

SZENT ISTVÁN EGYETEM

**A VITACEAE CSALÁD TERMESZTETT
FAJAINAK EVOLÚCIÓJA, DOMESZTIKÁCIÓJA
ÉS DIVERZITÁSA A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN A
MORFOMETRIAI VIZSGÁLATOK TÜKRÉBEN**

MRAVCSIK ZOLTÁN

Gödöllő

2019

A doktori iskola

megnevezése:

Környezettudományi Doktori Iskola

tudományága:

Környezettudomány

vezetője:

Csákiné Dr. Michéli Erika

egyetemi tanár, Intézetvezető

SZIE, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,

Környezettudományi Intézet,

Talajtani és Agrokémiai Tanszék

Témavezetők:

Dr. Gyulai Ferenc

egyetemi tanár, az MTA doktora

SZIE, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,

Természetvédelmi és Tájgazdálkodási Intézet,

Természetvédelmi és Tájökológiai Tanszék

Dr. Berke József

főiskolai tanár, az MTA kandidátusa

Gábor Dénes Főiskola, Informatikai Intézet

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
.....
A témavezetők jóváhagyása

1. A munka előzményei, a kitűzött célok

A szőlő- és borkultúrának hazánkban gazdag hagyományai vannak. A szőlőtermesztés kezdeteiről és a fajták kialakulásáról még nagyon kevés információval rendelkezünk. Számos kérdés vár még megválaszolásra a szőlő domesztikációjának folyamatát, valamint szőlőtermesztés múltját illetően. Nem ismerjük pontosan azokat a tényezőket, amelyek hozzájárultak ahhoz, hogy ekkora genetikai változatosságot érhessenek el a *Vitis* nemzetség fajai, kiváltképp a kerti vagy bortermő szőlő (*Vitis vinifera* L.). A régi szőlőfajták eredetét is homály fedi, általában csak nagy közelítéssel és bizonytalan források alapján tudjuk meghatározni az egyes fajták megjelenésének idejét.

A régészeti maradványok fontos információkat nyújtanak a múltat illetően. Az archaeobotanikai kutatások alkalmasak arra, hogy morfológiai határozást követően rekonstruálják a korábbi időszakok természetes- és kultúrvegetációját. Az alkalmazott módszerek és eszközök tekintetében a technikai fejlődés új módszerek kidolgozását teszi lehetővé, amelyek pontosabb és gyorsabb határozást tesznek lehetővé. A szőlő esetében is fontos a digitális módszerek kiaknázása, hiszen folyamatosan kerülnek elő a régmúltból fennmaradt növényi maradványok, amelyek vizsgálata újabb adatokkal pontosíthatja az eddigi ismereteinket.

A kerti szőlő lehetséges őseként a ligeti szőlőt (*Vitis sylvestris* C. C. Gmel.) tartjuk számon, melyeknek a kárpát-medencei felhasználásáról számos bizonyíték tanúskodik, ezek közül kiemelkednek a magmaradványok. A két faj magja a morfológiai tulajdonságaik alapján elkülöníthető, valamint a domesztikáció bélyegeit is magukon hordozzák.

A magvizsgálatok más jellegű feladatokban is segítséget nyújthatnak. Korábbi kutatásaim során tapasztaltam, hogy a már nem művelt szőlőterületek növényzetében még fellelhetőek régi szőlőfajták. Vannak területek, ahol a kultúrszökevény fajok hódítanak, de a szőlőhegyek számtalan régi szőlő- és gyümölcsfajtát is rejtegetnek. A régi magyar- és tájfajták genetikai értékének felismerése óta, megnövekedett az igény megmentésükre. Ezt nehezíti az is, hogy az avatatlan szem számára az értékes fajták nem mindig különíthetők el a XX. században elterjedt direkttermő fajtáktól.

A ligeti szőlő (*Vitis sylvestris* C. C. Gmel.) védett faj hazánkban, mert természetes állományai megritkultak, fennmaradásuk veszélybe került. Az élőhelyeik beszűkülése, átalakulása mellett jelentős veszélyt jelentenek az idegenhonos *Vitis* taxonok (*Vitis riparia* Michx., *Vitis labrusca* L., valamint a *Vitis rupestris* Schee.), amelyek a természetből kivadulva könnyen megtelepednek és a hazai fajtól ellenállóbbnak bizonyulva kiszorítják azt. Emellett a tiszta ligeti szőlő állományok hibridizálódás útján is szennyeződhetnek, eltűnhetnek.

Kutatásomban az alábbi célokat tűztem ki:

- A szőlőfajták eredetére vonatkozó információkat összegyűjtsem.
- Létrehozzak egy *Vitis* fajokból álló maggyűjteményt, amely alapot adhat morfológiai vizsgálatokhoz.
- Olyan morfológiai jellemzők felvételezésére alkalmas módszertant dolgozzak ki, amellyel a magvak jellemző tulajdonságai rövid idő alatt lemérhetőek és adatként tárolhatóak, lehetőséget adva a későbbi feldolgozásra. Ezt olyan eszközökkel kívántam megvalósítani, amelyek könnyen elérhetőek és költséghatékony feladatmegoldást tesznek lehetővé.
- Az adatbázis létrehozását követően megkeresni azokat a magokra vonatkozó paramétereket, amelyekkel a termesztett kerti szőlő (*Vitis vinifera* L.) és annak vad őse (*Vitis sylvestris* C.C. Gmel.) elkülöníthető. Ez alapot nyújthat a számítógépes leválogatásnak, így gyorsítva és pontosítva a feldolgozást, valamint ezáltal további lehetőség rejlik a digitális morfológiai módszerek alkalmazhatóságát illetően a fajták– vagy fajtacsoportok határozásában.
- Emellett célom volt a magmorfológia módszereit felhasználva megvizsgálni annak lehetőségét, hogy a *Vitis vinifera*-hoz tartozó fajtákat elkülönítsük a direkttermő fajtáktól, valamint a ligeti szőlőt és a rá veszélyt jelentő *Vitis* taxonokat különválaszthassuk.
- Mivel a kerti szőlő esetében a domesztikáció bélyegeit a magok alaki és méretbeli tulajdonságaival jellemezni lehet, ezért célul tűztem ki, hogy más szőlőfaj esetében is megvizsgáljam, hogy hasonló változások mutatkoznak-e.

2. Anyag és módszer

2.1. Szőlőmag-gyűjtemény létrehozása

Vizsgálataim egyik fő szempontja az volt, hogy létrehozzak egy adatbázist, amely segítségével a szőlőmag-maradványok azonosításához nyújthatok segítséget. Mivel vizsgálataim tárgyát a magok adják, elengedhetetlen volt meghatározott szőlő taxonok magjainak a beszerzése. Hazánkban nem található recens szőlőfajták vagy egyéb szőlőfajok magjaiból álló gyűjtemény, ezért létre kellett hoznom.

A fellelhető források és a szakma hazai képviselőinek az iránymutatása alapján fajtagyűjteményekből régi fajták maganyagát gyűjtöttem be. Emellett más fajok és fajták is begyűjtésre kerültek. A *Vitis sylvestris* C. C. Gmel. és *Vitis vinifera* L. hasznosításának, szőlő domesztikációjának kérdése miatt fontos volt ligeti szőlőből származó tételleket is archiválni. Mivel megnövekedett az igény a régi gyümölcs- és tájfajtákat illetően, amelyek elvadult példányai a felhagyott szőlőparcellákból is előkerülnek (Mravcsik *et al.* 2009), ezek felismeréséhez is segítséget nyújthat a mag alapján történő beazonosítás. Ehhez szükséges volt direktermő fajták magjait is eltárolni, hogy megvizsgáljam, morfológiai bélyegek alapján elválaszthatóak-e a *Vitis vinifera* L. fajtáktól. Az invázióra hajlamos *Vitis* fajok magmorfometriai jellemzőinek vizsgálata is fontos kérdés, főként a megritkult ligeti szőlő állományok védelme érdekében, ezért egyéb fajokat is a gyűjteménybe vettem. Fontos volt, hogy megbízható minták kerüljenek feldolgozásra, ezért főként a fajtagyűjteményekben szereplő tételleket dolgoztam fel.

Ezek az alábbiak voltak:

- PTE Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet (Pécs),
- NAIK Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet, Badacsonyi Kutató Állomás (Badacsonytomaj),
- Tokaji Kutatóintézet Szőlészeti és Borászati Kutató Nonprofit Kft. (és jogelődje), (Tarcal),
- KRF Szőlészeti és Borászati Kutatóintézete (Eger),
- Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Kertészeti Tanszék gyűjteményei (Keszthely, Cserszegtomaj),
- Patrícium-borház gyűjteménye (Bodrogkisfalud, Várhegy dűlő).

A szőlőfajok és fajták gyűjtése esetében törekedtem minél több tételt összeszedni egy nagy gyűjtemény és –adatbázis létrehozása érdekében. A gyűjteménybe csak érett bogyókból származó magokat választottam ki, törekedve arra, hogy ne csak a legnagyobb magok kerüljenek elraktározásra, hanem a mellettük teljesen kifejlődött, de szemmel láthatóan kisebb méretű szemek is. Ezt azért tartottam fontosnak, hogy a gyűjtemény teljesen reprezentálja majd egy-egy adott

fajtára jellemző magpopulációkat. A gyűjtést úgy végeztem, hogy körülbelül fajtánként 150–250 magot tudjak kiválasztani, ez általában 3–6 fűrttel biztosítható volt. Néhány idegenhonos *Vitis* fajnál a kis termésmennyiség miatt csak 1–2 fűrtöt sikerült szüretelni. A különböző tételek egy-egy nejlonzacskóba kerültek, kis papírcetlivel, amelyen a faj vagy fajta neve szerepelt. A begyűjtést és hazaszállítást követően a bogyókból kiválasztott magokat megtisztítottam és szárítást követően légmentesen eltároltam.

A gyűjtemény hiánypótló és egyedülálló, számos lehetőséget tartogat a jövőbeni kutatásokhoz, jó alapja lehet további morfológiai jellegű magvizsgálatoknak. A fajtahasználat legmegbízhatóbb eszközei a molekuláris genetikai vizsgálatok, ezekhez is könnyen felhasználható, hosszú ideig eltárolható forrást nyújthat, azonban ezek a mag elpusztításával járó folyamatok. DNS könyvtár létrehozása esetén azonban, egyszeri feldolgozás után tárolhatók a szükséges adatok.

2.2. Alkalmazott módszerek és eszközök bemutatása

A morfometriai vizsgálatokhoz a Fovea Pro 4.0 szoftvert használtam, ez a módszertant jelentősen meghatározta (Russ 2006). Első lépés az egyes *Vitis sp.* magokról történő felvételek készítése, melynek során törekedtem arra, hogy a további feldolgozáshoz a legjobb alapot nyújtsa, hiszen ez jelentősen meghatározhatja a vizsgálatot. A felvételek elkészítése számos eszközzel lehetséges, munkám során én is több eszközt teszteltem. Általánosan elmondható, hogy a felvételezéskor igyekezni kell a hibák kivédésére, mert az utómunkálatok során már időigényes és nehézkes ezek kiküszöbölése. Esetemben elvárás volt, hogy a felvételek készítése során a kamera és minta távolsága ne változzon, a kamera optikai tengelye merőleges legyen a minták síkjára és azonos megvilágítás mellett készüljenek a képek. A módszer hatásfokát és eredményességét javító tényezők voltak, hogy egyszerre minél nagyobb számú objektumot tudjak felvételezni, a képek minél nagyobb felbontásban készüljenek, a zajok és nem kívánatos elemek (árnyék, pizok) száma minél kisebb legyen, valamint az egyes elemek (itt: magok) ne érintkezzenek egymással. Ezeknek az elvárásoknak próbáltam minél nagyobb mértékben megfelelni.

Vizsgálataimat mikroszkóppal kezdtem meg, mert az archaeobotanikai vizsgálatok során a magvak határozásához elengedhetetlen és úgy gondoltam, hogy ez képes a legrészletgazdagabb, legnagyobb nagyítású felvételeket biztosítani. A kutatásomhoz kapcsolódóan számos negatív tulajdonsággal szembesültem. A tárgylemezre csak két-három szőlőmagot tudtam úgy felhelyezni, hogy a készülékre szerelt kamera látómezőjébe beleférjenek és a kör alakban történő megvilágítás ellenére jelentős árnyékot tapasztaltam a felvételeken. Problémát jelentett az is, hogy a magok különbözősége miatt nem tudtam megfelelő fókusztávolságot találni, valamint a mélységélesség beállítása is nehézséget okozott és egyetlen mag esetén is fellépett.

A mikroszkóppal történő felvételek készítése és a mikroszkóphoz kapcsolódó szoftverrel történő kalibrált mérés alkalmas kisebb számú tételek, néhány paraméterének vizsgálatára, amennyiben nem elvárás, hogy az objektum minden részletének élessége kiváló legyen vagy a felvételezés tárgyának kiterjedése csak kétdimenzióban jelentős. Mivel mindenki számára elérhető módszer kidolgozása volt a célom, a mikroszkóp magas beszerzési költsége is más eszköz alkalmazását vetítette előre.

A szkennerek alkalmasak egyszerre nagy mintaszámú felvételek készítésére, rövid időn belül, emellett a készülék elfogadható áron elérhető. Felvételezéskor fehér lappal takartam le a magokat, a képeken így rajzolódtak ki legjobban a magvak körvonalai, de ekkor sem voltak hibátlanok a felvételek, a magok közötti részeken árnyék látható, ezt az utómunkálatok során tudtam eltüntetni. Ahhoz, hogy egymástól alig különböző objektumok közötti különbözőségeket megbízhatóan detektálhassunk, törekednünk kellett az „elérhető” legjobb, legrészletgazdagabb digitális felvételek elkészítésére, amit a fényképezőgépes képalkotással tudtam biztosítani.

A szkennerekhez hasonlóan nagy darabszámú mintáról képes nagy felbontású kép készítésére. Vizsgálataimhoz az alábbi kiegészítővel felszerelt **Nikon D5200** digitális készüléket használtam:

- AF-S DX Micro NIKKOR 40mm f/2.8G objektív
- Hoya HMC UV(C) szűrő
- Meike ML-L3 infrás távkioldó (Nikon)
- SanDisk SDHC 8GB Ultra (class 10) memóriakártya
- Manfrotto 190XPROB állvány, 056 3D állványfejjel
- Dörr Daf-14 körvakut (Nikon)
- Libella

A felvételezés során a magok alá egy fehér háttérrel ellátott papírlapot helyeztem, a szőlőmagok elhelyezése egyenként, háti oldalukkal lefelé történt, így a köldökön (*chalaza*) feküdtek a magok. Ebben a helyzetben a magok teljes szélessége és hosszúsága, valamint alakjellezői is pontosan felvételezhetőek, a digitális felvételek készítése során a beállítások mindig azonosak voltak.

2.3. Felvételek feldolgozása és mérések elvégzése

A nyers felvételek nem alkalmasak a mérések elvégzéséhez. Ezeket még számos nem kívánatos elem (szennyeződés, egyéb 'zaj') terheli, amelyeket csökkenteni kell. A képek tisztítását Adobe Photoshop CS2 programmal végeztem.

A méréseket az elmentett TIFF fájlokon végeztem az Adobe Photoshop CS2 verziójába beépülő Fovea Pro 4.0 programmal. Összesen 6734 mag 56 paraméterét rögzítettem, ezeket Microsoft Excel 2016 táblázatkezelő programba exportáltam. A kiértékelések során 34 mutatót vettem figyelembe. Ezek között mérettani (pl.: terület, hosszúság, szélesség, a mag belsejébe és köré írható kör sugara), alaki (pl.: formafaktor, kerekesség, képarány, konvexitás, szimmetria) és színre, intenzitásra (pl.: a vörös-, zöld- és kék színek átlaga, színárnyalat, telítettség) vonatkozó paraméterek voltak.

2.4. Eredmények kiértékelése

Az eredményeinek értékelésénél IBM SPSS v.25 programcsomaggal elvégezhető CHAID (Chi-squared Automatic Interaction Detector) eljárást (döntési fa módszer) használtam a ligeti és kerti szőlő magjainak elkülönítésére, valamint logisztikus regressziót és főkomponens analízist futtattam az összes vizsgált mag esetében, a különböző csoportok (kerti szőlő, ligeti szőlő, egyéb *Vitis* fajok, direkttermő fajták) elkülönítésének vizsgálatára. Emellett a Microsoft Excel 2016 programmal végeztem kiértékeléseket, amellyel jól ábrázolhatóak a nagyobb adatsorok. Az értékek megjelenítésével számos információhoz juthatunk, ami rávilágíthat hasonlóságokra és rokonsági viszonyokra is.

3. Eredmények

3.1. Maggyűjtemény létrehozása

A fajtagyűjteményekből beszerzett alapanyagok magjaiból gyűjteményt hoztam létre, összesen 172 tételt tároltam el, melynek összetétele a következő:

- 137 db *Vitis vinifera* L. tétel, melyek 115 különböző fajtától származnak,
- 16 db *Vitis* nemzetséghez tartozó egyéb faj 22 db magpopulációja, közöttük 5 db *Vitis sylvestris* tétel, emellett
- 7 db direkttermő szőlőfajta, 13 magpopulációja, melyek közül a „Baco” és a „Piros delaware” szülői között szerepel a *Vitis vinifera* L., a többi viszont más szőlőfajok utóda.

3.2. Magmorfometriai adatbázis készítése

Eddig 42 tétel maganyaga került feldolgozásra, melyből 32 régi *Vitis vinifera* L. fajta és 4 direkttermő, valamint 6 *Vitis* nemzetséghez tartozó faj, ebből 2 tétel *Vitis sylvestris* C.C. Gmel.(1. táblázat). Az adatbázis tartalmazza a korábban leírt eszközrendszerrel készített felvételek, FOVEA Pro 4.0 szoftverrel lement paramétereit.

1. táblázat: A magmorfometriai adatbázisban szereplő, lement szőlőfajok és –fajták

Sorszám	Tétel száma és neve
1.	40.Csókaszőlő
2.	46.Vitis amurensis
3.	47.Vitis labrusca L.
4.	52.Vitis riparia
5.	54.Vitis rupestris
6.	60.Heunisch
7.	63.Zöldszilváni
8.	82.Tüskéspúpú
9.	84.Lisztesfehér
10.	94.Ezerjő
11.	99.Mézesfehér
12.	104.Fehér gohér
13.	108.Fehér szlanka
14.	112.Gyöngyfehér
15.	113.Bajor kék
16.	117.Kadarka
17.	119.Rajnai rizling
18.	121.Cab.sauvignon
19.	122.Cab.franc
20.	123.Juhfark
21.	125.Bakator

Sorszám	Tétel száma és neve
22.	126.Merlot
23.	127.Kéknyelű
24.	130.Szürkebarát
25.	134.Betyárszőlő
26.	143.Rozaki
27.	147.Ál-kék hajnos
28.	157.Kék ökörszem
29.	159.Sárfehér
30.	160.Kecskecsöcsű
31.	166.Gohér
32.	167.Hárslevelű
33.	168.Sárgamuskotály
34.	169.Furmint
35.	172.Purcsin
36.	187.Fehér járdovány
37.	196.Elvira
38.	197.Izabella
39.	198.Concord
40.	199.Piros delaware
41.	216. Vitis sylvestris S-6/1
42.	218. Vitis sylvestris S-6/2

Összesen 6734 db szőlőmag 56 paramétere került az adatbázisba, emellett az egyes tételek minimum-, maximum-, és átlagértékeit is kiszámítottam és külön dokumentumban őriztem meg.

3.3. Digitális képfeldolgozási módszerek a *Vitis* nemzetség fajaihoz és fajtáihoz

Kialakítottam egy olyan, mindenki számára elérhető mérési módszertant, amellyel bármely szőlőfaj- vagy fajta magjai felvételezhetőek és lemérhetőek, – nagyobb elemszám esetén is – így összehasonlíthatóak az adatbázisban már szereplő megfelelő paraméterekkel.

A módszer során az alábbi folyamatokat kellett elvégezni:

1. A szőlőmagok elhelyezése a háttérként szolgáló fehér lapra és az alá rögzített milliméterpapírra.
2. A digitális fényképezőgép elemeinek összeillesztése (objektív, körvaku).
3. A készülék rögzítése az állványhoz, pontos beállítása a vizsgált objektum fölé.
4. A kamera optikai tengelyének beállítása a minták helyének síkjára merőlegesen a libella és vízmérték segítségével.
5. Beállítások elvégzése: f/8-as rekesz, 1/125 másodperces expozíciós idő, 100-as ISO érték és 40 mm-es fókusztávolság.
6. Felvétel elkészítése sötétszobában, körvaku és távkioldó használatával.
7. Képek mentése RAW és TIFF formátumban, 48-as bitmélységgel.

Kép feldolgozása

1. Kép megnyitása a Photoshop programmal.
2. Magok kijelölése "Magicwand" eszközzel.
3. Kijelölés megfordítása és a háttér kitörlése.
4. A kép mentése 48 bit-es TIFF formátumban.
5. A 48 bit-es kép megnyitása a Fovea Pro 4.0 programban.
6. A kép kalibrálása a milliméterpapír alapján.
7. A mérés lefuttatása.

3.4. Morfometriai mérések kiértékelése

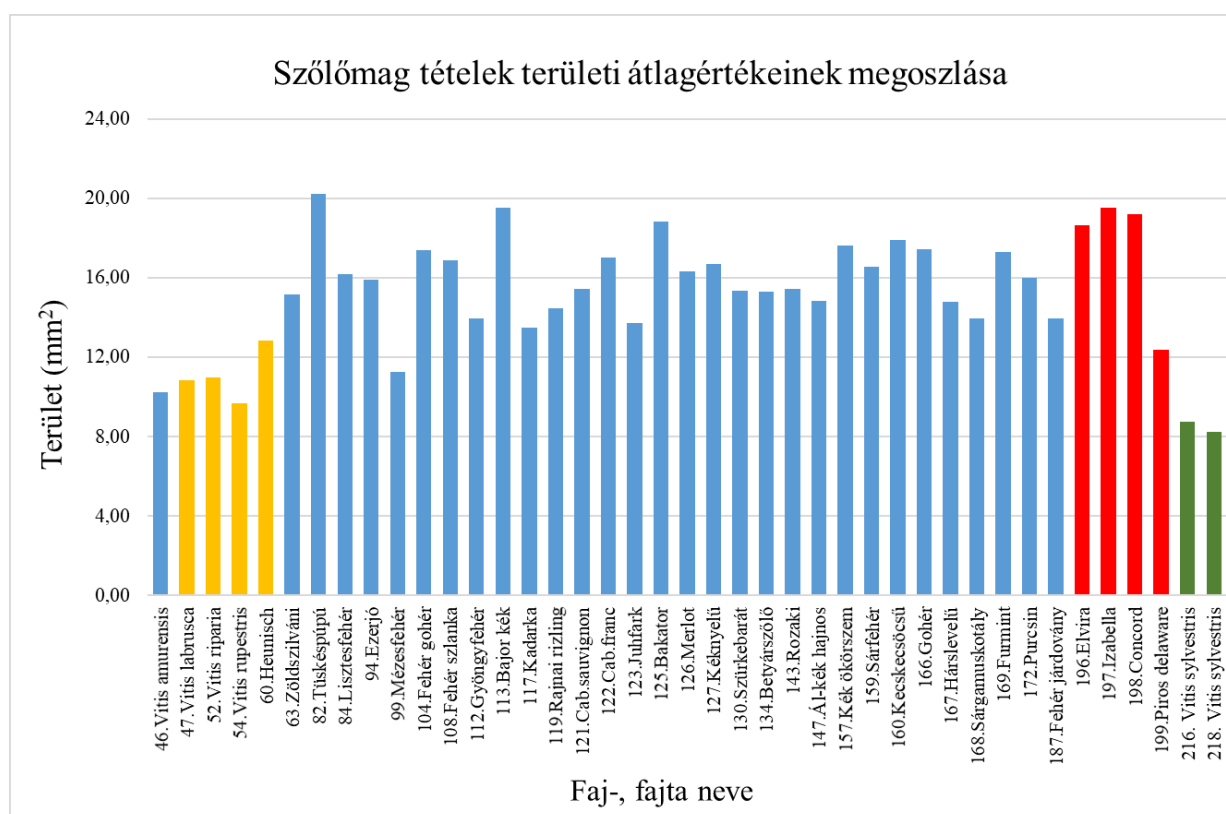
A fényképezőgéppel készített felvételek feldolgozása során vizsgált paraméterek közül mérettani, alaktani és színnel kapcsolatos változókat lehet elkülöníteni.

3.4.1. Mérettani paraméterek

A vizsgált szőlőmagok méretével kapcsolatos mutatók alapján jól kitűnik, hogy a ligeti szőlő magjai minden paraméternél a legkisebb értéket veszi fel (1. ábra). A legnagyobb értékekkel a kerti szőlőfajták rendelkeznek, azonban néhány tulajdonságnál („Szélesség”, „Egyenértékű átmérő”, „Belső kör sugara”) a direkttermő ”Concord” fajta emelkedik ki. Amennyiben a két *Vitis sylvestris* C. C. Gmel. tételt egyben értékeljük, akkor is elmondható, hogy több mérettani paraméter alapján is láthatóan különbözik a többi fajtától és fajtától. Kiszámú minta esetén, két (vagy több) paraméternek az egy mintatérben történő vizsgálatakor biztosabbá tehető a beazonosítás.

A maghossz esetében az ampelográfusok 4,5–5 mm-nél húzzák meg a határt a *V. vinifera* és *V. sylvestris* elkülönítéséhez. Alatta ligeti, felette kerti szőlővel van dolgunk (Schermann 1966). Eredményeim megerősítik ezt, ez alapján is elkülöníthető a két faj, azonban a nem őshonos *Vitis* fajok, ligeti szőlőtől való elkülönítéshez már nem elég ennek az egy faktornak a vizsgálata.

1. ábra: A vizsgált szőlőmag-tételek területi átlagértékei (kerti szőlő: kék-, egyéb *Vitis* fajok: sárga-, direkttermő fajták: piros-, ligeti szőlő: zöld színnel jelölve)



3.4.2. Alaktani paraméterek

Az alaktani paraméterek a mérettani értékek különböző arányaira és az objektumok alakjára vonatkozó adatokat tartalmazzák.

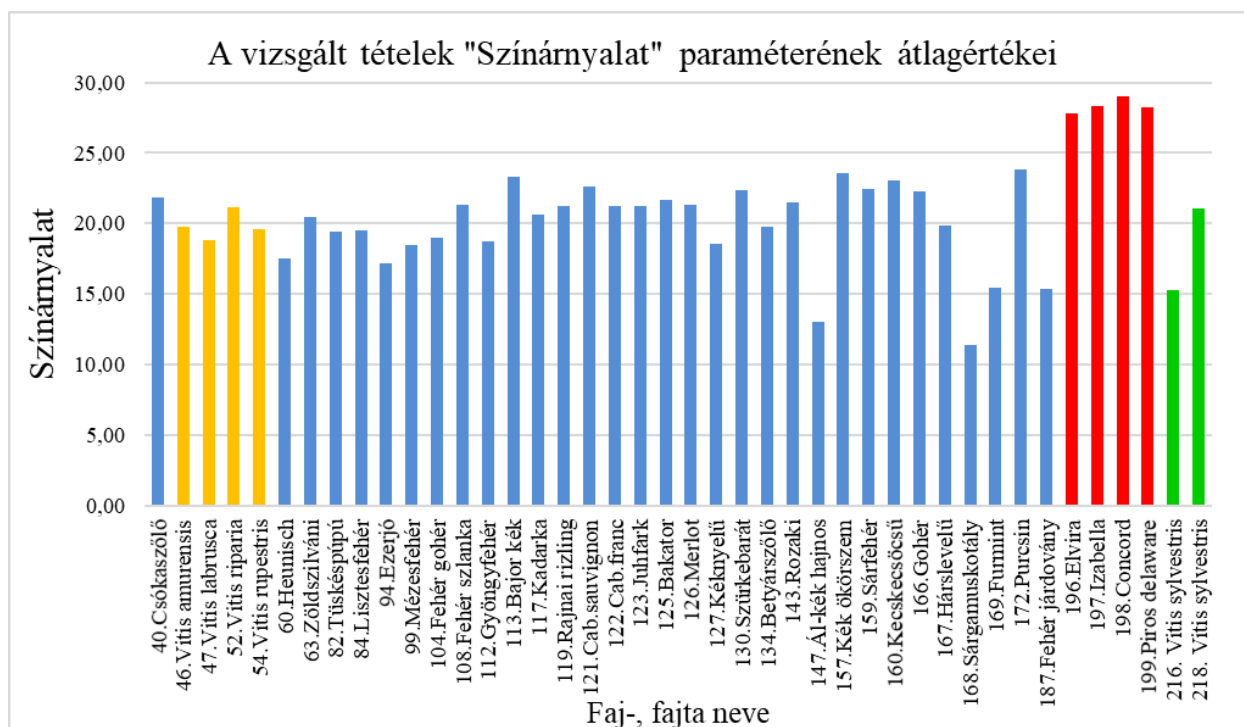
Az alaktani paraméterek általában formai jellemzők, de sokszor mérethez kapcsolódó mutatókból képzett értékek. A tételek közül néhány esetben („Y-Feret”, „Kerekség”, „Megnyúlás”) a ligeti szőlő szélsőértéket vesz fel és a „Képarány”-nál is az egyik legkisebbet (1,36). Utóbbi háromról tudjuk, hogy a magok nyújtottságát, kerekségét jellemzik („Kerekség”: köralaktól való eltérés, Megnyúlás: terület és kerület hányadosa, Képarány”: a hosszúság és szélesség hányadosa). A „Kerekség” esetében az értéke 0,70, ami azt jelenti, hogy ez a tétel áll legközelebb a kör alakhoz (1-es érték). A „Képarány” és „Megnyúlás” paramétereknél is kicsi az értéke (1,36 és 2,28), ami szintén azt jelzi, hogy nem nyújtottak a *Vitis sylvestris* C. C. Gmel. magok, hanem inkább kerekdedek, amit a szakirodalmak is alátámasztanak (Mangafa és Kotsakis 1996, Facsar 2000, Rivera *et al.* 2007, Gyulai 2009). Ezeknél a legnagyobb átlagértéket a „Gohér” („Képarány”: 1,98) és „Heunisch” („Megnyúlás”: 4,12) fajták birtokolják. Jellemzően ezeknél a mutatóknál az egyéb *Vitis* fajok is kis értéket vesznek fel („Képarány”: 1,27–1,40; „Megnyúlás”: 2,44–2,58).

Az is látható hogy az alaki paraméterek nem alkalmasak a *Vitis sylvestris* C. C. Gmel. és azt a természetes élőhelyén veszélyt jelentő *Vitis* fajok elkülönítésére, ehhez más értékeket is figyelembe kell vennünk, a kerti szőlő fajtái azonban sok esetben láthatóan eltérnek a ligeti szőlő (pl.: Y-Feret esetében szignifikáns különbség) és az egyéb vizsgált *Vitis* fajok értékeitől, ami az alaki különbözőséget mutatja.

3.4.3. Intenzitás és színparaméterek

A színnel és intenzitással kapcsolatos mutatóknak abban az esetben van jelentőségük, ha recens mintákat vizsgálunk, hasonlítunk össze. Régészeti mintáknál nincs relevanciájuk, mert eredeti színüket, textúrájukat elvesztették. Ezek a mutatók érzékenyek abból a szempontból, hogy milyen feltételek között valósul meg a felvételek elkészítése. Az eredmények alapján szembetűnő, hogy a „Sárféher” fajta hat mutató esetében (három színcsatorna, „Fényerősség”, „Minimum intenzitás”, „Kitöltöttség”) is a legmagasabb értéket kapta, valamint a ligeti szőlő (216. számú tétel) öt esetben a legalacsonyabb átlaggal rendelkezik. A többi tételtől szignifikánsan nem különülnek el, de egymáshoz és néhány egyéb tételhez hasonlítva ezek a paraméterek is hasznosak lehetnek leválogatás során, azonban meg kell jegyezni, hogy a két *Vitis sylvestris* C. C. Gmel. fajta genetikailag, valószínűleg nagyon közel áll egymáshoz, mégis különbségek mutatkoznak közöttük a színparaméterek tekintetében. Ennek tükrében és az adatok alapján úgy tűnik, hogy a ligeti- és kerti szőlő elkülönítésére önmagukban nem alkalmasak. A „Színárnyalat” („Mean Hue”) esetében megfigyelhető, hogy a 4 direkttermő fajta jelentősen elválnak a többi fajtától (2. ábra). Átlagértékük 27,8–29,0 közötti, több vizsgált mintával összehasonlítva is szignifikáns a különbség, ezért ezt a direkttermő fajták elkülönítésekor vizsgálni érdemes.

2. ábra: A vizsgált tételek „Színárnyalat” átlagértékeinek megoszlása (kerti szőlő: kék-, egyéb Vitis fajok: sárga-, dírektermő fajták: piros-, ligeti szőlő: zöld színnel jelölve)



3.4.4. *Vitis sylvestris* C. C. Gmel. elkülönítése a *Vitis vinifera* L. fajtól

Az eddigi kutatásokat megerősítik vizsgálataim, a domesztikáció során a magok mérete növekedett, amivel párhuzamosan a csőr is megnyúlt (Schermann 1966, Jacquat és Martinoli 1996, Mangafa és Kotsakis 1996, Facsar 2000, Rivera *et al.* 2007, Gyulai 2009). A ligeti szőlő tételek és a *Vitis vinifera* L. fajták magmorfometriai összehasonlítása alapján számos méret és alaktani paraméter is igazolja ezt, amelyek alapján elkülöníthető a két faj. A mérettel kapcsolatos adatsorok alkalmasak a két faj elkülönítésére, az alaktani és szín és intenzitással kapcsolatos információkkal már nem ilyen biztos a határozás. Érdeemes több paramétert is figyelembe venni, főleg kisszámú minták feldolgozásakor, mert az adatokból kitűnik, hogy egy-egy faj vagy fajta magpopulációi nagy variabilitást mutatnak.

A *Vitis sylvestris* C. C. Gmel. és *Vitis vinifera* L. fajok mért paramétereinek szórásértékkel súlyozott átlagértékei alapján, néhány esetben egyértelműen elkülönülnek. A szórás az egyes értékek számtani átlagtól vett eltéréseinek négyzetes átlaga, megmutatja, hogy az ismert értékek mennyivel térnek el átlagosan az átlagtól (Závoti 2010). Ennek figyelembevételével, méréseim alapján az alábbi faktorok határértékeivel jellemezhető a két faj, az adatok határozókulcsként alkalmazhatóak (2. táblázat).

Az alábbi paraméterek alkalmasak a ligeti szőlő és a kerti szőlő elkülönítésére:

2. táblázat: *Vitis sylvestris* C. C. Gmel. és *Vitis vinifera* L. fajok elkülönítésekor használható küszöbértékek

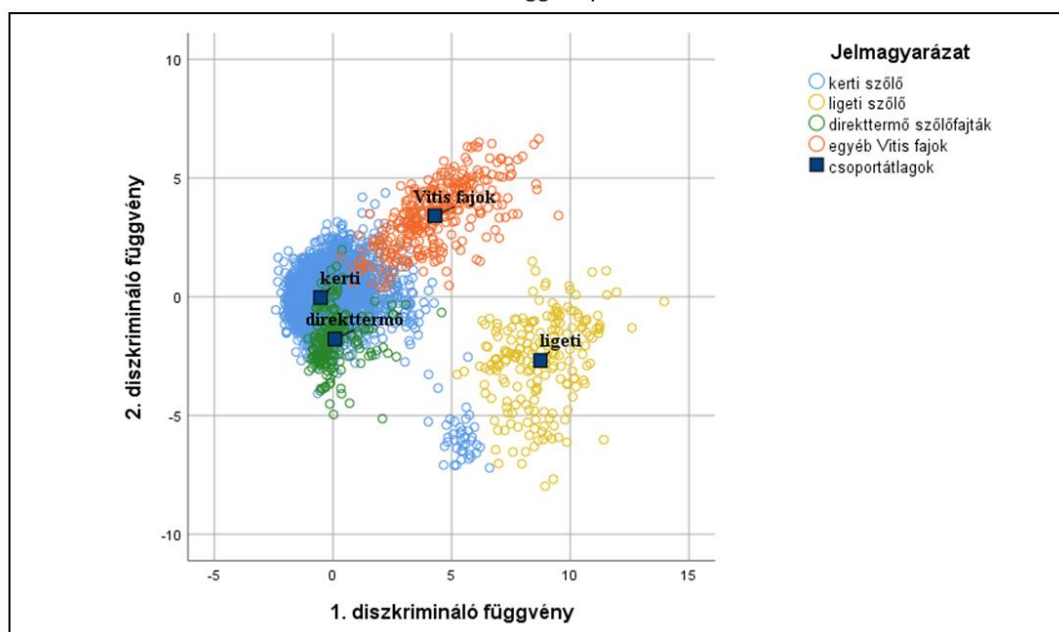
Paraméter neve	<i>Vitis sylvestris</i> C. C. Gmel.	<i>Vitis vinifera</i> L
Terület (mm ²)	≤ 9,30	≥ 13,19
Konvex terület (mm ²)	≤ 9,64	≥ 13,81
Hosszúság (mm)	≤ 4,33	≥ 5,38
Szélesség (mm)	≤ 3,11	≥ 3,34
Egyenértékű átmérő (mm)	≤ 3,44	≥ 4,10
Beírható sugár (mm)	≤ 1,53	≥ 1,66
Y-Feret	≤ 230,32	≥ 387,46

A ligeti és kerti szőlő elkülönítéséhez CHAID alapú döntési fát is készítettem SPSS v.25 szoftverrel (Hámori 2001). Ez a többváltozós klasszifikáló eljárás három lépcsőben választotta szét a két csoportba sorolt tételket és 99,52%-os pontossággal helyesen osztályozott (az összes 6734 esetből 32 rossz- és 6702 jó besorolás). Ezzel is igazolható, hogy a mért paraméterek alapján jól elkülöníthető a két faj.

Elkülönítésre alkalmas eredményt hozott az SPSS v.25 programcsomaggal lefuttatott diszkriminancia-analízis is (3. ábra). Ebben két diszkrimináló függvény alapján került ábrázolásra az összes lemerült szőlőmag.

3. ábra: Szőlőmagok morfometriai paraméterein elvégzett diszkriminancia analízis eredménye, két diszkrimináló függvény esetében (saját ábra, SPSS v.25)

A vizsgált szőlőmagok paraméterein lefuttatott diszkriminancia-analízis két diszkrimináló függvény esetében

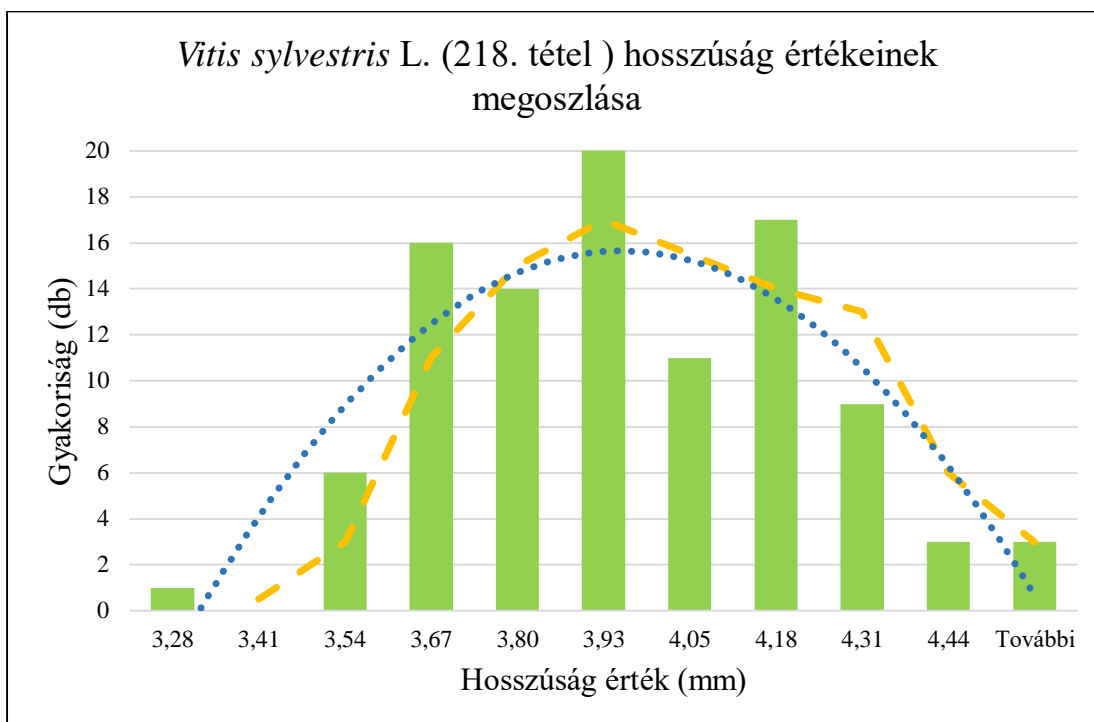


A diszkriminancia-analízis alapján elmondható, hogy a ligeti szőlő tételek jól elkülönülnek a többtől, csak a kerti szőlőhöz tartozó "Csókaszőlő" és "Mézesfehér" fajták néhány magja áll közel hozzá. A direkttermő fajták és a kerti szőlőhöz tartozó fajták nem válnak el egymástól, azonban a vizsgált *Vitis* fajok, a ligeti szőlő és a direkttermő fajták egymástól egyértelműen elválasztható csoportokat alkotnak és a *Vitis vinifera* L. fajtákkal is csak kis átfedést mutatnak. Ez az eredmény abból a szempontból is fontos, hogy a ligeti szőlő és a természetes élőhelyén veszélyeztető szőlőfajok ezeknek a függvényeknek a segítségével elkülönülést jeleznek. Az IBM SPSS v.25 programmal lefuttatott „Logisztikus regresszió”-nál a paraméterek közötti kereszthatások megzavarták a modellt, így nem kaptam értékelhető eredményt. Ez rávilágított, hogy a FOVEA Pro 4.0 által vizsgált paraméterek között van néhány, ami hasonló tulajdonságot jellemez vagy szőlőmag esetében nem lesz közöttük különbség (pl.: „Terület” – „Konvex terület”) és több olyan is szerepel, amelyek más mért paraméterek figyelembevételével kerülnek számításra [pl.: „Képarány” (Aspect Ratio): hosszúság és szélesség hányadosa]. Ezt a további – erre érzékeny – vizsgálatok során figyelembe kell venni és szükség esetén bizonyos paramétereket el kell hagyni.

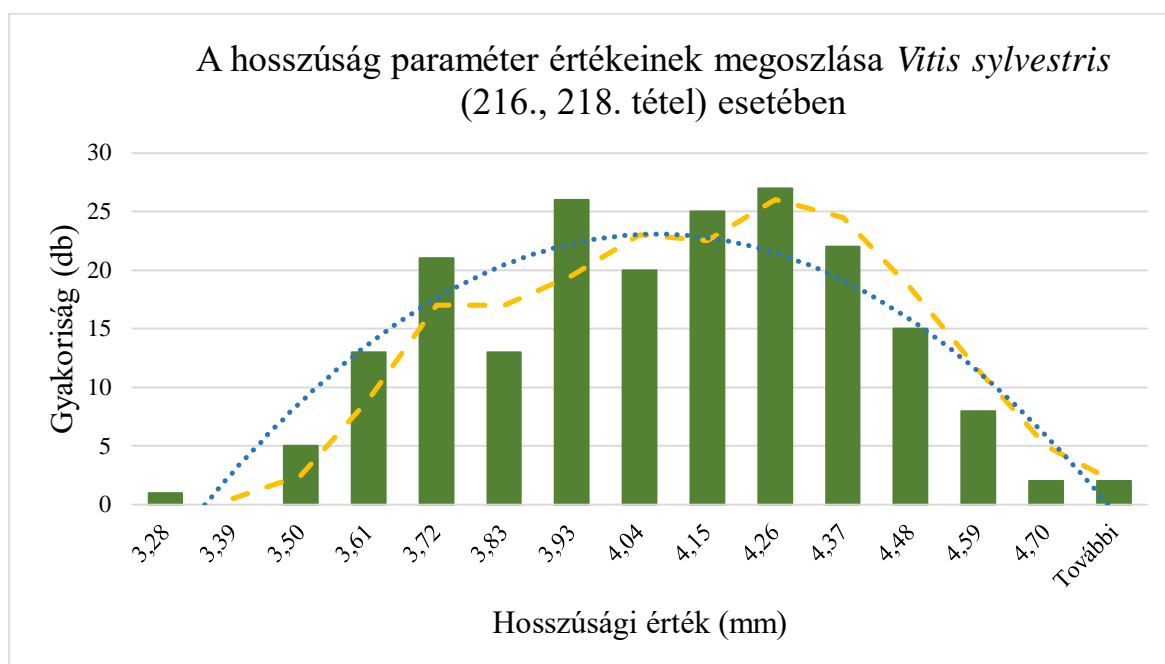
Termesztett fajoknál jellemző, hogy a domesztikáció hatására (szelekció) a genetikai diverzitás beszűkül, ami a magokon, terméseken is megmutatkozik. Rovner és Gyulai (2007) különböző növényfajok esetében igazolta ezt. Azt állították, hogy az emberi szelekció hatása megmutatkozik a magok paramétereinek diverzitásában függetlenül az egyéb környezeti tényezőktől, genetikailag rögzülnek. A domesztikáció során egy adott tulajdonságcsoporthoz (méret, alak, beltartalom) alapján válogatták ki a szemeket, így szűkítve a változatosságot és kialakítva az egyöntetűséget, ami a paraméterek alapján készített eloszlási hisztogramok unimodális alakjában mutatkozik meg. Számos házasított növény és progenitorja esetében bizonyították, hogy a mért adatokból készített hisztogram vad fajnál több csúccsal, a termesztett változat esetében egy csúccsal rendelkezik és az alakja a haranggörbének megfelelő alakú (Gyulai *et al.* 2015). Az unimodális hisztogram a multimodálistól egzakt módon elkülöníthető trendvonalak felvételével. Amikor a 2-es sorrendű polinomiális trendvonal (4–6. ábrákon pontozott vonal) kettőnél több helyen metszi a mozgó átlag 2-es periódusú trendvonalát (4–6. ábrákon szaggatott vonal), az multimodálisnak tekinthető, amikor pedig csak két metszéspont van, a hisztogram unimodális. Kíváncsi voltam a szőlőmagok alapján milyen tendenciák mutatkoznak a ligeti- és kerti szőlő esetében.

A *Vitis sylvestris* C. C. Gmel. esetében a két tételt külön és egyben is vizsgáltam és hasonló eredményre jutottam. Azt tapasztaltam a mérettel kapcsolatos paraméterek vonatkozásában, hogy a minimum és maximum értékek között nem szabályos eloszlásban vannak jelen a szőlőmagok (4., 5. ábra).

4. ábra: A ligeti szőlő (218) szélességi értékeinek multimodális eloszlása



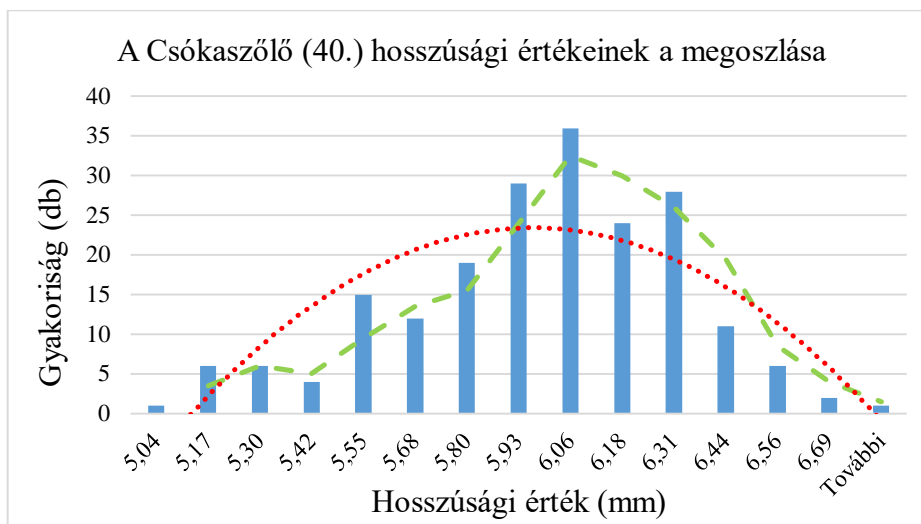
5. ábra: A ligeti szőlő (216. és 218. egy tételként szerepeltetve) hosszúsági értékeinek multimodális eloszlása



A *Vitis vinifera* L. esetében, ahhoz hogy a *V. sylvestris*-sel C. C. Gmel. egy rendszertani szintet vizsgáljak, először a fajták összességét elemeztem. Ebben az esetben sem a várt unimodális hisztogramot kaptam, nem a Gauss-görbének megfelelő lefutású, több csúccsal rendelkezik. A mérettani értékeket figyelembe véve szélesebb intervallumon helyezkedik el a fajták összessége, de valamivel egyöntetűbb a megoszlás a csoportok között.

Mivel az összes vizsgált kerti szőlő fajtát összevontan rendkívül nagy a mintaszámok közötti különbség a ligeti szőlőhöz képest, a fajtákat egyenként is megvizsgáltam, mérettani és alaki paraméterek megoszlását is ábrázolva. Ekkor is hasonlókat tapasztaltam, szintén multimodális hisztogramokat kaptam (6. ábra).

6. ábra: A „Csókaszőlő” hosszúsági értékeinek eloszlása hisztogramon



Ennek okai sokrétűek lehetnek, további kutatások szükségesek ezek felderítésére. Valószínű, hogy a *Vitis vinifera* L. a termesztett növények sorában egyedülálló genetikai diverzitással rendelkezik, amelyet a több ezer fajtája is prezentál. A kerti szőlő őseink tekintjük a ligeti szőlőt, azonban nem tudjuk az alapfajból milyen körülmények között alakult ki a kerti szőlő és ez egységesnek tekinthető-e. Emellett a földrajzi-ökológiai fajtacsoportok közötti különbségek felderítése is fontos lenne. A témával foglalkozó genetikai vizsgálatokat morfológiai mérésekkel is javasolt kiegészíteni a pontos következtetések megfogalmazásához.

3.4.5. A *Vitis labrusca* L. nemesítésének a hatása a mag morfológiai tulajdonságaira

A ligeti szőlő esetében az tapasztalható, hogy a magok mérete növekedett és alakjuk nyújtottabb lett a domesztikáció hatására (Schermann 1966, Jacquat és Martinoli 1996, Mangafa és Kotsakis 1996, Facsar 2000, Rivera *et al.* 2007, Gyulai 2009). A kultúrkonvergencia jelei más faj esetében is megmutatkoznak (3. táblázat).

3. táblázat: A *Vitis labrusca* és az "Izabella" tételek néhány paraméterének összehasonlítása

	Terület (mm ²)	Hossz (mm)	Egyenértékű átmérő (mm)	Külső sugár (mm)	Kerület (mm)	X-Feret	Y-Feret	Kerekesség	Képarány	Megnyúlás	Színárnyalat
<i>Vitis labrusca</i> (47.)	10,81	4,54	3,71	2,27	13,46	244,51	329,42	0,67	1,38	2,58	18,80
Izabella (197.)	19,51	6,56	4,98	3,29	19,02	303,49	480,29	0,58	1,61	3,22	28,32
Különbség	8,70	2,02	1,27	1,02	5,56	58,98	150,87	0,09	0,23	0,64	9,52
Változás mértéke (%)	80,45	44,56	34,32	44,90	41,28	24,12	45,80	13,92	16,68	24,84	50,65

Az idegenhonos *Vitis labrusca* L. és termesztésbe vont alakja az "Izabella" példájával is igazolható, hogy növekedett a magok mérete. Területük majdnem duplájára emelkedett (10,84 és 19,51), a hosszúságok átlaga pedig 4,54 cm a *V. labrusca*-nál és 6,56 cm az "Izabellánál", ami 44%-os növekedés (3. táblázat).

Az alaktani paramétereiből (pl.: Kerekség, Képarány) is kitűnik, hogy a *Vitis vinifera* L. fajtái távolabb állnak a kör alaktól, mint a *Vitis sylvestris* C. C. Gmel., tehát a domesztikáció hatására nyújtottabb lett a magok alakja, amit számos kutató is megerősített (Facsar 2000; Gyulai 2009). Ez mutatkozik a *Vitis labrusca* L. esetében is (Kerekség: 0,67), aminek a termesztésbe vont alakja az "Izabella", melynél ez az érték szintén kisebb: 0,58. Nem akkora mértékű azonban, mint a ligeti szőlő (0,70) és néhány termesztett fajtája esetében (pl.: "Bajor kék": 0,45), ami a termesztésben eltöltött időre is utalhat. Ezt megerősíti a „Képarány” értéke, ami a hosszúság és szélesség hányadosa. Nyúlankabb magok esetében nagyobb értéket kapunk, ez *Vitis labrusca* L. esetében: 1,38, az "Izabella" fajtánál pedig 1,61. Hasonló az „Megnyúlás” érték, a terület-kerület arányával fejezi ki a nyújtottságot, ami *Vitis labrusca* L.-nál: 2,58; "Izabellánál": 3,22. A "Concord" fajta is a *V. labrusca* fajtól származik és ennél is hasonló tendenciák mutatkoznak (Lőrincz 2009).

A mérettani és alaktani paraméterekkel igazolható, – a kerti szőlő esetében közhelyként ható fontos megállapítás – hogy a termesztésbe vonás (domesztikáció) során a szőlő esetében a magok mérete növekedett, nyújtottabbá, karcsúbbá váltak, amit a *Vitis labrusca* L. és belőle kialakult (vagy nemesített) fajták is bizonyítanak (3. táblázat).

A kerti szőlő esetében az alaki jellemzők tekintetében vannak olyan fajták is, amelyek az előző állítással szemben kivételt képeznek: "Kék ökörszem", "Kéknyelű" és az "Ál-kék hajnos", amelyeknél hasonló arányok mutatkoznak, mint a ligeti szőlőnél, azonban ha mérettani paraméterekkel is vizsgáljuk ezeket, akkor egyértelművé válik, hogy kerekded, de jóval nagyobb méretű magokról van szó.

A színnel kapcsolatos mutatók esetében is tapasztalható változás, azonban ligeti– és kerti szőlő esetében nem látható hasonló. Ilyen jellegű vizsgálatokkal nem foglalkoznak a szakirodalmak sem.

A ligeti– és kerti szőlő esetében vizsgált hisztogramok alapján történő elkülönítést *Vitis labrusca* L. és „Izabella” esetében is elvégeztem. A házasított növények és progenitorjaik esetében bizonyított módszer (Rovner és Gyulai 2007), ebben az esetben a várt eredményt hozta, a vad fajnál a trendvonalaknak 3, míg a termesztett fajtánál csak 1 metszéspontja van. Sajnos a két tétel esetében csak kis elemszámú vizsgálatra volt lehetőségem, így messzemenő következtetések nem vonhatók le, javasolt a vizsgálat megismétlése nagyobb minták (tételenként legalább 150–200 db mag) esetében.

3.5. Új tudományos eredmények

1. Hazai fajtagyűjteményekből szőlőfürtöket gyűjtöttem be, amelyekből a magokat kigyűjtve országosan és európai szinten is egyedülálló gyűjteményt hoztam létre. Ez jó alapja lehet számos jövőbeni kutatásnak, további morfológiai jellegű magvizsgálatoknak és más jellegű munkáknak (DNS könyvtár létrehozása, analitikai vizsgálatok) és géntartalékként való megőrzéséhez is. Összesen 172 tételt tároltam el, melyek 122 szőlőfajtától és 16 különböző *Vitis* fajtól származnak.
2. Kidolgoztam a szőlőmagok gyors és szubjektív változóktól mentes morfometriai vizsgálatához alkalmas módszertant, olyan eszközökkel, amelyek megfelelnek napjaink technikai elvárásainak, de könnyen elérhetőek. Lehetőséget ad régészeti és recens szőlőmagok adatainak felvételezésére és rögzítésére.
3. Létrehoztam a fajták- és fajok magjainak, magcsoportjainak azonos beállítási paraméterekkel készített felvételeiből álló képi adatbázist. Összesen 42 tételről, 82 db felvételt készítettem, amelyeket mérésekhez előkészített formában is megőriztem.
4. A szőlőmagok bemutatott módszertannal és eszközökkel történő feldolgozása után kapott méret- és alaktani paraméterek (56 db) értékeit 6734 db szőlőmag esetében meghatároztam, alapot szolgáltatva további vizsgálatokhoz. Összefoglaltam a lemért tételek szélső- és átlagértékeit egyes vizsgált paramétereket illetően. Ezzel is rámutatva a *Vitis* nemzetség diverzitására.
5. Az adatbázis alapján kiválasztottam azokat a morfometriai paramétereket, amelyek alkalmasak a ligeti szőlő és a kerti szőlő elkülönítésére, valamint a módszereimmel sikerült elkülöníteni a direkttermő szőlőfajtákat a *Vitis vinifera* L. fajtától, ezzel lehetővé téve a felhagyott szőlőkön fellelhető *Vitis vinifera* L. fajták kiválasztását, ezek további vizsgálatának érdekében. A diszkriminancia-analízis során jól elkülönült a kerti- és ligeti szőlő, valamint a vizsgált *Vitis* fajok (*Vitis amurensis*, *V. labrusca*, *V. riparia*, *V. rupestris*), ami a *Vitis sylvestris* C. C. Gmel. védelme szempontjából lehet fontos.
6. Méréseimmel igazoltam a domesztikáció hatására a szőlőmagokon bekövetkezett morfológiai változásokat, *Vitis vinifera* L. és a *Vitis labrusca* L. esetében.
7. A különböző mért paraméterek értékeiből készített eloszlási hisztogramok unimodális–multimodális jellege alapján nem különíthető el a *Vitis vinifera* L. és *V. sylvestris* C. C. Gmel. faj. Ez az ismeretlen növényi magpopulációk vad és házasított jellegének határozására alkalmazott módszer, nem volt sikeres szőlők esetében, ami arra enged következtetni, hogy a kerti szőlő a termesztett növények sorában egyedülálló genetikai diverzitással rendelkezik, amit több ezer fajtája is bizonyít.

4. Következtetések és javaslatok

A kutatómunkám során létrejött egy szőlőmagokból álló gyűjtemény, amely régi magyar fajták és egyéb *Vitis* taxonok maganyagát is tartalmazza.

A feldolgozott szakirodalom alapján is látható, hogy a digitális módszereket és morфомetriai vizsgálatokat széles körben alkalmazzák fajok- és fajták elkülönítésére. A digitális képfeldolgozás adta lehetőségek közül olyan feldolgozási módszert sikerült kifejleszteni, amellyel nagy mintaszámú minták esetén jó minőségű felvételek készíthetők és objektív szoftveres feldolgozást követően *Vitis* magok összehasonlító vizsgálataihoz is alkalmasak. A mért paraméterek a folyamatosan bővülő adatbázisnak köszönhetően a tárolt adatokkal mindig összehasonlíthatók lesznek. Különösen nagy segítséget jelent archaeobotanikai feldolgozások során.

A vad, ligeti szőlő és a termesztett, kerti szőlő esetében a morфомetriai paraméterek gyors lemerésével megkönnyíti a határozást, nagyobb régészeti maganyagokból történő leválogatást. A paraméterekből létrehozott adathalmaz segítséget nyújthat a régészeti szőlőmagvak vizsgálatához, populáció szintű csoportosításához és fajták elkülönítéséhez, azonosításához. Az adatok kiértékelése során egyértelműen sikerült elkülöníteni a kerti és ligeti szőlőt a magjaik morфомetriai elemzése alapján, valamint sikerült meghatározni a direkttermő szőlőfajták kiválasztásához szükséges paramétereket is.

A módszer alapján elmondható, hogy a mérettani és alaktani paraméterek önmagukban nem alkalmasak a kerti szőlőhöz tartozó fajtákat, ehhez a magszínnel, struktúrával kapcsolatos értékeket is figyelembe kell vennünk. Statisztikai szoftver (IBM SPSS v.25) segítségével a paraméterek figyelembevételével számított függvények alapján a *Vitis sylvestris* C. C. Gmel. és azt a természetes élőhelyén veszélyeztető *Vitis* taxonok elkülönítése is megtörténhet. Ez lehetőséget rejt a megritkult ligeti szőlő védelme szempontjából, azonban hibridizálódott populációkat is be kell vonni a vizsgálatba. Igazoltam, hogy a magok alapján lehetőség van a fajok beazonosítására, de a biztos elkülönítéshez szükséges módszerek kidolgozása további kutatást igényel.

A szőlőfélék nagyon változatos morfológiájú növényi részekkel rendelkeznek, így van a magok esetében is, amelyek fajtán belül is viszonylag nagy variabilitást mutatnak. Megállapítható, hogy a kerti szőlő rendkívüli diverzitást, változatosságot ért el a Kárpát-medencében, mely a magok formagazdagságán és megmutatkozik. A fajtacsoportok és fajok elkülönítésével kapcsolatban még folynak a kutatásaink. A szőlőknél a magok méretére nem történt szelekció és szaporításhoz sem használják, tehát inkább genetikai tényezők határozzák meg a tulajdonságaikat, valamint formájuk és alakjuk faji- és fajtabélyegnek tekintik, mégis fontos lenne vizsgálni a környezeti hatások szerepét a magok tulajdonságaira nézve.

További vizsgálatok esetén felderíthető, hogy a nemesítések, keresztezések során létrehozott új fajták mennyiben hordozzák a szülői jellemzőket, ez alapján alkalmas lehet-e rokonsági viszonyok tisztázására.

A vizsgálataim eredményeként meghatároztam a lemért tételek minimális, maximális és átlagértékeit a fontosabb paraméterekre. Ezek határozások során felhasználhatók a pontosítás érdekében. Már a leírt változók segítségével szűkíteni tudjuk egy ismeretlen régészeti (esetleg recens) minta esetén a lehetséges kultivárok számát és ki tudunk zárni fajtákat. A történeti adatokat kiegészítve bizonyos esetekben jó közelítésben van lehetőség fajtahatározásra is. Mivel a nagy elemszámú minták gyors azonosításának módszerét tűztem ki célul, bizonyos fontos változókra (köldök, hasi barázdák, csőrhossz) nem terjedtek ki vizsgálataim, amelyek faji- illetve fajtabélyegek lehetnek. Ezeknek a figyelembevétele a módszeremmel nem lehetséges, mert ezek pontos felismerésére nem képes a szoftver, de csökkentett mintaszám esetében manuálisan elvégezhetők, pontosítva a digitális feldolgozás által adott lehetőségeket, eredményeket.

Javaslom a különböző hazai génbankokban megtalálható legfontosabb fajták magjainak begyűjtését, feldolgozását digitális képi- és morfometriai adatbázis bővítését. További vizsgálatok szükségesek a magmorfomertria adta lehetőségek feltérképezésére, lehetőségek kiaknázására. Partnerként a hazai szőlészeti kutatóközpontok és a tápiószelei Növény Diverzitás Központ is szóba jöhet.

Jelenleg elkezdődött a több mint hatezer mért képi adatnak az integrálása egy Mesterséges Intelligencia (MI) alapú döntési rendszerbe. Ez az MI rendszer már jelenleg is alkalmas régészeti leletek esetében nagy elemszámú minták képi és numerikus adatainak rögzítésére és a tételek csoportosítására, valamint fajta- vagy fajtacsoport szerinti besorolásra. Az adatbázis bővítésével a módszer lehetőséget adhat automatikusan működtethető azonosító rendszer kidolgozásához. Ez mesterséges neurális hálók (MNH) segítségével történhet, amelyek alkalmazása rendkívül sokrétű, egyéb képfeldolgozási feladatok elvégzésére is kiváló. Az ismeretlen minták felismerésére méréssel vagy tanulással (betanítással) lesznek alkalmasak, nem programozással. Ez jelentős segítség lehet a programozásban járatlan felhasználóknak. Az adatbázis folyamatosan bővíthető, ezáltal egyre pontosabb osztályozást tesz lehetővé.

5. Felhasznált irodalom

- FACSAR G. (2000): Régészeti szőlőmag-leletek Magyarország területéről. In: Csoma Zs. – Balogh I. (ed.), Milleniumi szőlős–boroskönyv. *A Szőlő és bor Magyarországon*. Agroinform, Budapest, p. 9–18.
- GYULAI F., GYULAI G., TÓTH Z., SZABÓ Z., LÁGLER R., KOCSIS L., HESZKY L. (2009): Domestication Events of Grape (*Vitis vinifera*) from Antiquity and the Middle Ages in Hungary from Growers' Viewpoint, *Hungarian Agricultural Research: Environmental Management Land Use Biodiversity*, 3(4) p. 8–12.,
- GYULAI G., I. ROVNER, SZ. VINOGRADOV, B. KERTI A. EMŐDI, E. CSÁKVÁRI, A. KERÉKES, Z. MRAVCSIK, F. GYULAI (2015): Digital seed morphometry of dioecious wild and crop plants – development and usefulness of the seed diversity index, *Seed Science and Technology* 43, p. 492-506.
- HÁMORI G. (2001): A CHAID alapú döntési fák jellemzői, *Statisztikai Szemle*, 79. (8), p. 703–710.
- JACQUAT, C., LE MARTINOLI, D. (1996): *Vitis vinifera* L.: wild or cultivated? Study of the grape pips found at Petra, Jordan, 150 B.C. – A.D. 40. *Vegetation History and Archaeobotany* 8., p. 25–30.
- LŐRINCZ A. (2009): Szőlőtermesztés. Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar, Budapest. 182. p.
- MANGAFA, M., KOTSAKIS, K. (1996): A New Method for the Identification of Wild and cultivated Charred Grape Seeds. *Journal of Archaeological Science* 23., p. 409–418.
- MRAVCSIK Z., HARMOS K., MALATINSZKY Á. (2009): Felhagyott szőlők botanikai és tájtörténeti vizsgálatai az Északi-Cserhátban, *Tájökológiai Lapok*, 7(2): 473-484.
- RIVERA D., MIRALLES B., OBÓN C., CARREÑO E., PALAZÓN J. A. (2007): Multivariate analysis of *Vitis* subgenus. *Vitis* seed morphology. *Vitis*, 46(4), p. 158–167.
- ROVNER I., GYULAI F. (2007): Computer-Assisted Morphometry: A New Method for Assessing and Distinguishing Morphological Variation in Wild and Domestic Seed Populations. In: *Economic Botany*, 154–172. p.
- RUSS J. C. (2006): *The Image Processing Handbook*. Boca Raton: CRC Press, 832 p.
- SCHERMANN SZ. (1966): *Magismeret I–II*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 861 p

6. Az értekezés témaköréhez kapcsolódó publikációk

Magyar nyelvű könyv, könyvrészlet:

- Gyulai F., Pósa P., **Mravcsik Z.**, Kenéz Á., Pető Á., Gyulai G. (2013): Szőlőleletek a Kárpát-medence régészeti korszakaiból In: Muskovics Andrea Anna (szerk.): Szőlő-Bor-Termelés-Fogyasztás-Társadalom. Borkultúra és társadalom visszatekintve a 21. századi Magyarországról. 171-185. p.
- Malatinszky Á., **Mravcsik Z.** (2013): Az Északi-Cserhát szőlőhegyeinek tájtörténete és természetvédelmi jelentősége, In: Muskovics Andrea Anna (szerk.): Szőlő-Bor-Termelés-Fogyasztás-Társadalom. Borkultúra és társadalom visszatekintve a 21. századi Magyarországról. 215-223. p.

Lektorált idegen nyelvű folyóiratcikk:

- Mravcsik Z.**, F. Gyulai, S. Vinogradov, A. Emődi, I. Rovner, G. Gyulai (2015): Digital seed morphometry for genotype identification – Case study of excavated seeds (15th CENT. Hungary) compared to current vinegrape (*Vitis v. vinifera*) varieties. *Acta Botanica Hungarica* 57(1–2), pp. 169–182, 2015. ISSN 0236-6495
- Gyulai G., I. Rovner, Sz. Vinogradov, Kerti B., Andrea E., Csákvári E., Kerekes A., **Mravcsik Z.**, Gyulai F. (2015): Digital seed morphometry of dioecious wild and crop plants – development and usefulness of the seed diversity index, *Seed Science and Technology* 43 pp. 492-506. IF: 0.54

Lektorált magyar nyelvű folyóiratcikk:

- Mravcsik Z.**, Harmos K., Malatinszky Á. (2009): Felhagyott szőlők botanikai és tájtörténeti vizsgálatai az Északi-Cserhátban, (Studies on botany and landscape history of abandoned grapeyards in the Northern Cserhát Hills, Hungary.) — *Tájökológiai Lapok* (Hung. J. Landscape Ecology) 7(2): 473-484., ISSN: 1589-4673
- Gyulai F., Emődi A., **Mravcsik Z.**, Pósa P. (2013): Az újkori mezőgazdasági kultúrkörnyezet rekonstrukciója a sárospataki ásatások példáján, *GESTA*, 2013. XII.: 67-71.
- Emődi A., Gyulai F. **Mravcsik Z.**, Gyulai G., Sz. Vinogradov, Szabó T. A., I. Rovner (2014) Digitális magmorfometria I. A természetett alakor fajták és tájfajták (*T. m. ssp. monococcum*) elemzése. *Növénytermelés* 63(4): 61-70.
- Mravcsik Z.**, Gyulai G., Emődi A., Gyulai F., Sz. Vinogradov, I. Rovner (2014): Magmorfometriai elemzés régészeti és recens szőlőmagmintákon, *Kertgazdaság* (46)4: 27-33.

- Pósa P., Emődi A., Schellenberger J., Hajdú M., **Mravcsik Z.**, Gyulai F. (2014): Előzetes jelentés Miskolc-Hejő melletti szkíta kori kút növényi maradványainak feldolgozásáról GESTA XIII. (2014): 3-18., ISSN 1417-2569
- Emődi A., Gyulai G., Vinogradov S., **Mravcsik Z.**, I. Rovner, Gyulai F. (2015): Digitális magmorfometria II. Az alakor búza (*Triticum monococcum*) két alfajának (*T. m. aegilopoides*, *T. m. monococcum*) magmorfometriai jellemzése. *Növénytermelés* 64(4): 23-38.
- Gyulai F., Berke J., Gottschall G., Gyulai G., Ftaimi N., Kenéz Á., **Mravcsik Z.**, Pető Á., Pósa P., I. Rovner, Vásárhelyi B., V. Szergej (2019): Újabb adatok a kertii szőlő (*Vitis vinifera* subsp. *sativa*) sokféleségének Kárpát-medencei történetéhez, *Borászati Füzetek* 2019/2, 30–40. p.

Konferencia kiadványban megjelent teljes terjedelmű kivonat (magyar nyelvű):

- Emődi A., Gyulai F., **Mravcsik Z.**, Kerti B., Hidvégi N., Vinogradov S., Szabó T. A., Rovner I., Gyulai G. (2014): Alakorfajták (*Triticum m. monococcum*) molekuláris, termesztési és digitális magmorfometriai elemzése. In: Veisz O. (ed.): XX. Növénynevelési Tudományos Napok, Budapest, 2014. március 18, 125-129. ISBN: 978-963-8351-42-5.
- Gyulai G., Kerti B., Vinogradov S., Emődi A., **Mravcsik Z.**, Gyulai F., Rovner I. (2014) Kétlaki növények magmorfometriai elemzése. In: Veisz O. (ed.): XX. Növénynevelési Tudományos Napok, Budapest, 2014. március 18, 165-169. ISBN: 978-963-8351-42-5.
- Mravcsik Z.**, Gyulai F., Emődi A., Kerti B., Vinogradov S., Hidvégi N., Rovner I., Gyulai G. (2014): Régészeti szőlőmagleletek (*Vitis vinifera*) molekuláris és digitális magmorfometriai azonosítása. In: Veisz O. (ed.): XX. Növénynevelési Tudományos Napok, Budapest, 2014. március 18, 319-324. ISBN: 978-963-8351-42-5.

Konferencia kiadványban megjelent absztrakt (idegen nyelvű):

- Mravcsik Z.**, F. Gyulai, Z. Tóth, G. Gyulai, R. Lágler, B. Kerti, E. F. Poller, I. Rovner (2013): Conservation biology and seed morphometry of ancient *Vitis* seed remains for phenotype reconstruction, In: Book of abstracts, First Conference of the European Ecocycles Society, 29. July – 2. August, 2013. Palermo, Italy 27p., 20. p.
- Kerti B.; G. Gyulai; **Z. Mravcsik**; F Gyulai; W. G. Foshee; A. Bittsánszky; I. Rovner; T. Kőmíves (2013): Selection of seeds carrying staminate♂ vs. pistillate♀ plants of dioecious common seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) by computer-assisted seed morphometry, In: Book of abstracts, First Conference of the European Ecocycles Society, 29. July – 2. August, 2013. Palermo, Italy, 27p. 11.

- Rovner I., Gyulai, G., **Mravcsik, Z.**, Kerti, B. & Gyulai, F. (2013): Varimetric analysis: a new method in the study of diversity and inpredictability in the biological world, In: Book of abstracts, First Conference of the European Ecocycles Society, 29. July – 2. August, 2013. Palermo, Italy, 27p., 24.
- Emődi A., Gyulai, F., **Mravcsik, Z.**, Hidvégi, N., Kerti, B., Vinogradov, S., Gyulai, G., Rovner, I. (2013): Morphometry of einkorn (*Triticum m. monococcum*) seed populations for providing digital tools for cultivation and variety registration, 2nd Conference of Cereal Biotechnology and Breeding (CBB2), November 5-7, Budapest, Hungary.66.p.
- Mravcsik Z.**, Gyulai, F., Emődi, A., Kerti, B., Hidvégi., N., Vinogradov, S., Gyulai, G., Rovner, I. (2013): Measuring diversity: morphometric monitoring of variation in wheat (*Triticum ssp.*) seed populations, 2nd Conference of Cereal Biotechnology and Breeding (CBB2), November 5-7, Budapest, Hungary. 67.p.
- Mravcsik Z.**, F. Gyulai, A. Emődi, G. Gyulai, S. Vinogradov, I. Rovner (2014): Genotype identification of ancient vinegrape (*Vitis v. vinifera*) seed remains (15th CENT. Hungary) by digital morphometry, *Advances in Plant Breeding and Biotechnology Techniques*, Book of abstracts, 91-92. p.,
- Emődi A., F. Gyulai, **Z. Mravcsik**, B. Kerti, N. Hidvégi, S. Vinogradov, A. T. Szabó, I. Rovner and G. Gyulai (2014): Variametric analysis of einkorn (*Triticum monococccum ssp. monococcum*) seed populations measuring of genetic distances using phenovariation, *Advances in Plant Breeding and Biotechnology Techniques*, Book of abstracts, 82-84. p.,
- Emődi A., Vinogradov S., Gyulai G., Pósa P., **Mravcsik Z.**, Rovner I., Gyulai F. (2015): Digital seed morphometry of the two subspecies of ancient einkorn (*T. m. aegilopoides* and *T. m. monococcum*), *Archéométrie, Programme et résumés*, 171-172. p., 20e Colloque d'archéométrie du GMPCA, 27-30 avril 2015., Besancon, France.
- Mravcsik Z.**, Gyulai F., Vinogradov S., Pósa P., Emődi A., Gyulai G., Rovner I., (2015): Morphometrical identification of excavated (15th century Hungary) and current vinegrape (*Vitis v. vinifera*) varieties, *Archéométrie, Programme et résumés*, 176. p., 20e Colloque d'archéométrie du GMPCA, 27-30 avril 2015., Besancon, France.

Konferencia kiadványban megjelent absztrakt (magyar nyelvű):

- Pósa P., **Mravcsik Z.**, Gyulai G., Emődi A., Gyulai F. (2013): Régészeti leletek a növénynevelésben – Kultúrnövények és fajták maradványai Sárospatak kora újkori (16-17. század) lelőhelyein, XIX. Növénynevelési Tudományos Nap, Összefoglalók, 131.,

- Mravcsik Z.**, Pósa P., Gyulai F., Emődi A., Gyulai G. (2013): Szőlőtermesztés a Kárpát-medencében, XVIII. Bolyai Konferencia (2013.03. 23-24.), 39. p.
- Mravcsik Z.**, Gyulai F., Pósa P., Emődi A., Gyulai G. (2013): A Vitis nemzetség megjelenése és a szőlőtermesztés kialakulása a Kárpát-medencében., IV. SzaKKKör Konferencia előadásainak összefoglalói, 36.p., In: Takács M. (szerk.), Gödöllő, Magyarország, 2013.04.22, ISBN:978-963-269-346-0
- Mravcsik Z.**, Gyulai F., Emődi A., Pósa P., Takács M., Gyulai G. (2014): A ligeti- és borszőlőt ért hatások a Kárpát-medencében. XIX. Bolyai Konferencia. Budapest, 2014. március 22-23. Összefoglalók, 45.
- Hajdú M., Pósa P., Emődi A., Schellenberger J., **Mravcsik Z.**, Gyulai F.: Előzetes jelentés Miskolc-Hejő melletti szkíta kori kút növényi maradványainak feldolgozásáról. Archeometria, kognitív- és szociálarcheológia konferencia, Miskolc, 2014. április 3-4. Összefoglalók, 18-19.
- Mravcsik Z.**, Gyulai F., Emődi A., Pósa P., Gyulai G., Takács M., Malatinszky Á. (2015): Legkorábbi szőlőfajták a Kárpát-medencében I., XX. Bolyai Konferencia Összefoglalók, 35.p.
- Jung Sz., **Mravcsik Z.**, Gyulai F. (2016): Direkttermő szőlőfajták, XXI. Bolyai Konferencia Összefoglalók, 33.p.