



**MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM**

Környezettudományi Doktori Iskola

**A SZÁNTÓFÖLDI NÖVÉNYEK
GÉNBANKI GYŰJTEMÉNYEINEK ÚJ
MÓDSZEREKKEL TÖRTÉNŐ
VIZSGÁLATA**

DOI: 10.54598/003250

Doktori értekezés tézisei

BAKTAY BORBÁLA

Gödöllő

2022

TUDOMÁNYÁG:

KÖRNYEZETTUDOMÁNY

A DOKTORI ISKOLA VEZETŐJE:

CSÁKINÉ DR. MICHÉLI ERIKA

EGYETEMI TANÁR, AZ MTA LEVELEZŐ TAGJA
MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

KÖRNYEZETTUDOMÁNYI INTÉZET,

TALAJTANI TANSZÉK

BELSŐ TÉMAVEZETŐ:

DR. GYULAI FERENC

PROFESSOR EMERITUS, AZ MTA DOKTORA
MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM,
VADGAZDÁLKODÁSI ÉS TERMÉSZETVÉDELMI INTÉZET,
TERMÉSZETVÉDELMI ÉS TÁJÖKOLÓGIAI TANSZÉK

KÜLSŐ TÉMAVEZETŐ

DR. BERKE JÓZSEF

FŐISKOLAI TANÁR, AZ MTA KANDIDÁTUSA
GÁBOR DÉNES FŐISKOLA, INFORMATIKAI TANSZÉK

.....
Belső témavezető jóváhagyása

.....
Külső témavezető jóváhagyása

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

1. ELŐZMÉNYEK ÉS CÉLKITŰZÉSEK

Növények nélkül az emberiség nem tudna fennmaradni a Földön. Bolygónk teljes működéséhez és az emberiség táplálékhoz jutásához elengedhetetlen, hogy megőrizzük a növényvilág minden elemét. A vadon élő növényfajok és a kultúrnövények megőrzése egyaránt elengedhetetlen fennmaradásunkhoz. A kettőt ennek megfelelően nem szabad elválasztani, a két tevékenységet párhuzamosan, egymást kiegészítve kell végezni. A megőrzésen felül kulcskérdés a fenntartható használat, hiszen ez az egyetlen út a hosszú távú megőrzéshez. A Biológiai Sokféleség Egyezmény szerint fenntartható használat „a biológiai sokféleség alkotóelemeinek oly módon és ütemben való használata, amely nem vezet a biológiai sokféleség hosszú távú csökkenéséhez, ezzel fenntartva képességét a jelen- és jövőbeli generációk szükségleteinek és törekvéseinek kielégítésére” (ENSZ 1992).

A génbankok szerepe évről évre növekszik, munkájuk egyre fontosabbá válik. A vadon élő növényfajok pusztulása, és az egyes termesztett növények természetből való kikerülése miatt egyre fontosabb szerepet kap a génbanki megőrzés világszerte. A növényi génbankok elsődleges feladatai a növényi genetikai erőforrások gyűjtése, megőrzése, dokumentálása, szaporítása, közreadása.

Az Egyesült Nemzetek Szervezetének Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete (FAO) számos publikációban és kiadványban hívta fel a figyelmet az élelmezési és mezőgazdasági célú növényi génforrások sokféleségének csökkenésére az elmúlt évtizedekben. A hozzájuk beérkezett adatszolgáltatások, illetve becsléseik szerint az elmúlt száz évben a mezőgazdaságban használt fajták több mint háromnegyede kikerült a természetből (FAO 2004, SoWPGR-2 2010).

Annak érdekében, hogy ezt a folyamatot megállítsuk, illetve visszafordítsuk, számos nemzetközi célkitűzés született az elmúlt három évtizedben. Ezeknek a célkitűzéseknek megfelelően alkottuk meg kollégáimmal 2012-ben az akkori Vidékfejlesztési Minisztériumban a 2020-ig szóló Élelmezési célú növényi genetikai erőforrások megőrzésének stratégiáját. Az abban megfogalmazott jövőkép annak ellenére, hogy a stratégia teljesítésének határideje 2020-ban lejárt, ma is érvényes: „Nemzeti kincseink, a hazai élelmezési célú növényi és mikroorganizmus genetikai erőforrásaink meglévő formagazdagságának hosszú távú, genetikai károsodástól mentes megőrzése, lehetőség szerint tényleges gazdasági értékeik feltárása és a természetes környezetben való fenntartható használatuk elterjesztése, valamint a kutatásban, az oktatásban és a hazai nemesítésben való hasznosításuk elősegítése” (VM 2013).

A hazai génbanki megőrzésben kiemelt szerepe van a tápiószelei génbanknak. Amellett, hogy Magyarország legnagyobb gyűjteményét őrzi,

országos koordinációt lát el a növényi génmegőrzés területén. Több mint hatvanéves fennállása óta gyűjteményei folyamatosan növekednek és bővülnek (NBGK 2019). Mára valamennyi növénycsoport génbanki megőrzésével foglalkozik, beleértve a kultúrnövények vad rokon fajait (Baktay 2016) és a hazai vadon élő flóra elemeit (Peti et al. 2015). Az intézet vezetését immár tíz éve látom el, amely idő alatt rendkívül sok tapasztalatot szereztem a növényi génmegőrzés területén mind szakpolitikai, mind gyakorlati szinten.

Ez idő alatt egyértelművé vált számomra, hogy a génmegőrzési tevékenység, tehát a gyakorlati génbanki munka és a génbankokban őrzött genetikai erőforrásokhoz kapcsolódó tudományos kutatási tevékenységek merőben eltérnek egymástól. Annak ellenére, hogy rengeteg új információt szerzünk egy-egy génbanki tételről a megőrzés során, ezek nem, vagy csak részben tekinthetők tudományos eredménynek. A génbankok tehát nem tudományos kutatóintézetek. Ez nagyon fontos tény a gyűjtemények megítélése szempontjából. A génbankokban őrzött genetikai erőforrások ugyanis elsősorban nem kutatási alapanyagok, hanem a múlt, a jelen és a jövő mezőgazdaságának alapjai. Viszont tény az is, hogy minden kutatási eredmény a génbankban őrzött genetikai erőforrásokról segít a génmegőrzési feladatok ellátásában. Különösen akkor, ha az például valamelyik génbanki gyakorlati lépéshez kapcsolódik, vagy olyan élettani sajátosságot tár fel, amely segíti a megőrzés biztosítását.

A Kárpát-medencében régóta honos haszonnövények és rokon fajaik különböző területeken (természetes növénytársulások, ártéri gyümölcsösök, zártkertek, házi kertek, kisgazdaságok, génbanki gyűjtemények és ültetvények, nemesítői alapanyag-gyűjtemények, botanikus kertek) fennmaradt formagazdagságának megőrzése, valamint a megőrzött tételek vizsgálata fontos és összetett feladat, melynek megoldása széles körű kutatásokat, vizsgálatokat, valamint hazai és nemzetközi együttműködést igényel. Ehhez elengedhetetlen a jövőben a társtudományok és egyéb tudományágak bevonása, valamint közös kutatási-fejlesztési és innovációs tevékenységek kialakítása.

Az így jelentkező változatos kutatási irányok között jelentős helyet foglalnak el a magbankokban történő génmegőrzés egyes élettani, vagy fajtaazonosítási problémái.

Ezeket figyelembe véve kutatómunkám során céljaim voltak:

- egy teljesen új módszer kidolgozása génbanki magok vizsgálatára,
- egy speciális, magok vizsgálatára kialakított egyedi építésű hőkamera megalkotása,

- génbanki magtétélek vizsgálata hőkamerával életképesség tekintetében,
- génbanki magtétélek vizsgálata hőkamerával fajtaelkülönítés tekintetében.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A vizsgálni kívánt fajok meghatározása

A fajok kiválasztásánál a hőkamerás mérések sajátosságának megfelelően fontos szempont volt, hogy különböző méretű és formájú magokat vizsgáljunk olyan fajokból, amelyek a génbankban megfelelően reprezentáltak. Fontos volt továbbá, hogy olyan fajokra fókuszáljunk, amelyek jelentős génbanki gyűjteményekkel rendelkeznek, és a hazai mezőgazdaságban fontos szerepet töltenek be. A kezdeti mérések során bebizonyosodott róluk, hogy jól mérhetőek, a mérési módszerbe és rendszerbe illeszthetőek. Ennek megfelelően az alábbi fajok génbanki tételei szerepeltek a hőkamerás méréseken (1. táblázat):

1. táblázat. A vizsgált génbanki tételek listája

intézményi azonosító	növényfaj	magyar növénynév	fajtanév	beszerzés éve
RCAT003611	Triticum aestivum L.	Közönséges búza	Martonvásári 12 (Mv. 12) (Mv. 06-79)	1979
RCAT014479	Zea mays L.	Kukorica	Florentini 8 soros (T-372)	1978
RCAT014988	Zea mays L.	Kukorica	Valticka	
RCAT014640	Zea mays L.	Kukorica	Valticka	
RCAT017513	Panicum miliaceum L.	Termesztett köles	Tápiószentmártoni tf.	1987
RCAT017703	Phaseolus vulgaris L.	Veteménybab	GH-162.	
RCAT017757	Phaseolus vulgaris L.	Veteménybab	The Prince	1962
RCAT017817	Phaseolus vulgaris L.	Veteménybab	Extender	1963
RCAT018955	Phaseolus vulgaris L.	Veteménybab	Prinsa	1957
RCAT067091	Phaseolus vulgaris L.	Veteménybab	Mezőnagymihályi tf.	1994
RCAT019270	Phaseolus vulgaris L.	Veteménybab	Magyi tf. ("Helmeci bab")	
RCAT019866	Phaseolus vulgaris L.	Veteménybab	Bodrogolasi tf.	1960
RCAT024077	Cicer arietinum L.	Csicseriborsó	FLIP 81-39	1982
RCAT024574	Cicer arietinum L.	Csicseriborsó	Békéscsabai tf.	1987
RCAT038201	Helianthus annuus L.	Közönséges napraforgó		1989
RCAT038505	Helianthus annuus L.	Közönséges napraforgó	Nagykállói tf.	1990
RCAT055754	Helianthus annuus L.	Közönséges napraforgó	Egreskátai tf.	2002
RCAT072087	Triticum monococcum L.	Alakor	(tf.) FAZEKAS-2970	1998
RCAT072092	Triticum monococcum L.	Alakor	(tf.) JANICS-2400	1998
RCAT002725	Triticum monococcum L.	Alakor		

Napraforgó esetében olyan génbanki tételt kerestünk, amelyből rendelkezésre áll teli és léha mag egyaránt. Kukorica, alakor és veteménybab esetében pedig olyan tételeket vizsgáltunk, melyekből rendelkezésre áll selejt génbanki minta is az életképes mellett. Továbbá kukorica esetében szempont volt, hogy rendelkezésre álljon jelentős génbanki tételszám (szabadelvirágzású fajta) annak érdekében, hogy elegendő mintát tudjunk mérni a hibrid fajták mellett.

2.2. A magok előkészítésének módszere

A magok a Nemzeti Biodiverzitás- és Génmegőrzési Központ gyűjteményeinek részét képezik. Ennek megfelelően valamennyi minta szárítást követően hűtött magtárolókban tárolva található. Friss anyag esetében a mérést megelőzően a magok szárítása 10–25 °C-on és 10–15% relatív páratartalom mellett történik szárítókamra vagy szárítóanyag segítségével. A magok fajtól függően így 3 és 7% közötti nedvességtartalommal rendelkeznek. Ezt követően a vizsgált magtételek legalább 24 órára, de lehetőleg minél hosszabb időre -18 °C ± 3 °C hőmérsékletre kerülnek zárt edényzetben, vagy a méréshez használt speciális 2850 × 1800 mm nagyságú tálcára helyezve „no frost” üzemű fagyasztószekrénybe szabadon, annak érdekében, hogy a pára ne csapódjon le és fagyjon meg a vizsgálni kívánt magok felületén.

2.3. A magok csíráztatásának módszere

A hőkamerás vizsgálatok célja ugyan a roncsolásmentes információnyerés adott magra vonatkozóan, a módszer kidolgozása, valamint az életképességre vonatkozó mérések során azonban annak érdekében, hogy megvizsgáljuk, valóban mutatnak-e összefüggést a hőkamerás méréseken kapott eredmények a csírázóképeséssel, minden egyes mag esetében csíráztatást végeztünk a megfelelő szabványban foglaltak szerint.

2.4. Az alkalmazott hőkamerák bemutatása

A vizsgálni kívánt tételek begyűjtése, előkészítése után következett a számítógépes mérésekhez nélkülözhetetlen digitalizált képek megalkotása. Ehhez egy speciális kialakítású hőkamerát használtunk, amelynek részletes paraméterei az alábbiakban olvashatóak (2. és 3. táblázatok):

2. táblázat: A 2016-tól 2019-ig használt hőkamera műszaki paraméterei

Speciális génbanki vizsgálatokhoz egyedi építésű hőkamera rendszer I. (2016-tól 2019-ig)	
Érzékelő típusa:	hűtetlen FPA mikrobolométer
Zoom:	×1
Pixelszám:	384 × 288
Beépített képalkotó eszközök:	hőkamera (16 bit/pixel)
Kimenetek:	USB
Spektrális érzékenység:	min. 50mK@300K, 50Hz
Mérési korrekciók:	automatikus
Tápellátás:	akku és Külső adapter (230V AC, 50Hz)
Páratartalom működtetés:	10%-95%, nem kondenzálódó
Mérési tartomány:	-30 °C-tól +1000 °C-ig
Spektrális tartomány:	8-14 mikron

3. táblázat: A 2020-tól használt hőkamera műszaki paraméterei

Speciális génbanki vizsgálatokhoz egyedi építésű hőkamera rendszer II. (2020-tól) (1. ábra)	
Érzékelő típusa:	hűtetlen FPA mikrobolométer
Zoom:	×1, ×2 (digitális zoom feldolgozó szoftverrel)
Pixelszám:	640 × 480
Beépített képalkotó eszközök:	hőkamera (16 bit/pixel)
Kimenetek:	USB, külső display kapcsolat
Spektrális érzékenység:	min. 30mK@300K, 50 Hz
Mérési korrekciók:	automatikus (külső hőmérséklet, távolság, relatív páratartalom)
Tápellátás:	akku és külső adapter (230V AC, 50Hz)
Páratartalom működtetés:	10%–95%, nem kondenzálódó

Mérési tartomány:	-30 0C-tól +1000 0C-ig
Spektrális tartomány:	8–14 mikron



1. ábra. A 2020-tól használt egyedi építésű hőkamera

Mindkét alkalmazott hőkamera hazai fejlesztésű kamera-rendszer, és olyan egyedi megoldásokkal rendelkeznek, amelyek a magok vizsgálatához szükséges megfelelő pontosságú, megbízható adatgyűjtést tesznek lehetővé a felvételek során. Az egyedi fejlesztéseknek köszönhetően a hőérzékenysége 25 mK, ami a piacon jelenlévő kamerarendszerekhez viszonyítva dupla nagyságúnak tekinthető. Ezzel a kis hőmérsékleti különbségek is észlelhetőek, amely elengedhetetlen a magokon belül jelentkező eltérő hőmérsékletű szerkezeti elemek, valamint a gyors hőingadozás megjelenítéséhez. A mérési tartomány skálázható, így a vizsgálati célhoz igazíthatóan a -50 °C-tól akár +1000 °C-ig is végezhetünk felméréseket. További előnye az objektumok méretéhez igazítható látószög beállítása. A különböző méretű magok, melyek mm vagy cm nagyságrendűek is lehetnek, egy kamerarendszerrel monitorozhatóak, nem kell más felvevőrendszert használni a vizsgálatok során.

2.5. A hőkamerás magvizsgálat során alkalmazott digitális módszerek és szoftverek

A magok hőkamerás mérését követően a nyers felvételek feldolgozása, majd ezek értékelő elemzése egy többlépcsős folyamat. Az

első és legfontosabb lépés a kamera által létrehozott fájlok kinyerése. Ezt az IRPlayer 4.0 szoftver segítségével tudjuk megtenni. Az IRPlayer a Hexium Kft. által speciális labormérésekhez kifejlesztett hőkamerájának egyedi fájlformátumát kezelő szoftver. A program a labormérések során a kamerába beépített, valamint a külső vezérlő szoftverrel létrehozott képi adatok kezelését is elvégzi. Az .idsf kiterjesztésű állományokból a program képes pixelenkénti intenzitásértékek vagy abszolút hőmérsékleti adatok megjelenítésére. Támogatott adatmentési fájlformátumok: .bmp, .tif, .jpg, .raw, .cvs, .avi, .xml.

Ezt követően a Lumi IDSF 5.42 program nyújt segítséget a pontos mérési eredmények elemzéséhez. A szoftver a kötegelt digitális képek intenzitásának mérésére alkalmas beépített (pl. Y'709, L1 vagy L2) és tetszőlegesen definiálható (egyéni) függvény alapján.

A mérésfeldolgozás során a magok teljes felületén történik a kijelölés, amely nem pontszerű. A kamera által mért teljes terület 640×480 pixel, a kijelölt terület ennek kb. 10 %-a (fajonként eltér). A kijelölt területekhez tartozó pixelek intenzitásának átlagát méri a szoftver, a képen ez magonként átlagosan 1400 pixel. Az intenzitás az emittált energiának az átlagaként kezelhető. Ez a mért érték az energialeadás digitális értéke pixelenként.

3. EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

3.1. Új módszer kidolgozása a génbankban őrzött magok hőkamerás vizsgálatára

3.1.1. A vizsgálat menetének kidolgozása, magok előkészítése, mérési környezet

A magok hőkamerás vizsgálatára nincs kialakult módszer sem hazai sem nemzetközi viszonylatban. Ennek megfelelően nincs olyan módszer, amelyet méréseimhez alkalmazni tudtam volna, ezért ennek hiányában ki kellett dolgozni egy teljesen új módszert, amely a génbanki gyűjteményekben őrzött magok hőkamerás mérését teszi lehetővé. Jelen alfejezetben tehát egy módszertan leírása olvasható, de a gyakorlatban ez az egyik legfontosabb kutatási eredményem, hiszen sikerült megalkotni egy új módszert a magok hőkamerás mérésére.

Magok hőkamerás vizsgálatával kapcsolatban rendkívül kevés tapasztalat áll rendelkezésre világszinten. A rendelkezésre álló tapasztalatok jól mutatják, hogy speciális körülményekre van szükség ahhoz, hogy a magok mérése során kapott eredmények megfelelőek és pontosak legyenek.

A mérések során hamar kiderült, hogy kiemelkedő szerepe van a levegő relatív páratartalmának a mérési környezetben (közvetlenül a magok környezetében).

A speciális mérési környezetet speciális laboratóriumban lehet előállítani. A megfelelő méréshez 70–90 % közötti – lehetőleg állandó – relatív pártartalom szükséges. A hőmérséklet ennek megfelelően $16\text{ °C} \pm 4\text{ °C}$. A mérőlabor hőmérséklete és páratartalma ennek megfelelően speciális eszközökkel szabályozandó. A légáramlatok kiszűrése elengedhetetlen, mert az zavarja a mérés pontosságát.

Állandó páratartalommal rendelkező mérési helyszín két esetben lehetséges: ha természetes magas páratartalommal rendelkezik a helyszín, vagy ha mesterségesen fenntartott, folyamatosan magas páratartalmú a laboratórium. Mivel utóbbi infrastruktúra nem állt rendelkezésünkre, ezért olyan természetesen magas páratartalmú helyszínt kerestünk, ahol lebonyolíthatóak a mérések a magok hűtésével együtt.

A Nemzeti Biodiverzitás- és Génmegőrzési Központ két hűtőtárolót működtet az Esztramos-hegy egyik elhagyott bányajáratában az Aggteleki Nemzeti Park területén a biztonsági duplikátumok megőrzése céljából. A bányajárat természetes páratartalma állandónak tekinthető, és általában eléri a 70%-ot. A mérések helyszíne az Esztramos-hegy bányajárata volt. A páratartalom méréseink alapján valóban folyamatosan 70% feletti volt, és a -20 °C -on üzemeltetett hűtőtárolók megfelelőnek bizonyultak a magok hűtéséhez.

A mérés menete az alábbi módszer szerint zajlik:

- növényfajok és fajták kiválasztása
- génbanki tétel kiválasztása
- génbanki minta kiválasztása
- magok kiválasztása
- szárított magok hűtése (-20 °C) az erre kialakított speciális rácson
- hűtött magok kamera alá helyezése rácsozattal együtt
- magminták látható és hőtartományban történő felvételezése
- nyers felvételek átalakítása, magok kijelölése, mérések kiértékelése

A módszer kidolgozása során kiderült, hogy a mérések során kiemelt szerepe van annak, hogy a magokat a hőkamera látóterébe milyen tálcán és pontosan hogyan helyezzük el. A módszer kidolgozása során mindösszesen 7 különböző magtartó közeget vizsgáltunk. Azok az anyagok, amelyek nem szigeteltek megfelelően (túl jól vezetik a hőt), nem megfelelőek a vizsgálatokhoz. Méréseink alapján ilyen anyagok:

- agyagkerámia
- mázas agyagkerámia
- üveg
- habosított PVC (Palfoam™)
- süthető gyurma
- fa

A mérések során azt tapasztaltuk, hogy a kartonlap esetében a hőkapacitás kisebb volt, mindez csak csekély mértékben befolyásolhatja a rajta elhelyezett magok hőmérsékletváltozását (felmelegedését), és ennek megfelelően a magok hőmérsékletének változásából levont élettani jellemzők eredményeinek megbízhatóságát. A mérési idő hossza az empirikus vizsgálatok alapján rövid volt, amely a kartonlap magtartó közegként történő alkalmazását és megfelelő hőkapacitását bizonyítja.

A kartonlap esetében a hőkamera és a tárgyasztal távolságának megfelelő képkivágáshoz illeszkedően kialakított méretű tartóra összesen 4 × 5 db kukoricamag elkülönített elhelyezését tudtuk megvalósítani. A karton kialakítása úgy történt, hogy az egyes magoknak fizikailag elkülönített rácscsatornákkal segítségével biztosítani lehetett a magok stabil elhelyezését (2. ábra).



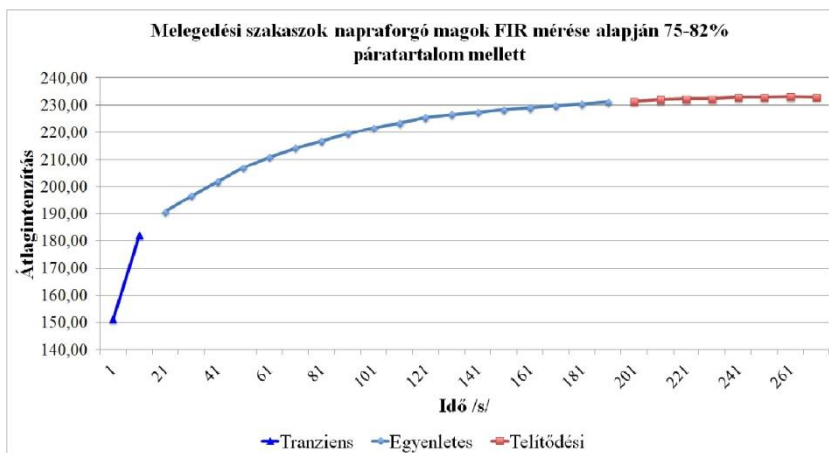
2. ábra. Kartonlapra helyezett magok mérése hőkamerával az Esztramos-hegy bányájáratában

Fontos, hogy annyi magot helyezzünk el a kamera látóterébe, amennyi látszik a felvételen, és a magok egymástól megfelelően távol legyenek ahhoz, hogy egymást ne befolyásolják a felmelegedés során.

A magokat tálcán kell bekészíteni a fagyasztóba és csak a legszélén (peremén) lehet megfogni a tálcát a mérőtérbe helyezés során azért, hogy ujjaink melege ne befolyásolja a magok felmelegedését. Kesztyű viselése javasolt a mérések során. A magokhoz hozzányúlni a mérés előtt nem szabad. Ha meg kell igazítani, az kizárólag csipesszel történhet.

A magok legalább 24 órát tartózkodnak a mérés előtt a hűtőtárolóban $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on. Fontos, hogy a hűtőben ne fagyjon a mag felületére a pára, mert ez befolyásolja a méréseket, és nem pontos eredményt kapunk.

A magoknak a hőkamera látótere alá helyezését követően a látható tartományban is jól kimutatható változások kezdődnek. A felmelegedő magok az első kb. 20 percben – mintától függően – mutatnak jelentős és jellemző változásokat, ezt követően a felmelegedés lassul. A legintenzívebb melegedés az első kb. 5 percben mérhető. A mérés során 3 egymástól elkülönülő szakaszt figyeltünk meg, amely minden fajra jellemző (3. ábra). A minta a külső hőmérsékletet monoton növekvő függvényként asszimptotikusan közelítve éri el.



3. ábra. A magok hőkamerás mérése során tapasztalt három egymástól elkülönülő felmelegedési szakasz napraforgó kaszatterméseken modellezve

- I. **Tranziens szakasz** – a magok felmelegedésének kezdeti szakasza, a magok melegedési folyamata elindul. A szakasz eltérő hosszúságú az egyes tételeknél. Ideje átlagosan 4 és 10 másodperc közötti.
- II. **Egyenletes melegedési szakasz** – a szakasz hossza eltérő az egyes fajok és vélhetően a fajták esetében. A felmelegedés mérhető, hossza változó, átlagosan 150–300 másodpercig tart.
- III. **Telítődési szakasz** – mérhetően elindul a felmelegedés. Az erre a részre illesztett egyenes adatai (meredekség, metszéspont, szórás) jellemzőek az egyes tételekre.

A várható effektusok akkor mutatkoznak, amikor a legnagyobb a levegő–mag hőmérsékletkülönbség, azaz a kipakolást (mélyhűtőből a magok kihelyezése a kamera látótere alá) a lehető leggyorsabban kell elvégezni.

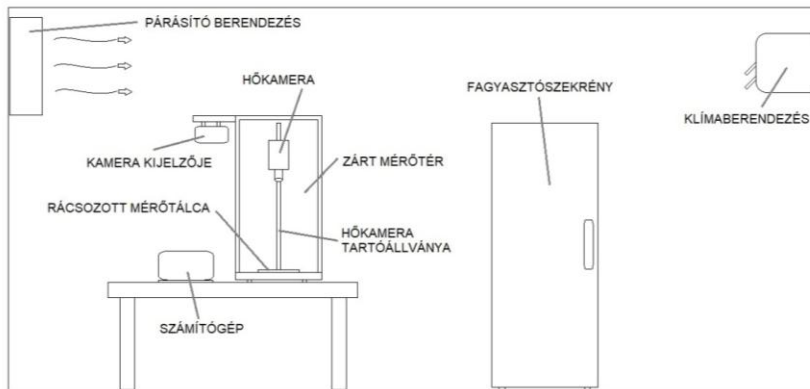
3.1.2 Speciális hőkamerás mérőlabor kialakítása

A Nemzeti Biodiverzitás- és Génmegőrzési Központ által elnyert Tématerület Kiválóság Program keretében sikerült létrehozni egy olyan speciális labort, amely kizárólag a hőkamerás mérések kivitelezését szolgálja. A labor egy hajókonténer átalakításával került kialakításra, teljesen önálló, épületektől független (4. és 5. ábra).



4. ábra. Hőkamerás mérőlabor Tápiószelén a Nemzeti Biodiverzitás- és Génmegőrzési Központ területén

ÁLLANDÓ HŐMÉRSÉKLETŰ ÉS RELATÍV PÁRATARTALMÚ, ZÁRT, HŐKAMERÁS MÉRŐLABOR



5. ábra. Hőkamerás mérésekre létrehozott labor sematikus ábrája

A labor biztosítja a méréshez megfelelő 70–90 % közötti relatív páratartalmat. A hőmérséklet ennek megfelelően $16\text{ °C} \pm 4\text{ °C}$. A légáramlatok kiszűrése elengedhetetlen, mert az zavarja a mérés pontosságát.

A kamera és a mérőtér zárt, levegőmozgástól mentes, átlátszó falú „kalitka”, amelynek méretei: 50 cm × 60 cm × 117 cm (szélesség × mélység × magasság). A mérni kívánt magtétélek behelyezése céljából 49 × 49 cm-es ajtóval nyitható, a mérés folyamata alatt teljesen zárttá tehető, így a mérési eredményeket nem befolyásolja semmilyen zavaró külső körülmény

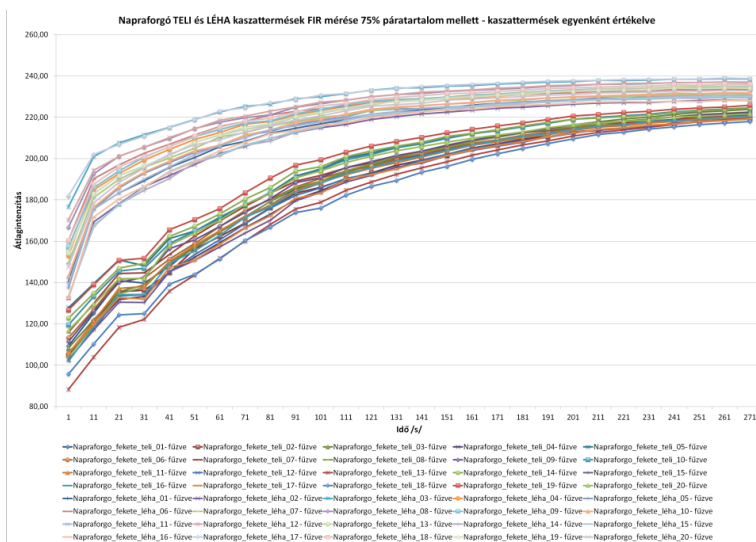
(légáramlat). A zárt mérőtér páratartama és hőmérséklete megegyezik a mérőlabor páratartalmával és hőmérsékletével.

A magok a mérés folyamán nem károsodnak, tovább vizsgálhatóak, illetve ismételten mérhetőek, egyéb génbanki/mezőgazdasági tevékenységek céljából felhasználhatóak (pl. felszaporítás). Ismételt szárítást követően a magok tovább tárolhatóak hűtött körülmények között. Fentiek értelmében egy mag mérésére több alkalommal is lehetőség van.

3.2. Napraforgó léha és nem léha kaszattermések elkülönítése

A kidolgozott módszer alapján napraforgó léha és nem léha (teli) kaszattermésein készített felvételek kiértékelését követően a kapott eredmények alapján egyértelműen sikerült elkülöníteni hőkamerával, hogy mely kaszattermés üres, és melyik teli.

A léha kaszattermések esetében a kezdeti tranzien szaksz meredeksége magasabb, mivel a kaszattermés belseje levegővel telt, nincs benne mag. A második, egyenletes melegedési szaksz a léha magoknál szinte nem is megfigyelhető, amíg a teli magok esetében jól kivehető. A harmadik, telítődési szaksz a teli magok esetében meredekebb. A 6. ábrán látható, hogy a teli és léha magok átlagintenzitást bemutató görbéi egymástól jól elkülönülnek az idő függvényében.



6. ábra. Napraforgó teli és léha kaszatterméseinek hőkamerás mérési eredményei alapján készített felmelegedési görbék. Minden egyes görbe egy kaszattermés felmelegedését mutatja. A görbén az átlagintenzitás látható az idő függvényében. A görbék egyértelműen mutatják, hogy a teli és a léha kaszattermések felmelegedése teljesen más ütemben zajlik, különösen a középső, egyenletes szaksz mutat jelentős különbséget. A görbék alapján egyértelműen elkülöníthetőek a teli és léha kaszattermések

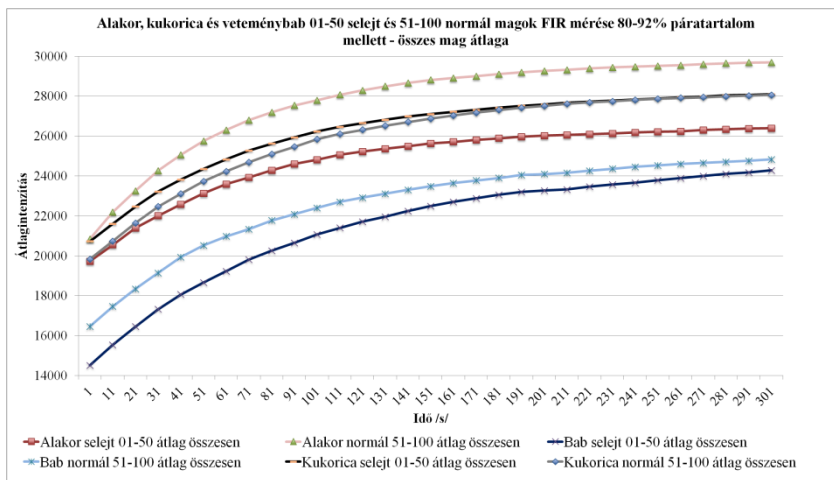
3.3. A magok életképességének meghatározása hőkamera segítségével

A magok hőkamerás vizsgálatának megkezdésekor elsődleges célunk az volt, hogy olyan információhoz jussunk a mérési eredmények alapján, amely a magok életképességére utal. Ennek megfelelően már a mérések kezdetén figyeltük, hogy milyen összefüggés látható a mérési eredmények és az egyes magok életképessége között. Annak érdekében, hogy a mérési eredményeket értékelni tudjuk, minden mért magot csíráztattunk. A csíráztatás eredményeit összevetettük a hőkamerás mérési eredményekkel.

2016-ban a vizsgált veteménybab, alakor és kukorica génbanki tétel 100-100 magját vizsgáltuk az Esztramos-hegy bányajaratában megfelelő körülmények között. A 100 magból 50 mag génbanki szempontból selejtnak volt tekinthető, 50 mag pedig életképesnek (csíráztatási eredmények szerint) mindhárom vizsgált fajhoz tartozó génbanki tétel esetében. A hőkamerás méréseket követően a magokat szabvány szerint csíráztattuk.

A csíráztatás eredményei igazolták az előzetes várakozásokat: a selejt magok valóban nem csíráztak, a „normál” magok pedig valóban a génbanki protokollnak megfelelően csíráztak (a betároláshoz képest 85 % csírázóképeség).

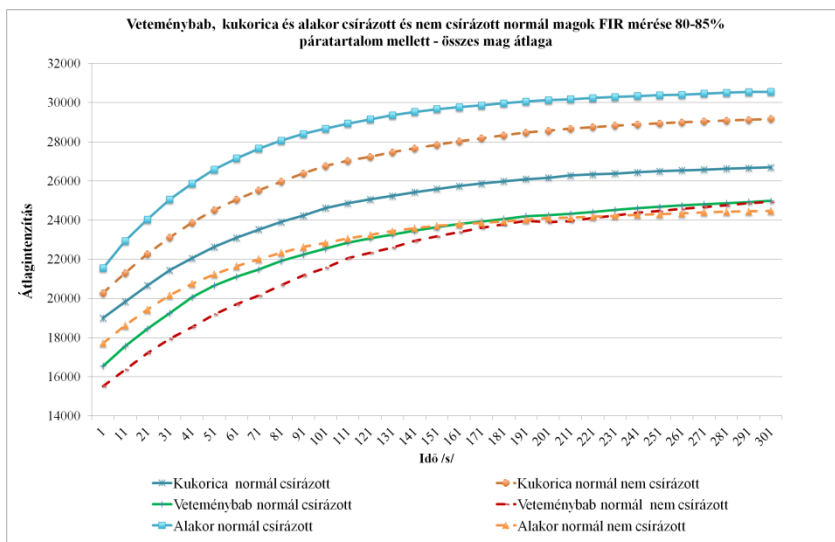
A hőkamerás mérések által rögzített, az egyes magokhoz tartozó átlagintenzitások görbéi az idő függvényében valóban különböző lefutásúak a „selejt” és a „normál” magok esetében (7. ábra).



7. ábra. „Normál” és „selejt” alakor, kukorica és veteménybab hőkamerás mérési eredményei. A görbék egyértelműen mutatják, hogy mindhárom faj esetében elkülöníthetőek a „normál” és a „selejt” magok hőkamera segítségével.

Mindhárom fajnál megvizsgáltuk továbbá, hogy a nem csírázott, de normálnak tekintett magok a hőkamerás vizsgálatok mérési eredménye alapján elkülönülnek-e a valóban csírázott „normál” magoktól. A 8. ábrán

látható, hogy a kicsírázott magok elkülönülnek a hőkamerás mérések alapján a nem csírázott, de normálnak vélt magoktól. Különösen a 2. egyenletes melegedési szakaszban válik el a két görbe egymástól mindhárom faj esetében.



8. ábra. Veteménybab, kukorica és alakor „normál” magok mérési eredményeinek összevetése a csíráztatási eredményekkel. A szaggatott vonallal jelzett nem csírázott magok átlagintenzitása az idő függvényében egyértelműen elkülönül az egyenletes görbével jelzett csírázott magok átlagintenzitásától mindhárom faj esetében.

3.4. Kukoricafajták elkülönítése hőkamera segítségével

Az egyes növényfajták elkülönítése teljes biztonsággal jelenleg csak morfológiai úton nemzetközi leíró vizsgálatokkal és/vagy DNS vizsgálattal lehetséges. Mindkét vizsgálat a mag elvesztésével jár. Mag alapján csak nagyon kevés esetben lehet fajtát azonosítani. Mivel a kezdeti hőkamerás méréseknél is látható volt, hogy egy ugyanazon fajhoz tartozó különböző fajták más-más képet mutatnak, ezért joggal merült fel a kérdés, hogy vajon alkalmas-e a hőkamera fajták elkülönítésére? A különbség ugyanis sokszor már a kamera kijelzőjén látható volt, de a mérések – akár más irányú – értékelésekor is más-más képet mutattak az egyes fajták.

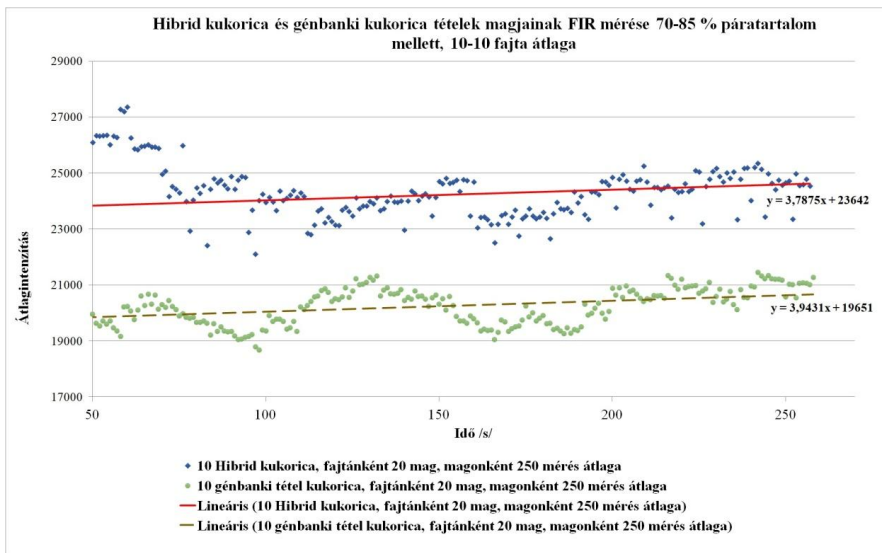
Mindösszesen 40 beltenyésztett hibrid kukoricafajta és 40 szabadelvirágzásának tekinthető génbanki kukorica tétel mérését végeztem el fajtánként 20 maggal. A mérés célja az volt, hogy a génbanki kukoricákat és a hibrid kukoricákat el tudjuk különíteni. A magokat kb. 10 percig mértük, ezt követően már nem volt megfigyelhető érdemi eltérés a

változásban. A méréseket az új hőkamerával végeztük megfelelő körülmények között az NBGK erre kialakított laborjában az alábbi 3. táblázatban szereplő fajtákkal:

3. táblázat: A hőkamerával vizsgált kukoricafajták fajtanevei

Vizsgált kukoricafajták	
Génbanki tétel	Hibrid
8 soros sárga fillér	DKC3972
Bánkúti	DKC4351
Csemege téli	DKC4670
F korai sárga lófogú	P0412
Fehér fillér	P8816
Kék főznivaló	P9009
Sárga lófogú 030821	P9978
Sárga lófogú 031412	SU REPLIX
Sárga simaszemű	SY ORPHEUS 251
Sárgásfehér fillér 031413	SY ZEPHIR 147176

A két csoport szemmel láthatóan elkülönül (9. ábra). A tranziens szakaszok elkülöníthetőek, a fajtacsoportra vonatkozóan látható különbséget mutatnak. Az átlagintenzitások egymástól jelentősen eltérnek. Ez alapján lehetőség van ismeretlen fajtájú kukorica azonosítására csoportba sorolás (hibrid vagy szabadelvirágzású) szinten a hőkamera segítségével.



9. ábra. Kukorica génbanki tételek és hibrid fajták elkülönítése mag alapján hőkamera segítségével. A kézzel jelölt hibrid kukoricák magjainak átlagintenzitása egyértelműen eltér a génbanki tétel kukoricák magjainak átlagintenzitásától a mérés 50. és 250. másodperce között.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A genetikai erőforrások megőrzése kiemelt feladat jelenleg is az egész világon, és a jövőben a génbanki gyűjtemények várhatóan egyre nagyobb szerepet kapnak a mezőgazdaság és a természetvédelem területén egyaránt. Ennek megfelelően minden olyan információ, amit a megőrzött génbanki anyagokról kapunk, kiemelt jelentőséggel bír. A kutatómunkám során létrejött egy teljesen új mérési módszer génbanki minták magjainak vizsgálatára hőkamera segítségével. Ezen keresztül számos olyan információhoz juthatunk – amely információk korábban nem álltak rendelkezésre – anélkül, hogy megsemmisülne a vizsgált mag.

A digitális képfeldolgozás adta lehetőségek közül olyan feldolgozási módszert sikerült kifejleszteni, amellyel a hőkamerás vizsgálatok során keletkezett képanyag objektív szoftveres feldolgozást követően alkalmas arra, hogy magok életképességére és fajtáinak elkülönítésére vonatkozó információkat kapjunk. A méréseket több mint 10 növényfajon végeztük, de a módszer szinte valamennyi növényfaj esetében alkalmazható méréseink szerint. Ennek megfelelően a magbanki gyűjtemények jelentős részénél is alkalmazható, függetlenül a mag alakjától, szöveti szerkezetétől.

Mivel a hőkamerás mérések a csírázás szempontjából rövid ideig tartanak, így az azt meghatározó élettani folyamatok feltételezhetően még nem indulnak meg. A jövőben érdemes tehát vizsgálni, hogy pontosan mely élettani folyamatok kezdődnek meg a hőkamera által is mért első kb. 400 másodpercben, és pontosan milyen folyamatok zajlanak ez idő alatt a vizsgált magok sejtjeiben.

Napraforgó esetében a léha és nem léha kaszattermések elkülönítése nagy biztonsággal sikeresnek bizonyult hőkamera segítségével. Ezek az eredmények rámutatnak, hogy a hőkamera képes megmutatni a levegő jelenlétét magokban, ebből következően más fajoknál is képes ezt megmutatni, illetve adott esetben pl. a kártevőket és egyéb elváltozásokat is, így a jövőben növényvédelmi vonatkozásokban is érdemes vizsgálni a hőkamera és a módszer használhatóságát.

A módszer részletes kidolgozásának köszönhetően sikerült kialakítani egy speciális mérőlabort, amelyben speciális, egyedi építésű hőkamera segítségével speciális körülmények között van lehetőség magok és egyéb élő szervezetek, szövetek vizsgálatára. A mérőlabor lehetőséget teremt a módszer alkalmazására. Az elkészült hőkamera-prototípus alkalmas a kidolgozott rácsszerkezetben magok mérésére, így a jövőben lehetőség lesz további méréseket végezni. A tápiószelei génbank közel 1200 növényfaj 56 ezernél is több génbanki tételét őrzi, így van lehetőség további fajok és fajták, illetve klónok, akár nemesítési vonalak mérésére. Ezzel számos

további információhoz juthatunk a megőrzött magokról, és ez segítheti a biztonságos megőrzést.

További vizsgálatokkal felderíthető, hogy mely más fajok esetében működik a módszer, és alkalmas-e a rendelkezésre álló hőkamera az adott fajhoz tartozó magok vizsgálatára. Várhatóan a legfontosabb paraméter, ami meghatározza a magok mérhetőségét, a mag nagysága lesz, hiszen a nagyon kis méretű magok gyorsan felmelegednek, így a mérőtérbe helyezés előtt elérhetik vagy megközelíthetik a mérőtér hőmérsékletét. Javaslom a különböző növényfajok magjainak részletes mérését, hogy minél több információt kapjunk a hőkamerás vizsgálatok lehetőségeiről.

Javaslom továbbá valamennyi mérhető növényfaj magjaival méréseket végezni, és a kapott adatokat adatbázis-jelleggel rendszerezni. Ehhez minél több csíráztatási eredményt kell mellékelni, és össze kell vetni a hőkamerás mérésekkel kapott eredményekkel. Ezt követően a létrejött adatbázissal dolgozva meg lehet kezdeni a génbanki protokoll szerinti csíráztatások kiegészítését hőkamerás mérésekkel annak érdekében, hogy minél több adat és információ álljon a génbank rendelkezésére. Ez a gyakorlatban megvalósítható a génbankban oly módon, hogy az életképességi vizsgálatra kiválasztott génbanki tételek magjai először hőkamerás vizsgálaton esnek át, majd ezt követően a rutinszerűen megvalósított csíráztatáson. A hőkamerás vizsgálat eredményeit ezután össze lehet vetni a csíráztatás eredményeivel az értekezésben is ismertetett módon. A hazánkban legfontosabb termesztett növényfajok esetében javaslom az egyes növényfajok fajtáinak mérését. Valamennyi Nemzeti Fajtajegyzéken szereplő fajta adatbázisba történő felvétele után lehetőség lenne az egyes fajták azonosítására hőkamera segítségével.

További fejlesztések után a Mesterséges Intelligencia segítségével a keletkezett adatok és adatbázisok felhasználásával egy szoftver létrehozását követően lehetőség lenne az adatelemzés automatizálására, így az eredmények gyorsan és egyszerűen elérhetőek lennének.

Emellett szorgalmazom a mérések kiterjesztését más élő szervezetek, szövetek vizsgálatára, hiszen várhatóan ott is különbséget mutatnak a hőkamerás felvételek eredményeként létrejött képanyagok, és az abban rejlő információk. Ehhez szükség van azon szövetek és szervezetek felderítésére, amelyek nem károsodnak/pusztulnak el fagyasztás, majd a hőkamera alatt történő felmelegedés következtében. Várhatóan a módszer alkalmas egyéb növényi részek, valamint állati eredetű szervek és szövetek mérésére is.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Hazai és nemzetközi viszonylatban egyaránt új eredmény, hogy eddig nem ismert információkhoz jutottam a hőkamera használatának magok vizsgálatával kapcsolatos lehetőségeiről, melyek az egyes fajokra/fajtákra vonatkozóan egyedülállóak, hiszen korábban hasonló méréseket nem publikáltak. A kapott eredmények alapján elmondható, hogy a hőkamera és a módszer alkalmas a magok vizsgálatára.
2. Kidolgoztam a mérés módszerét, és sikerült tökéletesíteni azt a sokéves mérési sor segítségével. A bemutatott módszer alkalmas a génbankban őrzött magok -18 ± 3 °C-ról $+16$ °C-ra történő felmelegedését követni hőkamera segítségével. Az új módszer kialakításának köszönhetően sikerült létrehozni egy valóban nem invazív módszert, hiszen ezek a vizsgálatok akár ugyanazokkal a magokkal is megismételhetőek, feltéve, ha a vizsgált magok újbóli szárítást követően ismét bázis tárolóba kerülnek, és ezt követően ismételjük meg a méréseket.
3. A hőkamerás mérések eredményeinek elemzését követően sikerült elkülöníteni kukorica, alakor és veteménybab esetében a csírázóképes és nem csírázóképes magokat.
4. Napraforgó esetében a léha és a nem léha kaszattermések egyértelműen elkülönültek a hőkamerás mérések eredményeinek kiértékelését követően.
5. Sikerült elkülöníteni egymástól a hőkamera segítségével a kukorica esetében a hibrid fajtákat és a szabadelvírágzású génbanki tétéleket.
6. Létrehoztam a méréshez szükséges speciális körülményeket biztosító hőkamerás mérőlabort, amelyben lehetőség van magok és egyéb élő szervezetek, szövetek hőkamerás mérésére. Kutatómunkámnak köszönhetően sikerült megalkotni egy speciális, egyedi építésű hőkamerát, amely kifejezetten magok hőkamerás vizsgálatához készült.

6. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN ÍRT TUDOMÁNYOS PUBLIKÁCIÓK

1. Tudományos folyóiratokban megjelent (közlésre elfogadott), lektorált, teljes szövegű tudományos közlemény

1.1. Idegen nyelvű, impakt faktoros folyóiratban (WEB OF Science szerint)

1.1.1. Hazai kiadású

Peti, E., Schellenberger, J., Németh, G., Málnási Csizmadia, G., Oláh, I., Török, K., Czóbel, Sz., **Baktay**, B. (2016): Presentation of the HUSEEDwild – a seed weight and germination database of the Pannonian flora – through analysing life forms and social behaviour types. Applied Ecology and Environmental Research 15(1): 225–244. Print ISSN: 1589 1623, Online ISSN: 1785 0037

1.2. Idegen nyelvű, nem impakt faktoros folyóiratban

1.2.1. Hazai Kiadású

Török P., Tóth E., Tóth K., Valkó O., Deák B., Kelbert B., Bálint P., Radócz Sz. , Kelemen A., Sonkoly J., Miglécz T., Matus G., Takács A., Molnár V. A., Süveges K., Papp L. , Papp L. jr., Tóth Z., **Baktay B.**, Málnási Csizmadia G., Oláh I., Peti E., Schellenberger J., Szalkovszki O, Kiss R, Tóthmérész B.(2016): New measurements of thousand-seed weights of species in the Pannonian Flora. Acta Botanica Hungarica 58(1-2). p.187–198. Print ISSN: 0236-6495, Online ISSN: 1588-2578

1.3. Magyar nyelvű, nem impakt faktoros, hazai folyóiratban

A Pannon Magbank program (2010–2014) maggyűjtési, tárolási, előzetes életképesség vizsgálati eredményei és módszerei / Peti Erzsébet ; Málnási Csizmadia Gábor ; Oláh Imre ; Schellenberger Judit ; Török Katalin ; Halász Krisztián ; **Baktay Borbála** In: Természetvédelmi közlemények. – (2015) 21., p. 215–231.

2. Szakmai folyóiratokban megjelent (közlésre elfogadott), teljes szövegű szakmai, népszerűsítő közlemény, tanulmány

Peti Erzsébet; Málnási Csizmadia Gábor; Oláh Imre; Schellenberger Judit; **Baktay Borbála**; Török Katalin; Halász Krisztián; (2015): Éltető gyűjtemény – A Pannon Magbank, Természetbúvár p. 11–13.

Ponicsánné Gyovai Ágnes, Kollár Zsuzsanna, Peti Erzsébet, Horváth Balázs, Oláh Imre, Szalkovszki Ottó, **Baktay Borbála** (2013): Tájékoztató a Zempléni-hegységben, a 2013-2014-es gyűjtőút program első állomásának tapasztalatai, Tájékológiai Lapok 11. évf. 2. szám, Gödöllő

Oláh Gábor, Dikasz Endre, Kristó Attila, Málnási-Csizmadia Gábor, Szalkovszki Ottó, **Baktay Borbála**: Gyűjtőút a Nagy-Fátrában és Dél-Baranyában magyar-szlovák kétoldalú együttműködés keretében. In: Botanikai Közlemények, 2016. 103. köt. 2. füzet, pp: 227–236

3. Lektorált könyv/jegyzet (részlet) (nyomtatott formában v. elektronikus adathordozón), népszerűsítő könyv

3.1. Könyvírás idegen nyelvű

B. Baktay, A. Simon: (2016) Hungarian Strategies for the Conservation of Crop Wild Relative and Landrace Diversity. In: Enhancing crop genepool use: capturing wild relative and landrace diversity for crop improvement / edited by Nigel Maxted, M. Ehsan Dulloo, Brian V. Ford-Lloyd. Boston, MA: CABI, p. 318-325

4. Kongresszusi kiadványokban megjelent közlemények (nyomtatott formában v. elektronikus adathordozón – kizárólag az ISBN, ISSN vagy más, hitelesített kiadványaira vonatkozóan)

4.1. Megtartott előadás vagy bemutatott poszter alapján készített egy oldalas idegen vagy magyar nyelvű összefoglaló, szerkesztett tudományos folyóiratban, vagy annak különszámában

Peti Erzsébet, Málnási Csizmadia Gábor, Oláh Imre, Schellenberger Judit, Török Katalin, Halász Krisztián & **Baktay Borbála** (2016): Seed biology and morphology investigations on Pannon Seed Bank collection and possible applicability of the results./A Pannon Magbank gyűjteményének magbiológiai és morfológiai vizsgálatai és azok felhasználási lehetőségei. „XI. Aktuális flóra- és vegetációkutatás a Kárpát-medencében nemzetközi konferencia, Budapest, 2016. február 12–14., absztrakt kötet p. 209. (ISBN 978-963-9877-25-2).

Peti Erzsébet; Málnási Csizmadia Gábor.; Oláh Imre, Schellenberger Judit; **Baktay Borbála**; Török Katalin; Halász Krisztián (2014): A gyűjtéstől a hűtőtárolóig: a pannon magbank program gyakorlati tapasztalatainak összefoglalása. „II. Fenntartható fejlődés a Kárpát-medencében”/ Through collecting to storages: summary of the practical experiences related to Pannon Seedbank project. 11-12. December, 2014, Budapest, pp. 43-44. (ISBN 978-963-269-455-9)

Peti Erzsébet – Málnási Csizmadia Gábor – Oláh Imre – Schellenberger Judit – Veres Emese –**Baktay Borbála** (2015): Rózsafélék (*Rosaceae*) néhány fajának ex situ megőrzése és vizsgálata a Pannon Magbankban [Ex-situ Conservation and Investigation of Some *Rosaceae* Species in Pannon Seedbank] – In: Kerényi-Nagy, V., Szirmai, O., Helyes, L., L., Penksza, K., Neményi, A. (eds.) „1st Rose and hawthorn conference in Carpathian Basin” international conference, Gödöllő, Hungary, 2015.05.30., Proceedings-Book, pp. 244-246. (ISBN: 978-963-269-479-5)

Peti Erzsébet; Málnási Csizmadia Gábor, Oláh Imre, Schellenberger Judit; Halász Krisztián, Török Katalin; **Baktay Borbála** (2014): Results of the Pannon Seedbank projekt [A Pannon Magbank LIFE+ Program eredményei] – In: Zimmermann, Z., Szabó G. (eds.) „II. Sustainable development in the Carpathian Basin” international conference, Budapest, Hungary, 2014. 12.11.-12., Book of Abstracts, pp 122-123. (ISBN 978-963-269-455-9)

5. Kongresszusi kiadványokban megjelent közlemények (nyomtatott formában v. elektronikus adathordozón – nem hitelesített kiadványokra vonatkozóan)

5.1. Egyoldalas idegen vagy magyar nyelvű összefoglaló

Baktay Borbála (2014): Hungarian strategies for the conservation of crop wild relative (CWR) and landrace (LR) diversity. ENHANCED GENEPOOL UTILIZATION – Capturing wild relative and landrace diversity for crop improvement. 16-20 June 2014. Cambridge. Book of abstracts pp. 40-41.

Berke József, Bánáti Hajnalka, **Baktay Borbála**, Szalkovszki Ottó, Szabó Rita, Takács Eszter, Darvas Béla és Gyulai Ferenc (2014): Hőfelvétel-alapú vizsgálati módszerrel való elkülönítés lehetőségei MON 810-es Bt-kukorica fajtacsoport utódmagvain. IV. Ökotoxikológiai konferencia. 2014. november 21. Budapest. Abstracts/Összefoglalók pp. 7–8.

Peti Erzsébet; Málnási Csizmadia Gábor, Oláh Imre, Schellenberger Judit; **Baktay Borbála**; Török Katalin; Halász Krisztián (2014): A gyűjtéstől a hűtőtárolókig: a pannon magbank program gyakorlati tapasztalatainak összefoglalása. „II. Fenntartható fejlődés a Kárpát-medencében” 2014. december 11-12., Budapest, Abstracts/Összefoglalók pp.44.

Simon Attila, **Baktay Borbála** (2014): Achievement of the PGR Activities of the Last Ten Years in Hungary. SEEDNet the Way Ahead CropSustain Workshop. Ljubljana, 2014. november 5-6. Abstracts/Összefoglalók pp. 9.

Gábor Oláh, Endre Dikasz, Attila Kristó, Gábor Málnási-Csizmadia, Ottó Szalkovszki, **Borbála Baktay**: (2016) Collecting plant genetic resources in Veľká Fatra and in Baranya county within the framework of Hungarian-Slovakian bilateral cooperation. In: Benediková, D. (ed.) Sustainable utilisation of plant genetic resources for agriculture and food, National Agricultural and Food Centre - Research Institute of Plant Production, Book of abstracts from international scientific conference, pp.80.

Nem minősített szakmai terv, tanulmány, felmérés készítése:

Vidékfejlesztési Minisztérium (2013): Élelmezési célú növényi genetikai erőforrások megőrzésének szakmai stratégiája 2013–2020.

7. IRODALOMJEGYZÉK

- BAKTAY, B., SIMON, A. (2016): Hungarian Strategies for the Conservation of Crop Wild Relative and Landrace Diversity. In: Enhancing crop gene pool use: capturing wild relative and landrace diversity for crop improvement / edited by Nigel Maxted, M. Ehsan Dulloo, Brian V. Ford-Lloyd. Boston, MA: CABI, p. 318–325
- ENSZ (1992): Biológiai Sokféleség Egyezmény, Egyesült Nemzetek Szervezete, Rio De Janeiro, 1992
- FAO (2004): What is agrobiodiversity? Training Manual - “Building on Gender, Agrobiodiversity and Local Knowledge”. FAO, 2004
- NBGK (2019): A tápiószelei génbank története, feladatai és gyűjteményei. Nemzeti Biodiverzitás- és Génmegőrzési Központ. ISBN 978-615-00-5919-8
- PETI E., MÁLNÁSI-CSIZMADIA G., OLÁH I., SCHELLENBERGER J., TÖRÖK K., HALÁSZ K., BAKTAY B. (2015): A Pannon Magbank program (2010–2014) maggyűjtési, tárolási, előzetes életképesség vizsgálati eredményei és módszerei In: Természetvédelmi közlemények. 2015. 21., p. 215–231
- SoWPGR-2 (2010): Second Report on the State of the World’s Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, Food and Agriculture Organization of the United Nations 2010
- VM - Vidékfejlesztési Minisztérium (2013): Élelmezési célú növényi genetikai erőforrások megőrzésének szakmai stratégiája 2013–2020