné és Schmidt, 2014). Törökországban azonban nemcsak dísznövényként ismert, hanem gyümölcstermő növényként is, hiszen léteznek olyan változatai, melyek kimondottan jó beltartalmi értékekkel rendelkeznek (Yazici és mts., 2011; Sulusoglu, 2011). A faj első említése, leírása egy francia kutató, P. Belan nevéhez

fűződik, aki 1546-ban Északkelet-Törökországban jegyezte le először (Ercisli, 2004). Intenzív nemesítése a XX. század második felében indult el, számos ismert fajtáját telepítik világszerte. Magyarországon a babérmeggy a XIX. század elején kezdett népszerűvé válni, mert egyre több idegenhonos, egzotikus különlegességeket telepítettek a parkokban és közöttük bukkant fel a faj is (Schmidt, 2003).

2.3.1. NEMESÍTÉSI CÉLOK

A nemesítési célok között elsőként a téltűrés fokozása, javítása volt nagy jelentőségű, ugyanis a nagyon fagyos területeken lombját elvesztheti, fejlődése lelassul és akár el is pusztulhat (Sütöriné és Schmidt, 2014). A minél egészségesebb lombzat megtartása miatt a kórokozók és kártevők elleni rezisztencia elérése kiemelt cél hasonlóan más termesztett fajokhoz. Díszítő értékének elvesztését okozza a vincellér bogár kártétele (*Otiorrhynchus ligustici*), mely a növények leveleit rágja, illetve lárvái a konténerben nevelt babérmeggyek gyökereit károsítják. A *Stigmina carpophyla* (levéllyukasztó gomba), a babérmeggy lisztharmat (*Podosphaera tridactyla* és a *P. pannosa*) további károkat okozhat. A dísznövények fontos paramétere a növekedési habitus, e tekintetben a különböző típusok széles választási lehetőséget biztosítanak. Lehet oszlopos vagy elterülő, kompakt növekedésű fajta, így a célnak megfelelő forma kiválasztásához többféle fajta is kínálható (4. ábra). Az utóbbi időszakban hódítanak a különböző színváltozatok is, ami nemcsak a levéllemez zöldjének árnyalatait foglalja magába, de a hajtásvégek bronzos színeződését is (http3). Kereskedelmi forgalomban közel 50 fajtája érhető el jelenleg. A fajta-előállítás többnyire Európa különböző nemesítő műhelyeiben történik, főként Hollandia, Franciaország, Németország, Magyarország és Anglia, de az Amerikai Egyesült Államokban is van több program már (Contreras és mts., 2018).

Azon régiókban, ahol gyümölcstermő növényként használják, a kiváló gyümölcsminőségű fajták elérése érdekében is folytatnak fajta-előállító nemesítést. Nemcsak frissen fogyasztják gyümölcsét, hanem dzsemként, aszalványként és különböző gyógyhatású készítményként is hasznosítják, így ezen céloknak megfelelő szelekciós munkát végeznek (Beyhan, 2010; Macit és Demirsoy, 2012; Sulusoglu és Cavusoglu 2014).



4. ábra: Változatos színek és formák: ‘Copperbell’, ‘Zöldszőnyeg’, ‘Elly’

(Forrás: [http4](#); [http5](#))

2.3.2. A NEMESÍTÉSI MUNKA EREDMÉNYE

Nemesítési alapanyagként a *P. laurocerasus* L. faj ismert fajtáit, vadon élő genotípusait használják. A babérmeggy őshazájából kétféle típust különböztetünk meg: az egyik a Kaukázusi alakkörbe tartozók, ezek többnyire kisebb fák nagyobb levelekkel, illetve vannak a Balkáni alakkörbe tartozók, melyek alacsonyabb, szélesebb bokrok, viszont inkább kisebb kihegyesedő levelekkel rendelkeznek (Tóth, 2012). Nagy variabilitás jellemzi a törökországi területeket, ahol a sporadikus (szórványosan elhelyezkedő) elterjedés a jellemző, illetve létezik egy-két ország, ilyen például Albánia, Bulgária, Kaukázus és Irán területei, ahol még egybefüggő erdőségeket alkot (Kalkman, 1966). Néhány országban természetvédelmi problémát okoz, hogy a dísznövényként telepített egyedek invazív módon elterjednek a városok közelében lévő erdőkben (Abrahamczyk et al., 2024; Rusterholz et al., 2018).

A természetben lévő fajták szelekciós nemesítéssel keletkeztek, mert a babérmeggy apró virágai miatt a keresztezéses nemesítés komoly nehézségekbe ütközik (Sulusoglu, 2011; Macit és Demirsoy, 2012). Nagyon kevés tanulmány foglalkozik a faj termékenyülési sajátosságával, köszönhetően extrém poliploid helyzetének. Az elvégzett gyümölcskötődési vizsgálatok irányított öntermékenyülés és keresztbeporzást követően önmeddőnek mutatják virágait (Sulusoglu Durul és Unver, 2021), hasonlóan sok más *Prunus* fajhoz (Halász és mts., 2021a).

2.3.2.1 Hazai műhelyek fajtái

Józsa Miklós Magyarországon és Európába is elismert növénynevelő, aki 20-25 olyan fajtát hozott létre, melyek ma is termesztésben vannak. Munkája során nemcsak a növények esztétikai megjelenésére összpontosított, hanem maximálisan figyelembe vette az ökológiai szempontokat, a felhasználási és fenntartási igényeket, valamint a növényegészségügyi problémákat és a termesztés lehetőségeit is (http6). Téltűrő fajtái közül az alábbiak gyakran telepített növények: ‘Cippora’, a ‘Cleopátra’ a ‘Gabi’ a ‘Hagar’ a ‘Klári’ a ‘Kleopátra’ a ‘Mari’ a ‘Piri’ és a ‘Zita’. Idősebb Barabits Elemér elsősorban fenyőfélékkel foglalkozott, de sok örökzöldet is szelektált, melyeket szintén sikerre vitt. Elsőként kapta meg a hazai kertészeti nevelők számára alapított Magyar Gyula Nevelői Nagydíjat (1995), kedvelt fajtái a ‘Manó’ és a ‘Miki’ (http7). Fia, ifjabb Barabits Elemér folytatta édesapja munkásságát a lomblevelű fákra koncentráltan, ismertebb fajtái a ‘Leander’ és a ‘Zöldszőnyeg’ (5. ábra) (Csikor, 2020). Ambrózy-Migazzi-István nevelési céljai között a mediterrán növények téltűrésével foglalkozott, hogy ezek a növények is megjelenjenek a kontinentális éghajlaton, mint például a ‘Malonyai klón’ (http8). A Németh Gábor által szelektált ‘Zsófia’, melyet külföldön ‘Sofia’-ként jegyeznek, arany minősítést szerzett az újdonságversenyben 2019-ben (Pap, 2024).



5. ábra: Hazai nevelésű babérmeggyfajták: ‘Zöldszőnyeg’ és a ‘Miki’
(Forrás: Saját képek a Budai Arborétumból)

2.3.2.2. Hazánk fajtahasználata

Államilag elismert fajtáink közé az aktuális nemzeti fajtajegyzék szerint a ‘Bettina’, ‘Leander’, ‘Manó’, ‘Miki’, ‘Zöldszőnyeg’ és a ‘Zsófi’ fajták tartoznak (NÉBIH, 2023). Az utóbbi 15 évben a legnépszerűbb sövényfajta a ‘Novita’ (6. ábra). Ezen kívül kisebb jelentőségű, ám remek fajták a ‘Green Torch’, a ‘Mount Vernon’, a ‘Genolia’, az ‘Obelisk’ és a ‘Zita’ (Rónai, 2022). További különlegesebb fajtát is használnak szoliterként, ilyen például a ‘Leander’, melynek levelei lándzsa alakúak és a legkeskenyebbek a babérmeggyek közül. A ‘Manó’ fajtának nagyon szép, egészséges lombozata van és kúszó habitusú, ám 1,5-2 méter magasra is meg tud nőni. A ‘Miki’ oszlopos erős növekedésű fajta. Levelei kétfélék, a rövid hajtásokon 3-4 cm szélesek elliptikusak, míg a hosszú hajtásokon csak 1-2 cm szélesek, lándzsásak és erősen fűrészes szélűek. Egyesével jól látható helyre szokták ültetni. A ‘Zöldszőnyeg’ pedig egy terülő fajta, amelyet szoliternek vagy sövénynek használnak (Csikor, 2020).



6. ábra: Hazánkban kedvelt babérmeggy sövényfajta a ‘Novita’
(Forrás: Saját kép a Budai Arborétumból; <http9>)

2.3.2.3. Nemzetközi fajtahasználat

Külföldön a ‘Zabeliana’, a ‘Manó’, a ‘Miki’, a ‘Rotundifolia’, a ‘Zsófi’ a ‘Caucasica’, ‘Novita’, ‘Herebergii’, ‘Etna’, ‘Otto Luyken’, ‘Magnoliifolia’ és a ‘Marbled White’ fajták népszerűek. A ‘Zabeliana’ egy 1-1,5 méteres vízszintes ágú cserje. Széles lándzsás levelei hegyesek. Egyik legjobb téltűrő. Talajtakaróként használják. A ‘Rotundifolia’ egy 4-6 méteres szétterülő cserje, levelei nagyok, fényes, élénkzöld színűek. Koronája gömbalakú, gyorsan nő. Virágai erős illatú, apró fehér színűek. Díszfaként vagy sövényként alkalmazzák. A sokat emlegetett ‘Zsófi’ fajtát külföldön is a feljebb leírtak alapján alkalmazzák. Az ‘Etna’ egy különleges 2 méteres fa, ami bronzosan hajt. Szoliter vagy szabad sövényként alkalmazzák, de akár dézsában is él. A ‘Genolier Mariblon’ egy 3-3,5 méteres keskeny oszlopos cserje. Szoliter vagy keskeny sövényként használják. A ‘Magnoliifolia’ (7. ábra) egy 6 méteresre növő, terebélyes fa. A legszebbnek mondott nagylevelű fajta, viszont rendkívül érzékeny. Kevésbé bírja a hideget. Szoliter/dézsás növény vagy nyíratlan sövényként használják. A ‘Schipkaensis’ egy 1,5-2,5 méteres széles, laza bokrú cserje. Levélszíne fényes sötétzöld, a fonák világoszöld. Kétszer virágzik, sok felálló fürtű virágzatot hoz. Bő termésű (Tóth, 2012). Érdekesebb fajta a ‘Marbled White’, egy 1-2,5 méteres cserje, levelei tarkák, a fehér és zöld keveréke, -27 fokig ellenáll a hidegnek ([http10](http://10)).



7. ábra: Nemzetközileg használt babérmeggyfajták: ‘Magnoliifolia’, ‘Schipkaensis’ és ‘Otto Luyken’

(Forrás: Saját képek a Budai Arborétumból)

2.4. A MOLEKULÁRIS MARKEREZÉS JELENTŐSÉGE

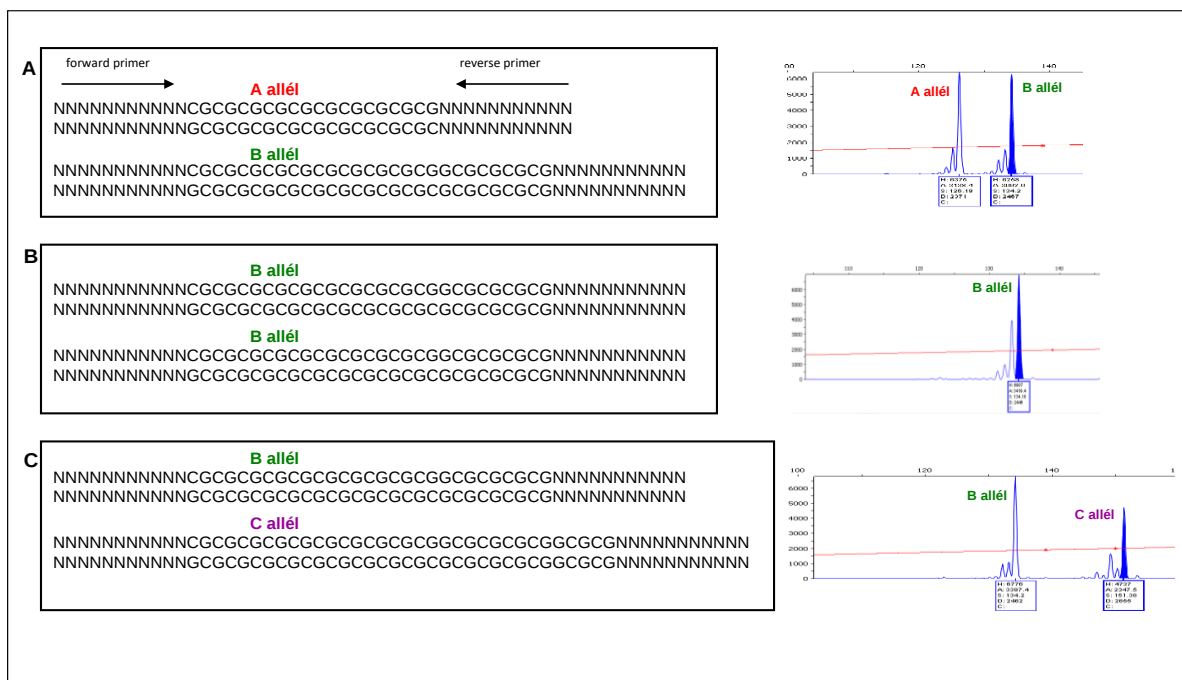
A molekuláris marker a DNS olyan szakasza, ami különbségek kimutatására alkalmas a genomban. Lehet egy gén szakasza, de a nem kódoló régiók is nagyon informatívak a molekuláris markerezés során (Agarwal et al., 2008). A molekuláris genetikai technológiák fejlődésével számos különböző markertípust fejlesztettek ki, amelyek változatos módon, kodomináns vagy domináns kimutatásúak, véletlen vagy szekvenciaspecifikus primert használnak. A marker típusának kiválasztását a felhasználási cél dönti el. Leggyakrabban variabilitási vizsgálatokhoz, filogenetikai analízishez, adott tulajdonság nyomon követéséhez, génizoláláshoz vagy ivarmeghatározáshoz használják. Kiemelt jelentőségük van a növénynemesítésben, mert a hatékony szelekció költség- és időtakarékos teheti a hosszadalmas munkafolyamatokat, különösen fászfű kultúrák esetében (Ahmar és mts., 2020; Hasan és mts., 2021).

2.5. A MIKROSZATELLIT MARKEREK (SSR)

A mikroszatellit markerek általában a genom nem kódoló régiójában található egyszerű szekvenciaismétlődések, rövidítésük SSR (Simple Sequence Repeat). Az ismétlődések lehetnek 2-5 bázispár méretűek (2 (di-), 3 (tri-), 4 (tetra-) vagy 5 (pentanukleotidok). A markerezési stratégia lényege azon alapszik, hogy az SSR-régiót határoló DNS-szakaszok evolúciósan konzervatívak egy nemzetségen belül, így PCR-primerekkel (Polimerase Chain Reaction: polimeráz láncreakció) könnyen felszaporíthatók. Az ismétlődés mértéke akár egyedszinten is specifikus, ezért gélelektroforézissel a különbség kimutatható (**8. ábra**). Pontos méretük fragmentumhossz-analízis során, fluoreszcensen jelölt primerek segítségével állapítható meg. Az így kapott adatokból egyedi DNS-ujlenyomat készíthető. Az SSR-allélok kodomináns kiértékelésűek, azaz a homo- és heterozigóta egyedek elkülöníthetők (Vieira és mts., 2016; Amom és Nongdam, 2017).

A mikroszatellit az egyik legsokoldalúbban használt markertípus a növényi kutatásokban. Legnagyobb előnyei a nagymértékű polimorfizmus intraspecifikus szinten is, a megbízható reprodukálhatóság, könnyű adatelemzés és -rögzítés, multiallélikusság, a rokon taxonok közötti átfedések. A növénynemesítési alapanyagok felmérésére, kapcsoltsági térképek készítésére, QTL régiók azonosítására, szülő-utód genetikai jellemzésére, szülőpárok meghatározására, fajtaazonosításra, génáramlás és heterozigótaság vizsgálatára, populációgenetikai kérdések megválaszolására, haplotípusok meghatározására, génbanki

tételek szinonim vizsgálatára, genomszerveződés jellemzésére és a nemesítésben markerekkel támogatott szelekciós eljárásokra számtalanszor megbízhatóan alkalmazták már (Taheri és mts., 2018; Raghunath, 2022; Nair és Pandey, 2024).



8. ábra: Az SSR-alapú markerezési technika alapja három különböző DNS-minta (A, B és C) dinukleotid (C,G) ismétlődéseket tartalmazó SSR-régió ábrázolásával. A pontos méreteket (bp) a jobb oldalon látható kromatogram (Peak Scanner) mutatja kapilláris elektroforézist követően (Forrás: Galiba, 2012).

2.6. A BABÉRMEGGY GENOTÍPUSOKKAL VÉGZETT MOLEKULÁRIS VIZSGÁLATOK

Összetett genomjának köszönhetően mindezidáig csak kevés tanulmány foglalkozott a babérmeggy faj egyedeinek genetikai felmérésével. A számos molekuláris markerezési technika közül csupán két módszert alkalmaztak az intraspecifikus variabilitás jellemzésére, így csak RAPD- és SSR-vizsgálatok történtek. Sandalli és mts. (2005) RAPD-markerekkel vizsgáltak mindössze három termesztett török fajtát és egy vadon élő genotípust. A mintázat alapján nagyon hasonlóknak találták a négy egyedet, így arra a következtetésre jutottak, hogy a babérmeggy nagyon szűk genetikai variabilitást mutat, bár nem emelték ki, hogy ez igen kisszámú mintavételezés volt. Később Akbulut és mts. (2008) már 22 vadon termő genotípus

RAPD-mintázatait elemezték és a nagyobb mintavételezésnek köszönhetően jelentős mértékű variabilitást detektáltak. Hajyzadeh és mts. (2013) a kodomináns kiértékelésű SSR-markerekkel 40 török gyümölcstermő növényként használt egyed jellemzését végezték el. Korábban fejlesztett 12 *Prunus* SSR-primerpárból 8 esetben volt sikeres amplifikáció, és az összes genotípus egyedi mintázatot mutatott. Az UPGMA törzsfán egy nagyobb és egy kisebb csoportot alkottak. Bár hat földrajzi régióból gyűjtötték a mintákat, és a területi eloszlás alapján különbséget vártak az SSR-profilokban, ez nem igazolódott. A következő SSR-analízis 10 évvel később történt, szintén török, gyümölcstermő genotípusok bevonásával. Összesen 15 primerpár tesztelése után, 13 SSR-lókuszt vizsgálatát végezték el 43 egyed esetében. A legkisebb allélszám 3, a legnagyobb 17 volt egy-egy lókuszt esetében a 22-szeres kromoszómaszáma egyedeknél. Az átlagos allélszám 9, amiből 8,38 polimorfnak bizonyult. Két egyed nagyon eltérő mintázatot adott és külcsoportként jelent meg a dendrogramon, míg a többi nagyjából egy csoportot képezett (Islam és mts., 2023).

Halász és mts. (2021a) közzétették a babérmeggy S-allél-rendszerére vonatkozó első információkat. A *Prunus* fajokra jellemző gametofitikus inkompatibilitási rendszert a multiallélikus S-lókuszt határozza meg. Ugyanakkor ilyen extrém ploidfok mellett a pontos molekuláris mechanizmusra vonatkozóan mindeztáig csak elméletek léteznek. Összesen 50 gyümölcstermő török eredetű egyed vizsgálata során 23 S-ribonukleáz allélt azonosítottak a gén két olyan intronrégióját amplifikálva, amely hosszpolimorfizmust mutat. Eredményeik arra utaltak, hogy a vizsgált babérmeggy szelekciós vonalak önmeddő fenotípusúak.

Mivel egyre nagyobb igény mutatkozik további új fajták előállítására a faj népszerűségének köszönhetően, minden molekuláris információ nagyon hasznos a célzott nemesítési munkák során.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. FELHASZNÁLT NÖVÉNYANYAG

Vizsgálataimat a Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Genetika és Biotechnológia Intézet, Növénybiotechnológiai Tanszék Kertészeti Növénygenetika Csoportjában végeztem. A munkához felhasznált növények közül 5 fajta a Budai Arborétum gyűjteményéből (MATE, Budai Campus), 26 fajta Szombathelyről a PRENOR® Kertészeti és Parképítő Kft. gyűjteményéből, 2 genotípus Angliából, a Greenwichi Királyi Obszervatórium kertjéből, valamint 10 genotípus a Black Sea Agricultural Research Institute (GFAR) kísérleti ültetvényéből, Törökországból származik. A felhasznált fajták jegyzékét a **1. táblázat** tartalmazza.

1. táblázat: A vizsgálatba vont fajták származása

Fajta neve	Származás	Nemesítő
‘11-es klón’	Magyarország	Józsa Miklós
‘Baumgartner’	Magyarország	Baumgartner Géza
‘Caucasica’	Franciaország	n.a.
‘Copperbell’	Hollandia	Frans Muysers Boomkwekerijen vof
‘Elly’	Németország	Straver Gbr
‘Etna’	Hollandia	Antigone Plantvermeerdering B.V.
‘Gabi’	Magyarország	Józsa Miklós
‘Gajo’	Hollandia	Nouwer Plant (Nouws-verheijen)
‘Genolia’	Svájc	Pépinières de Genolier
‘Greentorch’	Franciaország	Hortival Diffusion SAS
‘Greenwhich 1’	Anglia	-
‘Greenwhich 2’	Anglia	-
‘Herbergii’	Németország	Herberg
‘Klári’	Magyarország	Józsa Miklós
‘Kleopátra’	Magyarország	Józsa Miklós
‘Legend’	Hollandia	Guido Rouwette
‘Magnoliifolia’	Anglia	Anglia
‘Mano’	Magyarország	Barabits Elemér
‘Marbled White’	Anglia	n.a.
‘Mari’	Magyarország	Józsa Miklós
‘Miki’	Magyarország	Barabits Elemér
‘Mount Vernon’	USA	Carlson
‘Novita’	Csehország	Novék J.
‘Otto Luyken’	német	Otto Luyken
‘Piri’	Magyarország	Józsa Miklós
‘Reynvaanii’	Hollandia	A.J. Reynvaan
‘Rotundifolia’	Franciaország	L.C.B.Billard, Barre
‘Schipkaensis’	Bulgária	n.a.
‘Schipkaensis Macrophylla’	Németország	n.a.
‘Sofia’	Magyarország	Németh Gábor
‘Van Nes’	Hollandia	P. van Nes
‘Zabeliana’	Németország	Franz Ludwig Späth
‘Zöldszőnyeg’	Magyarország	Barabits Elemér

forrás: Sütöriné és Schmidt (2014); Tóth (2012); http4; http3; http8; Pap (2019), n.a. nincs adat

3.2. DNS-KIVONÁS ÉS PCR-ANALÍZIS

A növények genomi DNS-tartalmát DNeasy Plant Mini Kit segítségével vontuk ki egészséges, fiatal lomblevelekből, a gyártó (Qiagen, Hilden, Németország) protokollját alkalmazva.

A mikroszatellit-régiók amplifikálásához 10 primerpárt használtunk (2. táblázat), amelyeket különböző *Prunus* fajok genomja alapján terveztek. A PCR összetétele 12,5 µl végtérfogatban: 20-70 ng DNS-minta, 10× DreamTaq™ Green puffer; 1,5 mM MgCl₂, 0,2 mM dNTP, 0,4 µM forward és reverz primerből, 0,625 U DreamTaq™ DNS polimeráz, 3% DMSO, 0.01 µg/µl BSA (Thermo Fisher Scientific). A reakció Swift MaxPro thermocycler (ESCO Healthcare, Singapore) készülékben történt. Az *S-RN-áz* gén 1. intronrégióját PaConsI-F és PaConsI-R2 primerekkel (Sonneveld és mts., 2006) szaporítottuk fel Halász és mts. (2021a) által leírt paraméterekkel. A PCR programot minden esetben a primerekhez közölt hőmérsékleti profilok alapján állítottuk be.

2. táblázat: A vizsgálatok során felhasznált primerek adatai.

SSR - lókuszt	Referencia	Növényfaj	Ismétlődő motívum	Hossz (bp)
ASSR63	Xu és mts., 2004	mandula	(GAT) ⁵	154
BPTCT 007	Dirlewanger és mts., 2002	őszibarack	(AG) ²² (CG) ² (AG) ⁴	143-151
BPPCT 025	Dirlewanger és mts., 2002	őszibarack	(GA) ²⁹	178-202
BPPCT 039	Dirlewanger és mts., 2002	őszibarack	(GA) ²⁰	154
BPPCT 037	Dirlewanger és mts., 2002	őszibarack	(GA) ²⁵	155
BPPCT 040	Dirlewanger és mts., 2002	őszibarack	(GA) ¹⁴	135
CPSCT 021	Mnejja és mts., 2004	japánszilva	(GA) ¹⁵	139
CPDCT 044	Mnejja és mts., 2005	mandula	(GA) ¹⁵	163-185
CPDCT 045	Mnejja és mts., 2005	japánszilva	(GA) ¹⁶	146-150
CPSCT018	Mnejja és mts., 2005	japánszilva	(CA) ⁵ (CT) ²⁰	162

3.3. FRAGMENTUMHOSSZ-ANALÍZIS ÉS BIOINFORMATIKAI ÉRTÉKELÉS

A PCR-termékeket először 1 %-os TBE agaróz gélen ellenőriztük (15-20 min 90 V) és etidium-bromidos festéssel, UV-fénnyel átvilágítva dokumentáltuk. A pontos méretmeghatározáshoz a forward primerek FAM-fluoreszcens jelűek voltak, így ABI PRISM 3100 Genetic Analyzer (Applied Biosystems, Foster City, Kalifornia, USA) automata DNS-szekvenátorral az adatokat detektálást követően rögzítettük. A fragmentumhossz analízist

szolgáltatásként a Biomi Kft. végezte. A kapott eredményeket a Peak Scanner 3.0 szoftverrel (Applied Biosystems Sizing Analysis Module) elemeztük, GS500 LIZ (Applied Biosystems) méretmarker mellett. A hierarchikus klaszteranalízishez a fragmentumméreteket bináris formába alakítottuk át, vagyis minden egyes fragmentum jelenlétét 1, míg hiányát 0 kóddal jeleztük. A bináris adatokból a Jaccard-indexen alapuló genetikai távolság mátrix alapján dendrogramot és PCA ábrát szerkesztettünk, a bootstrap értékeket 1000 ismétlésre állítottuk a Paleontological Statistics (PAST) szoftver v.4.03 (Hammer és mts., 2001) segítségével. Az összes allélszámot, az egyedi allélok számát és a polimorf allélok arányát a GenALEx6.5 programmal (Peakall és Smouse, 2012) határoztuk meg a Frequency-based opció használatával.

4. EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

4.1. A POLIMORFIZMUS MÉRTÉKE SSR ÉS ILP-MARKEREKKEL

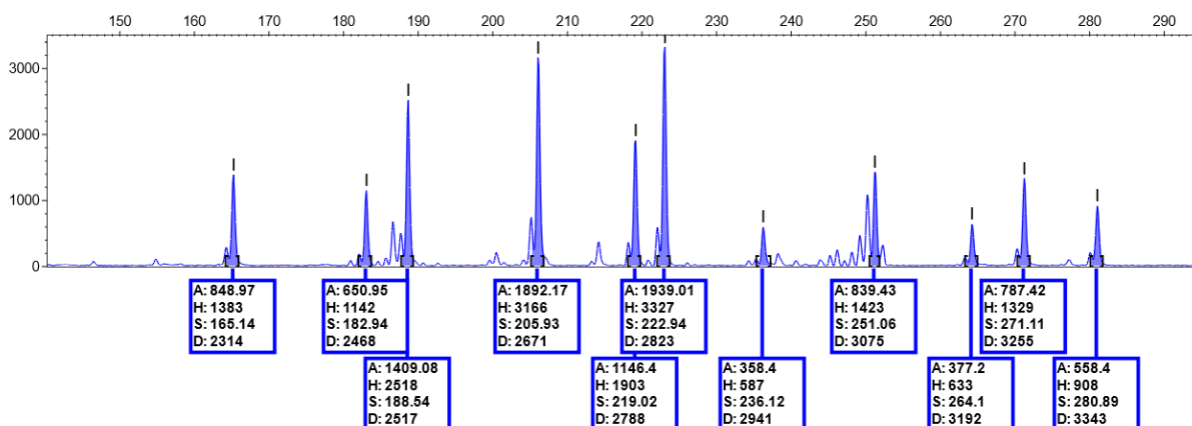
A vizsgálat során összesen 10 SSR primerpárt alkalmaztunk (**2. táblázat**), melyeket korábban különböző *Prunus* fajok (*P. persica*, *P. dulcis* és *P. salicina*) genomja alapján terveztek és sikeresen alkalmaztak több csonthéjas faj esetében is (Dirlewanger és mts., 2002, Mnejja és mts., 2004, 2005). A *Prunus* fajok termékenyülési rendszerét szabályozó *S-RN-áz* gén intronjai allélspecifikusan eltérő hosszúságot mutatnak, így intronhossz-polimorfizmuson alapuló markerként (ILP: intron length polymorphism) szintén használják genetikai variabilitási vizsgálatokhoz az SSR-markerekkel kapott eredmények kiegészítésére (Gisbert és mts., 2009; Baraket és mts., 2019; Hrotkó és mts., 2020). A vizsgálatunkban az 1. intronrégiót elemeztük, mert a gyümölcstermő babérmeggy genotípusokról ez az adat már ismert volt (Halász és mts., 2021a), így a dísznövényfajták adatait ezekkel össze tudtuk vetni.

Egy extrém ploidszintű faj esetében önmagában az egyedeknél detektált allélok száma nagyon informatív és izgalmas kérdés. Diploid genom esetében legfeljebb két, tetraploid genom esetében legfeljebb 4 allél fordulhat elő. A 22-szeres kromoszómaszerelvényű babérmeggy vizsgált genotípusai között a legnagyobb allélszám egyedenként 18 (1. intron), 17 (BPPCT039), 15 (CPSCT021, CPDCT044), 14 (BPPCT037), 13 (BPPCT025), 12 (BPTCT007, BPPCT040), 9 (CPDCT045), 5 (CPSCT018) és 4 (ASSR63) volt (**3. táblázat, 9. ábra**). Mindezidáig két tanulmány foglalkozott babérmeggyek SSR-profiljával (Hajyzadeh és mts., 2013; Islam és mts., 2023), de sajnos egyik cikkben sem írták le, hogy egyedenként hány allélt detektáltak, így nem tudjuk eredményeinket összehasonlítani, elsőként közöljük ezt az információt. A faj termékenyülési jellegéről is nagyon kevés adat áll rendelkezésre, de a szabadföldi vizsgálatok, valamint a törökországi termesztők megfigyelései arra utalnak, hogy a faj önmeddő (Sulusoglu és Cavusoglu, 2014a,b). A 12-18 allél megjelenése lókuszonként egy egyedben szintén ezt támasztja alá, hiszen öntermékenyülés következtében sokkal több azonos allél halmozódna fel, így ezektől az allélszámoktól feltehetően kevesebbet detektáltunk volna. Az 1. intronrégió vizsgálatáról Halász és mts. (2021a) közöltek már adatokat, összesen 23 török mintát teszteltek, melyeknél 2–9 fragmentum amplifikálódott, így összesen 151 fragmentumot mutattak ki. Ezek között 32 különböző méretű fragmentum volt azonosítható. Néhány esetben csak egy-egy nukleotidos eltérést tapasztaltak. Egymástól egy nukleotidban eltérő allélméreteket ebben a vizsgálatban is találtunk a kromatogramok kiértékelése során.

Sc_Schipkaensis#44_C09.fsa

Type: Sample

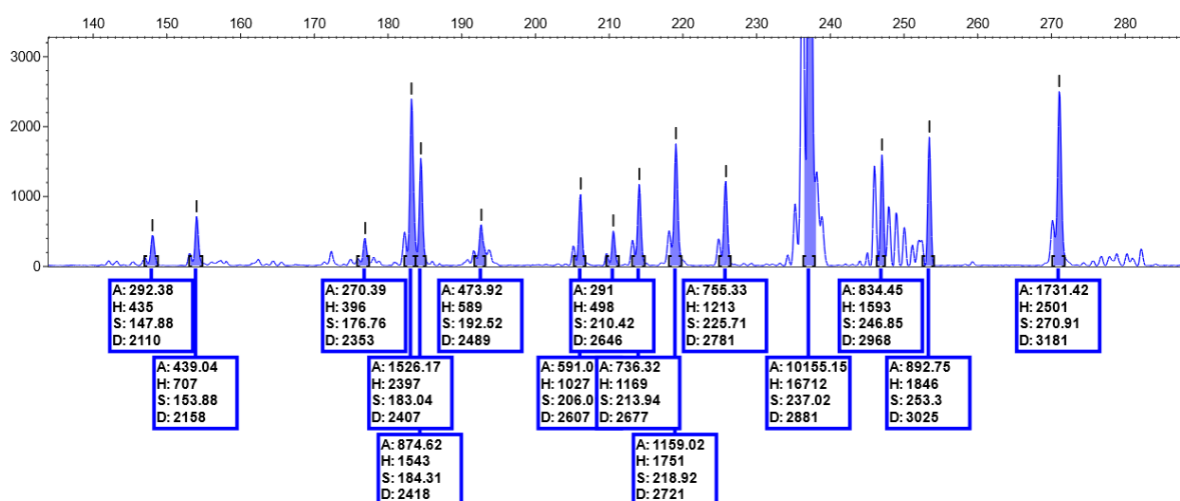
SQ: 0.81



Mw-Marbled-white#44_E12.fsa

Type: Sample

SQ: 0.81



9. ábra: Az ‘Schipkaensis’, ‘Marbled White’ SSR-mintázatát bemutató kromatogramok a CPDCT044 lókuszbán.

Mindegyik lókuszt polimorfnak bizonyult, lókuszonként 5-90 allélt azonosítottunk. Összesen 499 allélt mutattunk ki a 11 értékelte lókuszbán. A növények felhasználási cél alapján két csoportba sorolhatók, így külön értékelte a dísnövényként és gyümölcstermő növényként alkalmazott egyedeknél az adatsorokat. Bár nem azonos mintaszám képviselte a csoportokat, mert a dísnövényekből 33, gyümölcstermőből 10 került a vizsgálatba, mégis informatív volt a két csoport ilyen jellegű elemzése is. A dísnövényként termesztett babérmeggyeknél 434 allélt,

vagyis átlagosan 13,15-öt, a gyümölcstermőknél 272 allélt, átlagosan 27,2-t detektáltunk. Az allélok közül 162 fordult elő mind a két típusban.

Az átlagos allélszám 45,36 volt lókuszonként (**3. táblázat**). A legtöbb allélt a CPDCT0021-es és a BPPCT039-es, illetve a CPDCT044-es lókuszokban azonosítottuk, ez esetben 58-65-77 allél volt detektálható, míg a legkisebb allélszámot a ASSR63 lókusz mutatta, ahol csupán 5 allél volt kimutatható. A 10 SSR-lókusból 9 dinukleotid ismétlődésű, míg az ASSR63 az egyetlen trinukleotid, ami magyarázza a kisebb allélszámot. A trinukleotid lókuszokban kisebb eséllyel következik be olyan mutáció, ami az ismétlődésszámot növeli vagy csökkenti, viszont a kiértékelhetőségük könnyebb, mert kevesebb „dadogós” csúcs jelenik meg, így érdemes a felmérések során bevonni ezeket a vizsgálatba (Song és mts., 2002; Yuan és mts., 2010). Ugyanez a trinukleotid alapú lókusz monomorfnak bizonyult hexa-, penta- és tetraploid *Prunus* fajokon, mert csak egy, a legkisebb méretű allél amplifikálódott (Halász és mts., 2021b). A BPPCT025 lókusznál 52, BPPCT037 lókuszban 46, BPPCT040-ben 38, BPPCT007 27, CPDCT045-ben 23 és a CPDCT018-ban pedig 18 különböző allélt írtunk le. Ugyanezen lókuszok elemzése során a hexa-, penta- és tetraploid *Prunus* fajokon a CPDCT021 mutatta a legnagyobb allélszámot (26), más hexaploid mintáknál pedig a BPPCT039 lókusz bizonyult a legnagyobb allélszámúnak (Makovics-Zsohár és mts., 2017; Urrestarazu és mts., 2018), hasonlóan a mi eredményeinkhez.

3. táblázat: A vizsgált lókuszokban előforduló allélok száma és mérete

Lókuszok	ASSR 63	BPPCT 007	BPPCT 025	BPPCT 039	BPPCT 037	BPPCT 040	CPDCT 021	CPDCT 044	CPDCT 045	CPDCT 018	S-RN-áz 1. intron
Dísznövényfajták allélszáma	5	27	45	49	35	32	50	74	20	14	83
Gyümölcstermő egyedek allélszáma	4	13	25	40	38	28	36	14	17	7	23
Összes allélszám	5	27	52	65	46	38	58	77	23	18	90
Egyedenként előforduló allélszám	2-4	4-12	5-13	7-17	7-14	5-12	8-15	1-15	3-9	1-5	2-18
Allélméret (bp)	156-167	99-192	147-268	100-242	106-231	113-170	117-185	105-283	117-159	101-162	193-536

A vizsgálatokat 33 dísznövény- és 10 gyümölcstermő fajtán végeztük el.

A vizsgált 11 lókusz adatait összegezve az SSR lókuszok esetében 99-283 bp között változott az allélok mérete, míg az S-RN-áz alléloknál 193 és 536 bp között. A legnagyobb mérettartománnyal a CPDCT044 lókusz rendelkezett, itt az allélok mérete 105-283 bp között mozgott. A legkisebb mérettartomány a ASSR63 lókuszban volt tapasztalható (156-169 bp). A CPDCT044 szintén a legnagyobb mérettartományt mutatta hexa-, penta- és tetraploid *Prunus*

fajokon (Halász és mts., 2021b), 90 bp különbséggel, ami a babérmeggyeknél még nagyobb mértékű, 178 bp volt. Ugyanezen tanulmányban a legkisebb mérettartomány a BPPCT037 lókusznál mutatkozott, 20 bp, az általunk vizsgált extrém ploiditású mintákon ez 125 bp volt, jóval nagyobb mértékű. A babérmeggy és más poliploid fajok ugyanazon mikroszatellit lókuszaiban elvégzett elemzések eredményeinek összevetését a **4. táblázat** foglalja össze. Mivel az allélszám szinte mindegyik lókuszban jelentős volt, ennek következtében a vizsgált lókuszok polimorfizmusa lehetővé tette az összes genotípus megkülönböztetését, mindegyik egyedi profillal jellemezhető. Korábban semmilyen információ nem volt babérmeggyfajták marker alapú genotipizálásáról, így elsőként határoztuk meg a dísznövényfajták és néhány gyümölcstermő szelekciós vonal egyedi SSR-ujlenyomatát (**1. melléklet**). Segítségével fajtaazonossági kérdésekben érdemi válasz adható, amit a Budai Arborétum fajtagyűjteményével elkezdünk tesztelni. SSR adatbázisok egyedi fajtaazonosításhoz már számos kertészeti fajnál elérhetők, pl. szőlő (Cipriani és mts., 2010), körte (Sehic és mts., 2012), krizantém (Zhang és mts., 2014) és citrom (Hong és mts., 2016). A fajtaazonosság kérdése a gazdaságilag jelentős növények körében fontos tényező, a faiskolai fajtakeveredések, a fajtabejelentések során a DNS-alapú vizsgálatok nagyban megkönnyítik a kérdéses esetek tisztázását.

4. táblázat: A saját adatok összevetése tetra-, penta- és hexaploid *Prunus* fajok azonos SSR-lókuszt eredményeivel

SSR-lókuszt	Tetraploid meggy ^a			Hexaploid szilva ^b			Hexa-, penta- és tetraploid <i>Prunus</i> fajok ^c			Babérmeggy		
	Minták száma	Allélok száma	Mérettartomány	Minták száma	Allélok száma	Mérettartomány	Minták száma	Allélok száma	Mérettartomány	Minták száma	Allélok száma	Mérettartomány
ASSR 63	27	4	150-171	-	-	-	17	1	156	43	5	156-167
BPPCT007	27	4	158-196	55	17	122-154	17	17	122-154	43	27	99-192
BPPCT037	27	13	126-164	55	5	108-130	17	5	100-120	43	46	106-231
BPPCT 025	-	-	-	55	21	150-212	17	7	132-208	43	52	147-268
BPPCT039	27	7	126-148	55	17	114-156	17	7	122-146	43	65	100-242
BPPCT040	27	7	121-145	55	14	118-152	17	12	120-154	43	38	113-170
CPDCT044	-	-	-	55	26	198-268	17	24	162-252	43	77	105-283
CPSCT 021	-	-	-	55	23	120-176	17	26	124-208	43	58	117-185

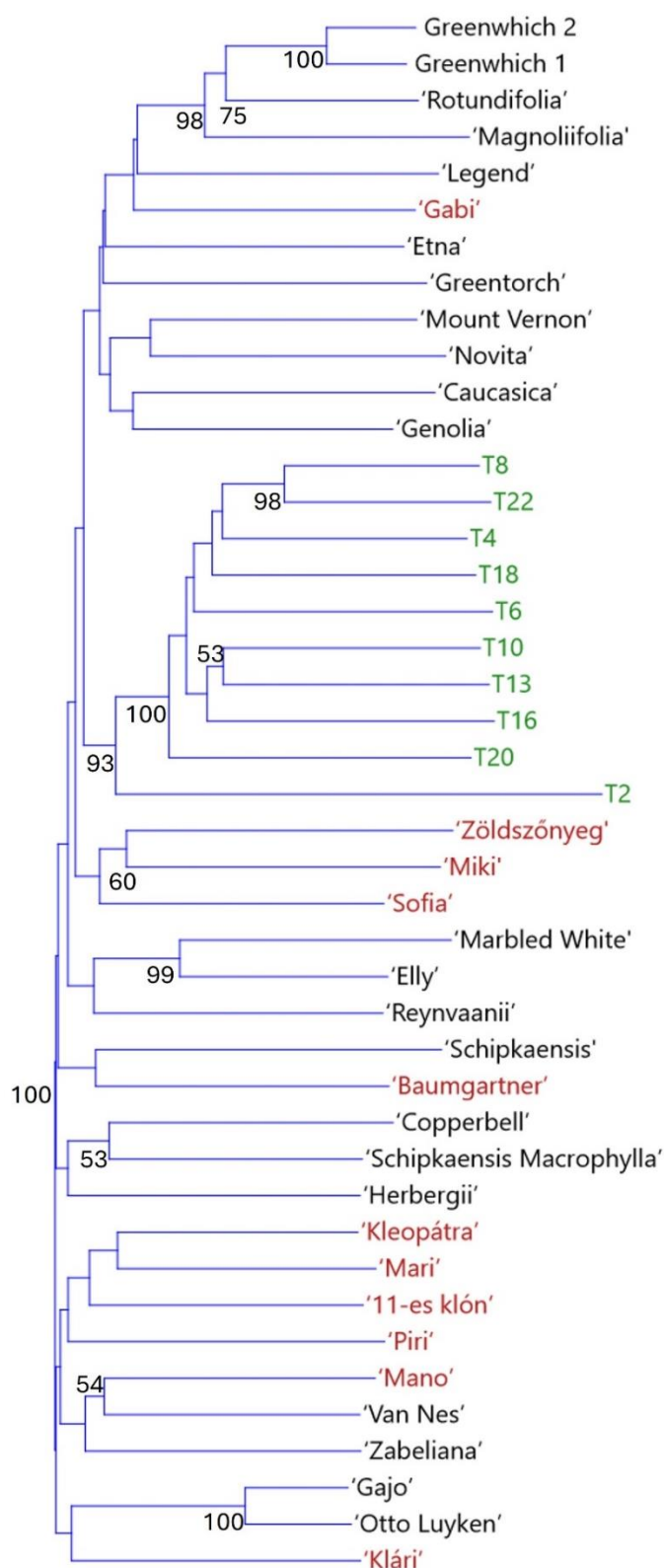
^aTetraploid meggy: Halász (2023)

^bHexaploid szilva: Makovics-Zsolt és mts. (2017)

^cHexa-, penta- és tetraploid *Prunus* fajok: Halász és mts. (2021b)

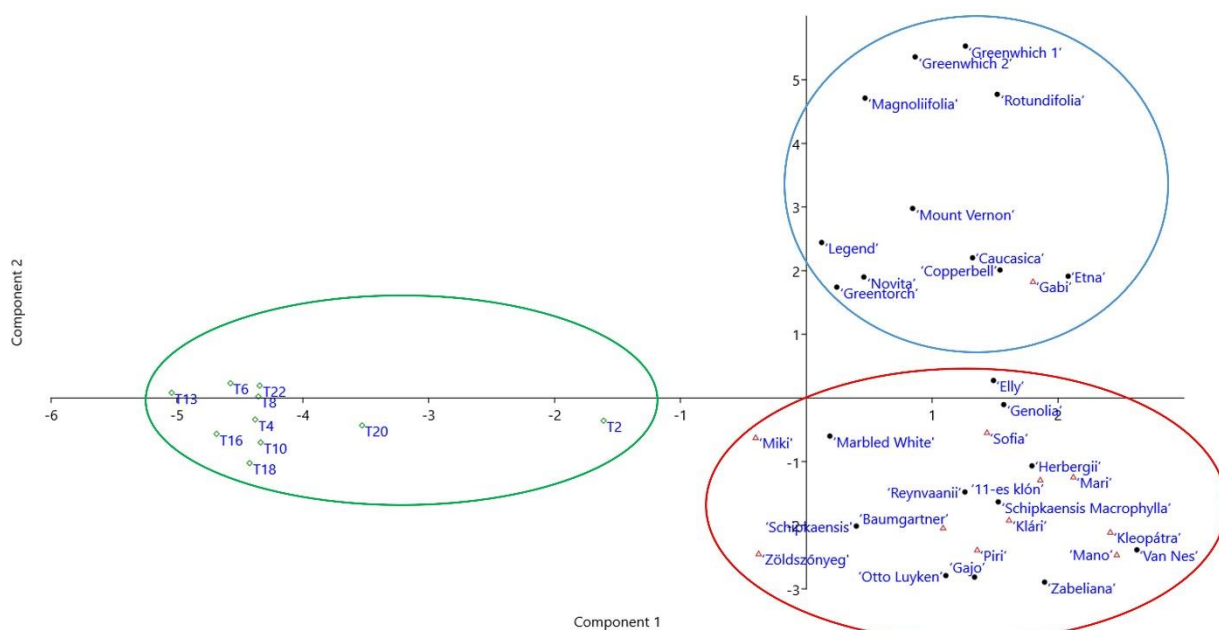
4.2. A VIZSGÁLT EGYEDEK GENETIKAI TÁVOLSÁGA

A 10 mikroszatellit és egy ILP-markerrel kapott adatokkal klaszteranalízist végeztünk a PAST program Jaccard-indexen alapuló genetikai távolság mátrix használatának segítségével, melynek eredményét dendrogram szemlélteti (**10. ábra**). A genetikai távolságok a fajták és egyedek közötti rokonsági kapcsolatokat tükrözik. A gyümölcstermő török minták teljesen elkülönülnek a dísznövényként termesztett babérmeggyektől. Csoportjukban a T2 egyed külcsoporként jelenik meg. Más SSR-lókuszokban vizsgált 43 török egyed klaszteranalízise két csoportot mutatott, de nem volt összefüggés a hat különböző földrajzi területről származó egyedek mintázatát tekintve, nem a földrajzilag várt csoportok rajzolódtak ki (Islam és mts., 2023). A magyar nemesítésű dísznövények nagyjából közös csoportba rendeződtek, kivéve a ‘Gabi’ fajtát. A fajták pontos pedigréjéről nincs nyilvánosan elérhető adat. Józsa Miklós ‘Kleopátra’, ‘Mari’, ‘Piri’ nevű fajtái és az általa előállított 11-es klón közös csoportba kerültek, feltehetően közeli rokonságban állnak. Barabits Elemér ‘Zöldszőnyeg’ és ‘Miki’ fajtái ugyanígy közeli rokonságot mutatnak. Az angol, francia és holland eredetű fajták is egy csoportba kerültek. Az Angliából, a Greenwichi Királyi Obszervatórium kertjéből gyűjtött két, kifejezetten nagy méretű és kereklevelű fáról gyűjtött minta a törzsfán a ‘Rotundifolia’ és ‘Magnoliifolia’ fajtákhoz közel helyezkedik el.



10. ábra: A vizsgált babérmeggyfajták és egyedek genetikai hasonlóságát ábrázoló, szomszédösszevonó (neighbor joining, Jaccard) algoritmussal készített dendrogram (PAST 4.03). Az elágazási pontokon az 50%-nál nagyobb bootstrap értékeket tüntettük fel (% $n=1000$). Piros színnel a magyar nemesítésű fajtákat, zöld színnel a török eredetű, gyümölcstermő egyedeket emeltük ki.

A főkomponens-analízis (PCA) még szemléletesebben mutatja a klaszteranalízis során nyert eredményeinket (**11. ábra**), mert három jól elkülöníthető csoportot ábrázol. Az első főkomponens a teljes variabilitás 10,9 %, a második a 9,5 %-át magyarázza meg. A gyümölcstermő babérmeggyek szépen elkülönülő csoportja jelentős genetikai távolságban áll a többi dísznövényként termesztett fajtától. A gyümölcstermő genotípusok elsősorban az első főkomponens mentén különülnek el a többi vizsgált mintától.



11. ábra: A vizsgálatba vont babérmeggyek genetikai távolságát bemutató főkomponens-analízis (PCA) vizsgálat eredménye (PAST 4.03) alapján három csoport különül el. A gyümölcstermő egyedeket zöld négyszög, a magyar fajtákat piros háromszög szimbólum jelöli.

Eredményeink arra utalnak, hogy a babérmeggy termesztésben lévő fajtái széles genetikai háttérből származnak, a gyümölcstermő típusoktól egyértelműen nagyobb távolságot mutatnak. A klaszteranalízissel és főkomponens analízissel kimutatott három, egymástól jelentős mértékben elkülönülő csoport genetikai háttérének részletesebb vizsgálata érdekében az allélgyakoriságok analízisét is elvégeztük a GenALEX program segítségével. A három azonosított csoport jellemző diverzitás paramétereit az **5. táblázat** mutatja.

5. táblázat: A három azonosított csoport jellemző diverzitás paraméterei.

	1. csoport	2. csoport	3. csoport
Allélszám	371	302	243
Egyedi allélok száma	92	41	68
Polimorf allélok aránya	70,9%	57,2%	46,3%

Az allélszám az 1. csoportban (a 11. ábrán piros vonallal körül rajzolt, magyar és külföldi eredetű dísznövényfajtákat tartalmazza) volt a legnagyobb, ami nyilvánvaló összefüggésben van azzal, hogy ennek a csoportnak volt a legnagyobb egyedszáma. A polimorf allélok aránya is ennek megfelelően változott. A 2. (a 11. ábrán kék vonallal körül rajzolt, angol, francia és holland eredetű, dísznövényfajtákat tartalmazza) és a 3. csoport (a 11. ábrán zöld vonallal körül rajzolt, török eredetű, gyümölcstermő szelektált egyedeket tartalmazza) egyedszáma között azonban nem volt jelentős eltérés, miközben a 2. csoportban nagyobb az allélszám, a 3. csoportnál viszont az egyedi allélok száma sokkal nagyobb. Ez a jelenség nyilvánvalóan kapcsolatban áll azzal a ténnyel, hogy a 3. csoportba tartozó egyedeket a növény természetes élőhelyén, a géncentrumban szelektálták vadon élő populációkból a gyümölcs kedvező fogyasztási paraméterei alapján (méret, íz), ami meglehetősen eltérő szempont ahhoz képest, amit a dísznövények szelekciója során alkalmaztak a nemesítők.

Eredményeink jelentős genetikai variabilitást tártak fel mind a dísznövényként, mind a gyümölcstermő növényként hasznosított minták esetében. Ez a sokféleség összhangban áll a faj poliploid genomjával (Meudt és mts., 2021), másrészt valószínűsíti az idegentermékenyülő fenotípust. Ha a meggy esetében leírt öntermékenyülési modell (Hauck és mts., 2006) igaz a babérmeggyre is, az öntermékenyülés csak úgy alakulhat ki, ha legalább 11 funkcióképtelen allél van jelen a dokozaploid babérmeggy genomban. Halász és mts. (2021a) 23 *S-RN*-áz allél között mindössze 3 olyan allélt írtak le, melyek funkcióvesztéses mutációt hordoznak. A pollenfunkciót irányító *S-haplotípus-specifikus F-box* gént eddig nem vizsgálták, feltehetően ezen allélok között is lesznek funkcióképtelen változatok. Ennek ellenére a felhasznált SSR-markerekkel nyert adatsorunk arra utal, hogy a növényfaj feltehetően önmeddő, és ezt támasztja alá a Sulusoglu és Cavusoglu (2014b) által három genotípuson elvégzett önmegporzást követő gyümölcskötődési arány vizsgálata is.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A *Rosaceae* családba tartozó, fás szárú, poliploid babérmeggy nemesítésével manapság sokan foglalkoznak, azonban a faj genetikai háttere extrém magas ploid szintje miatt mindeztáig alig ismert. Hazánkban dísznövényként hasznosítjuk, de Törökországban gyümölcstermő változatait is termesztik. A nemesítési munkát jelentős mértékben segítheti, ha molekuláris markerek alkalmazásával információt kaphatunk a fajta genetikai variabilitásáról, ezek alkalmazásával egymástól objektív módon elkülöníthetők lennének a különböző fajta illetve nemesítési alapanyagok, valamint vizsgálható lenne a különböző hasznosítási célú (dísz- ill. gyümölcstermő egyedek) genetikai rokonsága.

A munkánk során 43 genotípust vizsgáltunk, melyből 33 dísznövényként termesztett fajta, valamint 10 gyümölcstermő szelektált egyed volt. Markerezési eljárásunkhoz a más *Prunus* fajoknál jó eredményt adó kodomináns mikroszatellit (SSR) markereket használtuk, összesen 10 SSR lokuszt vizsgáltunk és az önmeddőséget meghatározó (S) lokuszban található ribonukleáz gén allélváltozatait azonosítottuk. A PCR-t követően a pontos fragmentumméretet ABI PRISM 3100 Genetic Analyzer készülékkel határoztattuk meg, majd az adatokat a Peak Scanner 3.0, Paleontological Statistics (PAST) v.4.03 és GenALEx6.5 szoftverekkel értékeltük ki.

A 11 lokusz mindegyike polimorfnak bizonyult. A primerek segítségével összesen 499 SSR allélt mutattunk ki, a dísznövényként termesztett babérmeggyeknél 434 allélt, vagyis átlagosan 13,5, a gyümölcstermőknél 272 allélt, átlagosan 27,2 allélt detektáltunk. A lokuszonkénti átlagos allélszám 45,36 volt. A legtöbb allélt a CPSC021-es és a BPPC039-es és a CPDC044-es lokuszokban találtuk (58-65-77), a legkisebb allélszámot a trinukleotidos ismétlődő motívumokat tartalmazó ASSR63 lokusz adta (mindösszesen 5 allél). Egyedenként valamennyi lokusz esetében 1-18 számú allélt figyeltünk meg. A 11 lokusz összességében 99 - 283 bp közötti allélhossz-mérettartományt adott, a legnagyobb mérettartományt a CPDC044 lokusz mutatta (105 – 283 bp) míg a legkisebb mérettartományt az ASSR63 lokuszban detektáltuk (156-169 bp).

A genotípusok rokonsági kapcsolatait a PAST szoftver v.4.03 segítségével elkészített dendrogram és PCA (főkomponens-analízis) alapján értékeltük. Mindkét analízis három fő csoportba sorolta a vizsgált genotípusokat. A gyümölcstermő török minták teljesen elkülönülnek a dísznövényként termesztett babérmeggyektől, ami egyrészt annak a következménye, hogy a török genotípusok közvetlenül a nagy variabilitást mutató géncentrum vadon nőő állományából lettek kiemelve, másrészt a kétféle hasznosítási módra alkalmas

változatok nemesítése során alkalmazott, merőben eltérő szelekciós szempontok következménye. A magyar nemesítésű dísnövények nagyjából közös csoportba rendeződtek, kivéve a ‘Gabi’ fajtát. Az angol, francia és holland eredetű fajták is egy csoportba kerültek. A PCA vizsgálat rámutatott arra, hogy a bérmegegy vizsgált genotípusai széles genetikai háttérből származnak.

Az allélgyakoriságok részletes analízise jelentős genetikai variabilitást tárt fel mind a dísnövényként, mind a gyümölcstermő növényként hasznosított minták esetében, ami összhangban áll a poliploid genommal és valószínűsíti a faj idegentermékenyülő fenotípusát.

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném köszönetemet kifejezni mindazoknak, akik a szakdolgozatom megvalósításában és az ehhez vezető úton szembejövő feladatok megoldásában támogattak és segítettek. Mindenekelőtt hálával tartozom konzulensemnek, **Dr. Halász Júlia** egyetemi tanárnak a kutatással járó labormunkálatok, valamint a dolgozatom elkészítése során nyújtott szakmai tanácsaiért, útmutatásáért és határt nem ismerő segítőkészségéért.

Köszönettel tartozom továbbá **Dr. Hegedűs Attila** tanszékvezető úrnak a lehetőségért, hogy a dolgozatomat az egyetem Növénybiotechnológia Tanszékén készíthettem el. Végezetül köszönöm a Növénybiotechnológia Tanszék összes munkatársának és hallgatójának a labormunkám során nyújtott készséges segítségüket és azt a barátságos légkört, amely a tanszéken töltött időmet végig jellemezte.

A növényanyag begyűjtésében nyújtott segítségét köszönjük **Sütöriné Dr. Diószegi Magdolnának** és **Dr. Honfi Péternek** (Budai Arborétum), **Dr. Szafián Zsoltnak** (Prenor Kertészeti és Parképítő Kft.) és **Prof. Sezai Ercislinek** (Atatürk Egyetem, Törökország). A kutatás a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kiemelt Kutatócsoportok Program és az NKFI K_128874 pályázat támogatásával készült.

7. IRODALOMJEGYZÉK

1. Abrahamczyk, S., Otto, J., Böhnert, T., Weigend, M. (2024). Naturalization of *Prunus laurocerasus* in a forest in Germany. *Biological Invasions*, 26, 2379-2386.
2. Agarwal, M., Shrivastava, N., Padh, H. (2008). Advances in molecular marker techniques and their applications in plant sciences. *Plant Cell Reports*, 27: 617-631
3. Ahmar, S., Gill, R. A., Jung, K. H., Faheem, A., Qasim, M. U., Mubeen, M., Zhou, W. (2020). Conventional and molecular techniques from simple breeding to speed breeding in crop plants: recent advances and future outlook. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(7), 2590.
4. Akbulut, M., Ercisli, S., Orhan, E., Yildirim, N., Agar, G., Esitken, A. (2008). Determination of genetic relationships among some cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* Roem.) genotypes by using RAPD markers. *Biotechnol Lett*, 13(3), 3698-3702.
5. Amom, T., és Nongdam, P. (2017). The use of molecular marker methods in plants: a review. *International Journal of Current Research and Review*, 9(17), 1-7.
6. Baraket, G., Abdallah, D., Ben Mustapha, S., Ben Tamarzizt, H., Salhi-Hannachi, A. (2019). Combination of simple sequence repeat, *S*-locus polymorphism and phenotypic data for identification of Tunisian plum species (*Prunus* spp.). *Biochem. Genet.*, 57: 673–694.
7. Beyhan, O. (2010). A study on selection of promising native cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.) genotypes from Sakarya, Turkey. *he Journal of Animal & Plant Sciences*, 20(4): 231-233.
8. Cipriani, G., Spadotto, A., Jurman, I., Di Gaspero, G., Crespan, M., Meneghetti, S., Testolin, R. (2010). The SSR-based molecular profile of 1005 grapevine (*Vitis vinifera* L.) accessions uncovers new synonymy and parentages, and reveals a large admixture amongst varieties of different geographic origin. *Theoretical and Applied Genetics*, 121, 1569-1585.
9. Contreras, R., Doane, S., Friddle, M. (2018). Development of sterile cherry laurel cultivars. Agricultural Research Foundation. <https://www.oregon.gov>
10. Csikor J. (szerk.) (2020). Magyar nemesítésű díszfák, díszcserjék, örökzöldek, Mezőgazdasági kézikönyv 7. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara
11. Dirlewanger, E., Cosson, P., Tavaud, M., Aranzana, M., Poizat, C., Zanetto, A., Arús, P., Laigret, F. (2002). Development of microsatellite markers in peach [*Prunus persica*

- (L.) Batsch] and their use in genetic diversity analysis in peach and sweet cherry (*Prunus avium* L.). Theoretical and Applied Genetics, 105, 127-138.
12. Dufresne, F., Stift, M., Vergilino, R., Mable, B. K. (2014). Recent progress and challenges in population genetics of polyploid organisms: an overview of current state-of-the-art molecular and statistical tools. *Molecular Ecology*, 23(1) 40-69
 13. Durul, M. S., és Unver, H. (2021). Cherry Laurel (*P. laurocerasus* L.) flowering, pollination and fruit set. III. Balkan Agriculture Congress, Edirne, Turkey, Book of abstracts. 1052-1056.
 14. Ercisli, S. (2004). A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 51, 419–435.
 15. Galiba G. (2012): A domesztikáció hatása a mandula genetikai variabilitására. TDK dolgozat, Budapesti Corvinus Egyetem
 16. Gisbert, A.D., Romero, C., Martínez-Calvo, J., Leida, C., Llácer, G., Badenes, M.L. (2009). Genetic diversity evaluation of a loquat (*Eriobotrya japonica* (Thunb) Lindl) germplasm collection by SSRs and S-allele fragments. *Euphytica*, 168: 121–134.
 17. Hajyzadeh, M., Cavusoglu, A., Sulusoglu, M., Unver, T. (2013). DNA SSR fingerprinting analysis among cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.) types. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11(2), 630-638.
 18. Halász J. (2023). Csonthéjas gyümölcsfajok termékenyülési viszonyainak genetikai háttere, MTA Doktori értekezés, Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem.
 19. Halász, J., Makovics-Zsohár, N., Szőke, F., Ercisli, S., Hegedűs, A. (2021b). Simple sequence repeat and S-Locus genotyping to assist the genetic characterization and breeding of polyploid *Prunus* species, *P. spinosa* and *P. domestica* subsp. *insititia*. *Biochemical Genetics*, 59(4), 1065-1087.
 20. Halász, J., Molnár, A. B., Ilhan, G., Ercisli, S., és Hegedűs, A. (2021a). Identification and molecular analysis of putative self-incompatibility ribonuclease alleles in an extreme polyploid species, *Prunus laurocerasus* L. *Frontiers in Plant Science*, 12, 715414.
 21. Hammer, Ø., és Harper, D. A. (2001). Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 1.
 22. Hasan, N., Choudhary, S., Naaz, N., Sharma, N., és Laskar, R. A. (2021). Recent advancements in molecular marker-assisted selection and applications in plant breeding programmes. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 19(1), 128.

23. Hong, J. H., Chae, C. W., Choi, K. J., Kwon, Y. S. (2016). A database of simple sequence repeat (SSR) marker-based DNA profiles of citrus and related cultivars and germplasm. *Horticultural Science & Technology*, 34(1), 142-153.
24. Hrotkó, K., Feng, Y., Halász, J. (2020). Spontaneous hybrids of *Prunus fruticosa* Pall. in Hungary. *Genet. Res. Crop Evol.*, 67(2): 489–502.
25. Islam, A., Orta, H., Kaçar, Y. A., Dönmez, D. (2023). Genetic Diversity of Cherry Laurel (*Laurocerasus officinalis* Roemer) BY SSR Markers. *Journal of Agricultural Sciences*, 29(1), 239-248.
26. Jo, I. H., Kim, Y. C., Kim, D. H., Kim, K. H., Hyun, T. K., Ryu, H., és Bang, K. H. (2017). Applications of molecular markers in the discrimination of *Panax* species and Korean ginseng cultivars (*Panax ginseng*). *Journal of Ginseng Research*, 41(4), 444-449.
27. Kalkman, C. (1966). The Old World species of *Prunus* subg. *Laurocerasus* including those formerly referred to *Pygeum*. *Blumea: Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants*, 13(1), 1-115.
28. Leitch, I. J., és Bennett, M. D. (1997). Polyploidy in angiosperms. *Trends in Plant Science*, 2(12), 470-476.
29. Macit, I. (2021). Evaluation of agronomic, bioactive and element status of promising cherry laurel (*P. laurocerasus*) accessions in the genetic collection by multivariate analysis. *Scientia Horticulturae*, 287, 110253.
30. Macit, I., és Demirsoy, H. (2012). New promising cherry Laurel (*Prunus laurocerasus* L.) genotypes in Turkey. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 18(1), 77-82.
31. Makovics-Zsohár, N., Tóth, M., Surányi, D., Kovács, S., Hegedűs, A., Halász, J. (2017). Simple sequence repeat markers reveal Hungarian plum (*Prunus domestica* L.) germplasm as a valuable gene resource. *HortScience*, 52(12), 1655-1660.
32. Meudt, H. M., Albach, D. C., Tanentzap, A. J., Igea, J., Newmarch, S. C., Brandt, A. J., Tate, J. A. (2021). Polyploidy on islands: its emergence and importance for diversification. *Frontiers in Plant Science*, 12, 637214.
33. Mnejja, M., Garcia-Mas, J., Howad, W., Badenes, M. L., Arús, P. (2004). Simple-sequence repeat (SSR) markers of Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.) are highly polymorphic and transferable to peach and almond. *Molecular ecology notes*, 4(2), 163-166.
34. Nair, R. J., és Pandey, M. K. (2024). Role of Molecular Markers in Crop Breeding: A Review. *Agricultural Reviews*, 45(1).

35. Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (2023). Dísznövények, Nemzeti fajtajegyzék. Fajtajegyzék. (Budapest), 19 p.
36. Pap E. (2019). Magyar siker a zunderti Groot Groen Plus kiállításon. Magyarmezőgazdaság.hu. Letöltés dátuma:2024.10.21.
37. Peakall, R., Smouse, P.E. (2012). GenAlEx 6.5: genetic analysis in excel. Population genetic software for teaching and research-an update. Bioinformatics, 28, 2537–2539.
38. Raghunath, S. (2022). Application of Bioinformatics resources for mining of simple sequence repeats (SSRs) marker in plant genomes: An Overview. Research Journal of Biotechnology 17: 8.
39. Rónai G. (2022). Fajtahasználat változás az elmúlt 10-15 évben. Díszkertész Szakmai Napok, Balatonfüred, 21p.
40. Rusterholz, H. P., Schneuwly, J., Baur, B. (2018). Invasion of the alien shrub *Prunus laurocerasus* in suburban deciduous forests: Effects on native vegetation and soil properties. Acta Oecologica, 92, 44-51.
41. Sandalli, C., Beris, F. S., Çanakçı, S., Demirbağ, Z., Beldüz, A. O. (2005). RAPD analysis of three cultivars and a wild form in *Prunus laurocerasus* (Rosaceae). Biologia, Bratislava, 60(1), 83-7.
42. Sattler, M. C., Carvalho, C. R., Carindo, W. R. (2016). The poliploidy and its key role in plant breeding. Planta, 243: 281-296.
43. Schmidt G. (szerk.). (2002). Növényházi dísznövények termesztése. Budapest. Mezőgazda Kiadó.
44. Schmidt G. (szerk.). 2003. Növények a kertépítészetben. Budapest. Mezőgazda Kiadó.
45. Sehic, J., Garkava-Gustavsson, L., Fernández-Fernández, F., Nybom, H. (2012). Genetic diversity in a collection of European pear (*Pyrus communis*) cultivars determined with SSR markers chosen by ECPGR. Scientia Horticulturae, 145, 39-45.
46. Song, Q. J., Fickus, E. W., Cregan, P. B. (2002). Characterization of trinucleotide SSR motifs in wheat. Theoretical and Applied Genetics, 104, 286-293.
47. Sonneveld, T., Robbins, T. P., Tobutt, K. R. (2006). Improved discrimination of self-incompatibility *S-RNase* alleles in cherry and high throughput genotyping by automated sizing of first intron polymerase chain reaction products. Plant Breeding 125, 305–307.
48. Sulusoglu, M. (2011). The cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.) tree selection. African Journal of Agricultural Research 6(15), 3574–3582.

49. Sulusoglu, M., és Cavusoglu, A. (2014a). In vitro pollen viability and pollen germination in cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.). The Scientific World Journal, 2014(1), 657123.
50. Sulusoglu, M., és Cavusoglu, A. (2014b). Pollination biology of cherry laurel and pollinizer effects on fruit characteristics. Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences, 24(3), 280-289.
51. Sulusuglo, M., Cavusuglo, A. (2010). Vegetative propagation of charry laurel (*Prunus laurocerasus* L.) using semi-hardwood cuttings. African Journal of Agricultural Research. 5(23), 3196-3202.
52. Sütöriné Diószegi M., Schmidt G. (2014). *Prunus laurocerasus* fajták télállóságának összehasonlító vizsgálata. XX. Növénytermesztési Tudományos Nap, Növénytermesztés a megújuló mezőgazdaságban. 409-413.
53. Taheri, S., Lee Abdullah, T., Yusop, M. R., Hanafi, M. M., Sahebi, M., Azizi, P., Shamshiri, R. R. (2018). Mining and development of novel SSR markers using next generation sequencing (NGS) data in plants. Molecules, 23(2), 399.
54. Tóth I. (2012). Lomblevelű Díszfák Díszcserjék kézikönyve. Tarkavirág Kereskedelmi és Szolgáltató Kft., Dunaharaszti, 789 p.
55. Urrestarazu J, Errea P, Miranda C, Santesteban LG, Pina A (2018). Genetic diversity of Spanish *Prunus domestica* L. germplasm reveals a complex genetic structure underlying. PLoS ONE 13:e0195591.
56. Vieira, M. L. C., Santini, L., Diniz, A. L., Munhoz, C. D. F. (2016). Microsatellite markers: what they mean and why they are so useful. Genetics and molecular biology, 39, 312-328.
57. Xu, Y., Ma, R. C., Xie, H., Liu, J. T., Cao, M. Q. (2004). Development of SSR markers for the phylogenetic analysis of almond trees from China and the Mediterranean region. Genome, 47(6), 1091-1104.
58. Yazıcıa, K., Kazaz, S., és Çakır, B. (2011). An Important Genetic Resource for Turkey: Cherry Laurel (*Laurocerasus officinalis* Roemer). Acta Hort. 890, 261-265.
59. Yuan, M., Gong, L., Meng, R., Li, S., Dang, P., Guo, B., He, G. (2010). Development of trinucleotide (GGC) n SSR markers in peanut (*Arachis hypogaea* L.). Electronic Journal of Biotechnology, 13(6), 5-6.
60. Zhang, Y., Dai, S., Hong, Y., Song, X. (2014). Application of genomic SSR locus polymorphisms on the identification and classification of chrysanthemum cultivars in China. PLoS One, 9(8), e104856.

61. Zhao, L., Jiang, X. W., Zuo, Y. J., Liu, X. L., Chin, S. W., Haberle, R., Potter, D., Chang, Z. Y., Wen, J. (2016). Multiple events of allopolyploidy in the evolution of the racemose lineages in *Prunus* (Rosaceae) based on integrated evidence from nuclear and plastid data. PLoS One, 11(6), e0157123.

Internetes források:

1. http1 PictureThis honlapja. Letöltés dátuma: 2024.10.21. forrás: https://www.picturethisai.com/wiki/Prunus_laurocerasus.html
2. http2 Egzotikus dísznövények: *Prunus laurocerasus* 'Novita' Letöltés: 2024.10.21. forrás: <https://www.egzotikusdisznovenyek.hu/bolt/evelok/babermeggy-prunus-lauroc-novita/>
3. http3 Kertelünk kft.: Tipikus mediterrán növény a babérmeggy. letöltés dátuma: 2024.04.10. forrás: <https://www.kertelunk.hu/tipikus-mediterran-soveny-a-babermeggy.html>
4. http4 Plantipp honlapja. Letöltés dátuma: 2024.10.21. forrás: <https://plantipp.eu/uk/varieties>
5. http5 Nemzetközi Dendrológiai alapítvány. Letöltés dátuma: 2024.10.21. forrás: <https://dendrologia.eu/altalanos-lombos-fajok/prunus-laurocerasus-cv-zold-szonyeg-habitus-a-nyugat-magyarorszag-egyetem>
6. http6 InnoFlora: Dr Józsa Miklós fajtái. Letöltés: 2024.10.21. forrás: <https://www.innoflora.hu/dr-jozsa-miklos-fajtai>
7. http7 Széchényi István Városi Könyvtár honlapja. Letöltés dátuma: 2024. 10. 21. forrás: <https://www.szivk.hu/barabits-elemer/>
8. http8 A turulmadár nyomán: Ambrózy-Migazzy-István letöltés: 2024.10.21. forrás: <https://turul.info/napok/ambrozy>
9. http9 Oázis kertészet honlapja. Letöltés dátuma: 2024. 10. 21. forrás: <https://oasis.hu/>
10. http10 Zahradnictví Milan Havlis: *Prunus laurocerasus* (syn. Castlewellan) 'Marbled White'. Letöltés dátuma 2024.10. 21. forrás: <https://www.havlis.cz/>

MELLÉKLET: A babérmeggyfajták és gyümölcsstermő egyedek SSR-profiljai

lókuszok	ASSR63					BPCT007																										
allélok	1.	2.	3.	4.	5.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
'Schipkaensis'	156		160	163	167		101					112		114	116		120	122	124		128			134						146		
'Magnoliifolia'	156	159		163	167	99	101					112		114	116	118			124													
'Zöldszőnyeg'	156		160	163	167	99	101					112			116		120		124	126	128	130										
'Miki'	156		160	163	167	99	101	106				112		114	116		120		124													
'Marbled White'	156		160	163		99	101					112		114	116		120	122	124													
'11-es klón'	156		160	163	167	99			107			112				118	120	122	124													
'Baumgartner'	156		160	163	167	99						112			116		120		124		128		134					142				
'Caucasica'	156	159		163	167	99	101			108	110	112		114	116	118			124						138							
'Copperbell'		159		163	167	99					110	112		114	116	118			122	124									145		147	
'Elly'	156		160	163	167	99	101					112		114	116		120	122	124						138							
'Etna'	156		160	163	167	99	101				110		113		116	118	120		124	126			134								147	
'Gabi'	156		160	163	167			107				112			116			122	124	126												
'Gajo'	156		160	163	167	99	101				110	112		114	116		120	122			128											
'Genolia'	156		160	163	167	99	101				110	112		114	116			124	128		132		136	138								
'Greentorch'	156	159		163	167	99	101				110	112		114	116		120	122	124													
'Herbergii'			160	163	167	99	101					112			116	118		122			128		134									
'Klári'			160	163	167	99					110	112		114			120	122	124	126	128	130	132									
'Kleopátra'	156		160	163	167	99			108			112		114	116	118			124	128										146		
'Legend'				163	167	99	101					112		114	116	118			124	126												
'Mano'	156		160	163	167	99		107				112			116		120			126	128		134									
'Mari'	156			163	167	99		107				112		114		118	120													146		
'Mount Vernon'		159		163	167	99	101					112		114	116	118	120								138							
'Novita' sz			160	163	167		101	107				112		114	116										138	140						
'Otto Luyken'	156		160	163	167	99	101				110	112		114	116		120	122			128											
'Piri'	156		160	163	167	99			108		112				118		122	124	126	128			134									
'Reynvaanii'	156		160	163	167																											
'Rotundifolia'	156	159		163	167	99	101				110	112		114	116	118		122	124													
'Sofia'	156		160	163	167	99	101					112		114	116			124	126			132	134									
'Van Nes'	156		160	163	167	99				110		113		116		120	122		126	128								142				
'Zabelianna'	156		160	163	167	99	101					112		114	116		120	122		128	130		134									
'Schipkaensis Macrophylla'			160	163	167	99	101				110	112		114	116		120		124		128	130		134						147		
Greenwhich 2	156	159		163	167	99	101					112		114	116	118			124													192
Greenwhich 1	156	159		163	167	99	101					112		114	116	118			124													
T2	156	159				99	101																									
T4	156		160	163		99	101					112							124													
T6			160	163		99	101								116					126												
T8	156		160	163		99	101					112			116						128											
T10	156		160	163		99	101					112		114							128		132									
T13			160	163		99	101					112						122					132									
T16			160	163		99	101	106									120				128											
T18	156		160	163		99	101					112					120				128											
T20	156		160	163		99	101					112						122		126												
T22	156		160	163		99	101			110					116					124												

lókuszok	BPPCT025																																																			
allélok	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
'Schipkaensis'				156						163	165		167						175		178													191	193											209	211		248			
'Magnoliifolia'										163	166			170			173		175				180			183								191	193		195		197				203	205								
'Zöldszőnyeg'											165		167	169				174					178	180		182								192				197	199					203	205							
'Miki'	147									163		167		170								178	180		182			185		187				188		191			194		196				206				212			
'Marbled White'				156				162				167		170			173				177												188		191			194		196				203	205							
'11-es klón'											165	167				172		174							182		184	186		187	189		191			194										203	205					
'Baumgartner'				156						163	165	167			171		174							182		184	186		188			191	193																			
'Caucasica'											165	167		170	172			175							183	185		187							191		193										203	205				
'Copperbell'												166	169				173	175		178						183					187	189	191													203	205					
'Elly'				156				162				167		170			173			177														189	191				196			200		203	205							
'Etna'										163	166		170			173	175						180					183						191	193		196								206				248			
'Gabi'										163	166		170				174										183				187	189		191		193		196								197						
'Gajo'				156						163	165	167		170			174										182																		197			201				
'Genolia'				156							165			170			173	175	177										185	187														197	199		203			248		
'Greentorch'				156								166		170			173	175							181	183																			197	199		201				
'Herbergii'				156							165	167		170			174										183								191	193														248		
'Klári'										163	165	167	169				174							180	182											193																
'Kleopátra'				156						163	165	167			171		174								182					187	189		191																			
'Legend'										163		167	169		172																					193																
'Mamo'				156						163				170			173			177						182					187	189																	206		248	
'Mari'				156							165	167	169				174							180	182					187	189		191	193		195													248			
'Mount Vernon'										163	166	169		172			175	177						180										191	193															248		
'Novita' sz						159				163	166	169					175	177					180			183		186					191	193												206				248		
'Otto Luyken'				156						163	165	167		170			174							180	182																			199	201							
'Piri'				156						163	165	167			172	174											183					187	189																			
'Reynvaanii'				156							165			170	172		175	177															188		191										197	199		201	203			
'Rotundifolia'										163	166		170			173	175						180		183									191	193		195															
'Sofia'												167	170				174								182		185							192			195		197													
'Van Nes'				156						163		167		171			174			177														191					196							206			248			
'Zabeliana'				156							165	167	169		171																			187				192								197	199		201	203		
'Schipkaensis Macrophylla'				156									167				173	175								182							189	191														248	268			
Greenwich 2										163	166		170			173	175							180		183								191	193		195		197										248			
Greenwich 1										163	166		170			173	175							180		183								191	193		195		197													
T2		153	155	157									167	169						176			179		182	184							189	191																		
T4													167	169						176			179		182	184							189	191																		
T6											163	166	169							176			179		182						187	189																				
T8											163		167	169						176			179	181										191																		
T10								161		163	165		170			173		176			179		182						187																							
T13					159	161	163					169			173			177		179		182	184				188	190																								
T16						161	163					169			173	175				179		182			184			187																								
T18						161						169								179		181						187																								
T20						161					163	165		170		173				179		182			185	187	189																									
T22										163	165		169						176			179	181											191																		

[illegible]

lókuszok	BPPCT037																																																	
allélok	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46				
'Schipkaensis'						116	118								126		129				133		135																											
'Magnoliifolia'			112				118						124				128				132					139									155															
'Zöldszőnyeg'						116		119		121								129									140	142																						
'Miki'		111				116	118				122				126			129			132					139		142																						
'Marbled White'		111				116						123						129									140			146																				
'11-es klón'				113		116	118				122		124		126												135										160			178					187					
'Baumgartner'				113		116	118		120			123			126		128										135										160			178					187					
'Caucasica'						116	118		120				124			127		129			132																160			178					187					
'Copperbell'						116	118					124			126						132																160								187					
'Elly'		111				116					122	123						129																			160								187					
'Etna'				113		116					122				126			129																			160			178	181					187				
'Gabi'				113		116	118				122		124					129			132						135										160		178				187	215						
'Gajo'						116		119			122				126			129																			160		178						187					
'Genolia'						116	118						124					129			132																160			178					187					
'Greentorch'				112		116	118		120		122		124		126			129																			160								187					
'Herbergii'	106					116	118								125		127	129																			160			178					187					
'Klari'						116	118								125		127	129		131																	160			178					187					
'Kleopátra'				113		116	118					123					127																				160			178					187					
'Legend'			112			116	118				122		124								132																160								187					
'Mamo'				113		116	118						124		126			129																			160			178					187	215				
'Mari'				113		116	118			121			124		126																						160			178					187	215				
'Mount Vernon'						116	118				122		124			127		129			132																160			178					187					
'Novita' sz			112			114	116		119		121		124						131																		160			178	181				187					
'Otto Luyken'						116		119			122				126			129																			160			178					187					
'Piri'						116						123						129																			160			178					187	215				
'Reynvaanii'						116				121		123				127		129																				160			178					187				
'Rotundifolia'			112			116	118				122		124		126		128				132																160			178					187					
'Sofia'						116		119			122				126			129																				160			178					187				
'Van Nes'			112			116						123						129																			160			178					187	215				
'Zabeliana'						116		119				123						129																			160			178					187					
'Schipkaensis Macrophylla'						116					122								131																		160			178					187	215				
Greenwich 2			112			116	118				122		124				128			131																	160			178					187					
Greenwich 1		111				116	118				122		124				128			131																	160			178					187					
T2																																																		
T4	106		112			116			120						126			129			132																													
T6	106		112		114	116		119		121			124																																					
T8			112			116	118					124		126				129		131																														
T10		111				116	118				122								130	131																														
T13			112			116	118			121			124			127		129		131																														
T16			112			116		119				123			126				131																															
T18		111				116				121		123			126			129		131																														
T20	106		112			116	118					123				127					132																													
T22			112			116							124					129			132																													

lókuszok	BPPCT040																																					
allélok	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
'Schiolaensis'				125		128						135				142			146								156								166			
'Magnoliifolia'				123										138										153		155				160				164				
'Zöldszőnyeg'				123								134		136	138		144						152		154				157			160						
'Miki'				123												140					148								157									
'Marbled White'				123																			151		153			156		158		160						
'11-es klón'	113			123	125														146				151				155	156	158								170	
'Baumgartner'	113			125								135		138	140				146							154	156	158										
'Caucasica'	113			123	125										140		144								153						160		162		166			
'Copperbell'	113			123		126								138		142							151			154					160					168	170	
'Elly'	113			123																					153					158				164	166			
'Ema'	113			123										138					146						153			157				162	164		168			
'Gabi'	113			123	125									138					146						153			157		160			164	168	170			
'Gajo'	113			123								134					142	144	146																			
'Genolia'	113			123														144												158			162					
'Greentorch'	113			123	125							134				140													157				162	164				
'Herbergii'	113	115		123				129						136	138		142		146		150			153					158									
'Klári'	113			123														144									156		158									
'Kleopátra'	113	115		123											138				146			151			154					159								
'Legend'	113			123	125																				153			157				162	164		168			
'Mano'	113	115		123	125																	151			153				158								170	
'Mari'	113																144								153			157				162						
'Mount Vernon'	113			123																					153			157				162						
'Novita' sz	113			123	125											142									153				158				164					
'Otto Luyken'	113			123								134		136			142	144																				
'Piri'	113											134						144	146						153			157										
'Reynvaanii'	113			123												140		144											157									
'Rotundifolia'	113			123				129										144	146									157					162	164				
'Sofia'	113															140		144							153			157										
'Van Nes'	113	115		123	125											140			146						153				158									
'Zabeliana'	113	115		123									136			142											156											
'Schiolaensis Macrophylla'	113			123										136			142						150			154		156		158							170	
'Greenwich 2'	113			123												138								152			156			160		162	164	166	168			
'Greenwich 1'	113			123	125											138									153		155		157		160		162	164	166			
T2	113		118																																			
T4	113			123						131					138	140	142				148	151				155						162		166				
T6	113	115		123	125			130								140											155			160		162	164	166				
T8	113			123		128					133			136	138		142				148					155					161		164	166				
T10	113			123	125						133					140				146				152						160			166					
T13	113			123	125						133					140					148			152								162						
T16	113			123				130				134				140				146	148			152						160		162		166		170		
T18	113			123	125							134		136	138	140	142				148			152								164	166					
T20	113			123	125		129		131								142	145					152					157		160		162						
T22	113			123	125							134		136	138		142				148					155							164	166				

[illegible]

Jókusok allíðok	CPSC2021																																																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
'Schipkaensis'							131	133	135	137			140		143				146							152		154							160					168					174													
'Magnoliifolia'												139					142			146				148			153		154		156				160						170						180						184					
'Zeldsönnýg'									133		137						142			146								153		154		156				160							170								182							
'Miki'	119							133	135	137							142				146			148		150							158					164		166				172				174					182					
'Marbled White'	119							133	135					140						146		148				152							158									170				174							184					
'11-es klón'	119							133	135	137											146		148				151		153					158										173														
'Baumgartner'								133	135					140			143									151		153																									182					
'Caucasica'							131	133	135								145									151		153						158		161		161												180								
'Copperbell'	119						131	133	135						142		144									151		153		154					160				164			168		170						181								
'Elly'	119							133	135					140					146		148					151					157			159						168				173								182						
'Etna'								133	135					140												151		153						159						166				170								182						
'Gabi'	119						131	133					139									148						153						159							167			170														
'Gojo'	119							133						140			144		146					149	151	153	155						158																		182							
'Genolia'								133	135					140			143		145							151		153																														

Íókuszok	CPDCT045																							CPSCT018																	
alélók	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
'Schipkaensis'	117			123	125				129		131						142	144																		158					
'Magnoliifolia'	117		121	123	125		127		129		131			135																						158			162		
'Zöldszőnyeg'	117	119		123	125				129		131							144		150													154		158						
'Miki'	117	119		123	125				129		131			135		138																	154		158						
'Marbled White'	117			123	125						131		133	135		138																							162		
'11-es klon'	117			123	125				129		131					138																			154		158				
'Baumgartner'	117			123	125						130														101		102	104							154		158				
'Caucasica'	117					126					130		132												101			105							154			159		162	
'Copperbell'	117	119	121	123	125				129																											158			162		
'Elly'	117			123	125						131		133	135		138																							162		
'Etna'	117		121	123	125				129																											158		161			
'Gabi'	117			123		126					130		132	135		138																		153		158		162			
'Gajo'	117			123	125				129							138																		152		157					
'Genolia'	117			123	125				129																											158		161			
'Greentorch'	117		121	123	125				129					135																				152		158		161			
'Herbergii'	117			123	125						130			135				144																		157					
'Klári'	117		121	123	125				129		131																								154	157					
'Kleopátra'	117	119		123	125				129		131							146																		157	159				
'Legend'	117			123		126					130			135																				145		153					
'Mano'	117			123	125				129							138																			152		157				
'Mari'	117	119		123	125						130					138																			152	154		159			
'Mount Vernon'	117			123			127		129		131		133	135							157														154		158		162		
'Novita' sz	117			123	125		127		129		131		133				142																		154		158		162		
'Otto Luyken'	117			123	125				129							138																		152		154		157			
'Piri'	117			123	125		127		129		131					138																		152	154	157					
'Reynvaanii'	117			123	125				129		131					138																			154						
'Rotundifolia'	117		121	123	125		127				130			135																							158		162		
'Sofia'	117	119		123	125				129									144																	154		158				
'Van Nes'	117			123	125				129		131					138																		152			159				
'Zabeliana'	117			123	125				129							138		144																152			158				
'Schipkaensis Macrophylla'	117	119		123	125				129																												158				
'Greenwich 2'	117		121	123	125		127		129					135																						158		161			
'Greenwich 1'	117		121	123	125		127		129					135																						158		161			
T2									129					135	137																			129							
T4	117			123	125						130					135																			151		154		158		
T6	117					126										135					157													151			158				
T8	117			123	125		127									135																		151			155	157			
T10	117			123		126					130		133					146																	151		154		158		
T13	117		121	123	125		127						133																							154	157	158	160		
T16	117			123		126		128			130					135					153															154		158			
T18	117			123	125						130			133	135																				151		154		158		
T20	117		121	123	125				129		131		133																						151		154		160		
T22	117			123	125									135																					151		155	158			

42

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Rieth Jázmin Anasztázia
A Hallgató Neptun kódja: BBGBWV
A dolgozat címe: Extrém poliploid babérmeggyfajták genetikai jellemzése
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Genetika és Biotechnológia
A konzulens tanszékének a neve: Növénybiotechnológia

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: 2024 év 11. hó 04. nap


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Rieth Jázmin Anasztázia (név) (hallgató Neptun azonosítója): BBGBWV konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / **nem javaslom**.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Budapest, 2024. 11. 05.



belső konzulens