

SZAKDOLGOZAT

Gyuricza Nóra

2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Gödöllő Campus
Növénytermesztési-tudományok Intézet
Mezőgazdasági mérnök BSc alapképzési szak

ORCHIDEA IN VITRO SZAPORÍTÁSA

Belső konzulens: Dr. Szőke Antal
egyetemi docens

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Genetika és Biotechnológia
Intézet
Genetika és Genomika
Tanszék

Készítette: Gyuricza Nóra

Gödöllő
2025

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés	3
1.1 A téma relevanciája.....	3
1.2 A szakdolgozat célkitűzései	5
2 Szakirodalmi áttekintés	6
2.1 Az <i>Orchidaceae</i> család.....	6
2.1.1 Az orchideák rendszerezése és a nevezéktan	7
2.1.2 Az orchideák morfológiája	9
2.1.2.1 Az orchideák gyökérrendszere	10
2.1.2.2 Az orchideák szára	10
2.1.2.3 Az orchideák levelei.....	11
2.1.2.4 Az orchideák virágzata	11
2.1.2.5 Az orchideák magja	12
2.2 <i>In Vitro</i> mikroszaporítás	12
2.2.1 Az <i>in vitro</i> mikroszaporítás kialakulása	13
2.2.2 A mikroszaporítás módszerei	16
2.2.2.1 Merisztéma – rügyindukció és hajtáskultúra	16
2.2.2.2 Szomatikus embriogenezis.....	17
2.2.2.3 Kalluszkultúra és organogenezis	17
2.2.2.4 Haploid növények előállítása	17
2.2.2.5 Szomatikus sejtszuszpenzió és bioreaktoros szaporítás	18
2.2.2.6 Magok csíráztatása.....	18
2.3 <i>Orchidea</i> félék szaporítására használható módszerek.....	18
2.3.1 Hagyományos szaporítási módszerek	18
2.3.1.1 Magvetés természetes körülmények között.....	19
2.3.1.2 Vegetatív szaporítás	19
2.3.2 <i>In vitro</i> szaporítási módszerek.....	20
2.3.2.1 Aszimbiotikus magtenyésztés	20
2.3.2.2 Merisztéma- és hajtáskultúra.....	21
2.3.2.3 Kalluszindukció és organogenezis	21
2.3.2.4 Szomatikus embriogenezis.....	21
2.4 <i>Orchidea</i> szaporításnál leggyakrabban használt táptalaj típusok.....	22
2.4.1 Knudson C-táptalaj	22
2.4.2 Vacin és Went (1949) – az epifita orchideák optimalizálása.....	22
2.4.3 Heller mikroelemes oldata (1953) – a sejtnövekedés finomhangolása.....	23
2.4.4 Murashige–Skoog (MS) táptalaj (1962) – az <i>in vitro</i> növénytenyésztés alapja ...	23

3	Alkalmazott módszerek	24
3.1	<i>A kísérletben használt orchideák bemutatása</i>	24
3.1.1	<i>Phalaenopsis - lepkeorchidea.....</i>	24
3.1.2	<i>Paphiopedilum – papucсорchidea</i>	25
3.2	<i>Orchidea félék szaporodásbiológiájának sajátosságainak rövid összefoglalása.....</i>	27
3.3	<i>Táptalaj készítés</i>	28
3.3.1	<i>Táptalaj recept</i>	29
3.3.2	<i>Táptalaj elkészítése</i>	30
4	Eredmények	32
4.1	<i>Orchideamagok fertőtlenítése</i>	32
4.2	<i>Orchidea mag táptalajra helyezése</i>	33
4.3	<i>Minták tárolása</i>	35
5	Következtetések.....	39
6	Összefoglalás.....	40
7	Irodalomjegyzék.....	42
8	Ábrajegyzék	46
9	Táblázat jegyzék	46
10	Nyilatkozatok	47
10.1	<i>Oktatói nyilatkozat.....</i>	47
10.2	<i>Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásról</i>	48
10.3	<i>Nyilatkozat a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről</i>	50

1. BEVEZETÉS

Egy jóléti társadalomban az értékesebb dísznövények iránti fizetőképes kereslet a szabadon felhasználható jövedelem növekedésével együtt nő. Ez természetesen igaz minden olyan termékre és szolgáltatásra is, amelyeket a fogyasztók jellemzően szabadidejükben fogyasztanak, illetve vásárolnak. A szakdolgozatomban az orchideák steril környezetben történő szaporításával foglalkozom. Ennek egyik oka, hogy magam is gyűjtöm az orchideákat így jól tudom, mennyire idő, energia és erőforrásigényes a növények tartása és szaporítása. Emellett azt is látom, hogy sikeres szaporítás eredményét már Magyarországon is lehet értékesíteni akár a Magyar Orchidea Társaság rendezvényein, akár webshop-on keresztül.

1.1 A téma relevanciája

Az értékes dísznövények, így a bonsai, rovarémésztők, plumeria (más néven frangipani vagy hawaii rózsza) és az orchidea is nagy népszerűségnek örvend világszerte. A nemzetközi kereskedelem és a szállítmányozás fejlődésével napjainkra már elfogadható veszteségek mellett lehet ezeket a növényeket a termelőtől a fogyasztókig eljuttatni. A trópusi orchidea fajták jelentős része Ázsiából és Dél-Amerikából érkezik Európába, jellemzően szabadgyökeresen. Az európai kertészetek a növényeket a beültetést követően viszont eladóknak és fogyasztóknak is értékesítik. A jó minőségű terméknel megvárják, míg a növény gyökérzete a cserépben tovább fejlődik és stabilan képes (támasztó pálcák nélkül is) a növényt a cserépben rögzíteni. Európában már több kertészet is foglalkozik nem csak a természetben előforduló fajták termesztésével, hanem saját hibridek kialakításával és értékesítésével is. Ennek köszönhetően már nem csak a világ más kontinenseiről importált növényeket lehet beszerezni.

Az orchidea szaporítás és orchidea tartás, gyűjtés népszerűségét mi sem bizonyítja jobban, mint az, hogy napjainkra minden nagyobb élelmiszerlánc üzleteiben rendszeresen lehet virágzó *Phalaenopsis*, *Dendrobium*, *Cambria* és időnként *Paphiopedilum* és *Cimbidium* növényeket is kapni. Ezek a növények jellemzően olyan hibridek, melyeket milliószám állítanak elő. Ez lehetővé teszi az egységköltségek olyan alacsony szinten tartását, amelynek köszönhetően a végterméket széles körben lehet értékesíteni. Ez még olyan viszonylag kis méretű piacok esetében is igaz, mint Magyarország.

A tömegtermékként forgalmazott cserepes és vágott orchideák gyakorlatilag mindegyike hibrid, ennek köszönhetően a virágok mérete akár 2-3-szor is nagyobb, mint a természetben is megtalálható orchideáké. A látványos virágméret mellett a hibrid változatok hosszabb ideig is megtartják a virágaikat. Tartósságuknak köszönhetően az értéküket tovább képesek megőrizni, illetve az újabb kinyílt virágok számával még növelik is az értéküket.

Érdeemes arról is szót ejteni, hogy a világ legdrágább fűszereinek egyike a vanília rúd, amely egy orchidea magtokja. A vanília termesztése rendkívül munkaigényes, mert a termésbiztonság növelése érdekében a kinyílt virágokat a leggyakrabban kézzel porozzák be.

Napjainkra a növénytermesztésben, így a dísznövénytermesztésben is fontos szerepet kap a fenntarthatósággal kapcsolatos elvárások szemelőt tartása. A természetben is előforduló orchideák élettere folyamatosan csökken így a szaporításuk és megőrzésük – akár botanikus kertekben vagy magángyűjteményekben – is egyre nagyobb figyelmet kap. Nem csak az esőerdők területének folyamatos csökkenése okoz problémát. Magyarországon is megtalálható több mérsékelt égövi orchidea faj, melyek életterét az urbanizáció és a nagyüzemi mezőgazdaság és a turizmus is veszélyezteti. Az orchidea mesterséges körülmények közötti szaporítása nem csak a biológiai sokszínűség (biodiverzitás), hanem a ritka fajok megőrzésében is fontos szerepet kap. Azt is érdemes figyelembe venni, hogy ha a természetben előforduló orchideák szaporítását laborokban is megoldhatjuk és ezzel a piaci keresletet is ki tudjuk elégíteni, ezzel csökken a természetben megtalálható egyedek terhelése. Az orchideák életterének csökkenését nehezebb lelassítani vagy megállítani, de a begyűjtött virágok keresletét az in-vitro technológiákkal előállított növényekkel ki lehet váltani. Emellett a tömeges orchidea előállítás lehetővé teszi azt is, hogy az eredeti élőhelyükre visszatelepítsék vagy génállomány megőrzése céljából botanikus kertekben megőrizhessék.

Amennyiben a társadalmi szempontokat is figyelembe vesszük érdemes megemlíteni az orchidea in-vitro szaporítás szerepét az oktatásban. A mikroszaporítási módszerek fejlődésének köszönhetően nagy mennyiségben lehet orchideákat is szaporítani. Az orchidea a technológiák és módszerek szemléltetésére és bemutatására is kiválóan alkalmas és egyben látványos is így a figyelemfelkeltés egyik eszköze is lehet. Ezek mind hozzájárulnak ahhoz, hogy innováció és a fenntarthatóság ötvözésével a környezet, a társadalom és a gazdaság számára is hasznos terméket állíthassunk elő.

1.2 A szakdolgozat célkitűzései

Dolgozatom célja a gyűjteményemben található orchideáktól származó virágmagokkal történő *in vitro* mikroszaporítása és annak hatékonyságának vizsgálata.

Hibrid és természetben is előforduló botanikai orchideák magját is használva szeretném azt megvizsgálni, hogy a kézzel porzott virágokban fejlődő magok csíráképesek vagy sem. A csíráképes növényeket legalább az első – még szintén steril környezetben – átültetésig nevelni.

A kísérlet során témavezetőm Dr. Szőke Antal irányításával az orchideákat magról szeretném szaporítani. Ehhez az alábbi ismeretek elsajátítására is szükség lesz:

- laboratóriumban a mikroszaporításhoz szükséges eszközök, mérőberendezések és a sterilizáló fülke használatának elsajátítására
- tapasztalat szerzés az orchideamagok előkészítéséről és sterilizálásáról
- táptalaj elkészítéséhez szükséges ismeretek és helyes gyakorlatok begyakorlása,
- az orchidea magok steril táptalajra helyezésének és az elkészült minták szakszerű tárolásához szükséges ismeretek elsajátítására.

2 SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

Ebben a fejezetben az orchideákkal kapcsolatos ismeretek rövid összefoglalásával kezdem és a kísérletben használt fajok bemutatásával foglalkozom. Mivel a kísérletben több faj magjait helyeztük táptalajra így részletesebben csak két fajt szeretnék bemutatni - a *Phalaenopsis* és a *Paphiopedilum* fajokat.

Később a mikroszaporítással és az orchidea szaporításhoz használt táptalajok rövid bemutatásával folytatom.

2.1 Az *Orchidaceae* család

Jelenlegi ismereteink alapján a világon a legnagyobb növénycsalád az orchidea félék vagy kosborfélek családja (***Orchidaceae***) és körülbelül 25 000 – 28 000 faj tartozik ide. Érdekes az orchideákról, hogy a fajgazdagságának köszönhetően közel 10%-át teszik ki a magvas növényeknek. Rengeteg orchidea faj rendkívül speciális életmódja – jellemzően más élőlényekhez adaptálódva – miatt azt feltételezik, hogy hosszú fejlődési folyamat eredményeként alakultak ki több tízmillió évvel ezelőtt. Az orchideák esetében a pollíniumot¹ rovarok szállítják és szállították korábban is, ezért ősi leleteket viszonylag ritkán lehet találni emiatt kevés minta áll rendelkezésre (Dressler, 1982; Molnár, 2011).

Az orchideák a sarkköröktől eltekintve gyakorlatilag mindenhol megtalálhatóak a szárazföldön (még Svédországban is) ahol vegetáció még létezik. A legegyszerűbb az életmód szerinti csoportosításuk, mely alapján megkülönböztetünk **epifitákat** (jellemzően fák lombkorona szintjében lakó fajok) és terester vagy más néven **talajlakó** fajokat. Van szakirodalom, amely a litofitákat is megkülönbözteti, de ezek életmódja általában az epifitákhoz hasonló (De, 2020). Nagy általánosságban elmondható, hogy a trópusokon jellemzően az epifiták, a mérsékelt égövben főleg a talajlakó fajok fordulnak elő. A sivatagokban – az oázisokat leszámítva – sem az epifiták sem a talajlakó fajták nincsenek jelen. Mint ahogy azt más növénycsaládoknál is megfigyelhetjük, a trópusokon sokkal több orchidea faj található, mint a mérsékelt égövben. Legnagyobb számban olyan területen található orchideákat, ahol nincs olyan hónap amikor legalább 50-75 mm esővíz nem esik. Ez

¹ Pollinium: az orchideáknál a pollen kis méretű csomagokba illetve csomókba áll össze. Ennek formája és mérete fajtól függően változhat. (Molnár, 2011)

gyakorlatilag annyit jelent, hogy éves szinten 2,5 m körüli csapadékmennyiség van, ami biztosítja az epifiták számára a folyamatosan magas páratartalmat (Dressler, 1982; R. Eszéki, 2012; Seaton, 2022).

Mi az ami az *Orchidaceae* családot megkülönbözteti más családoktól? Az alábbiakban Robert L. Dressler (1982) által alkalmazott megközelítés alapján felsorolom azokat a fontosabb jellemzőket, melyek a család legtöbb fájára igazak:

- Porzók esetében megfigyelhető, hogy a virágnak csak az egyik oldalán helyezkednek el és a legtöbb orchidea esetében csak egy termékeny porzóval rendelkeznek.
- A pollen általában nem porszerű alakban szabadon, hanem tömör csomószerű képletekben, **pollíniákban** található így a pollen egy az egyben átkerül a másik virágra, ami a beporzás hatékonyságát növeli. Ezzel együtt jár az is, hogy rovarok és madarak tudják csak a virágok beporzását megvalósítani, szél által ezek a növények nem porozhatóak.
- A bibe és a porzó legalább részben egyesültek, de leggyakrabban ezek teljesen egybenőttek és egy ivaroszlopot alkotnak.
- A virágmagok nagyon aprók – porszerűen kicsik – és jellemzően nagy mennyiségben vannak jelen, az epifitáknál így alkalmasak arra is, hogy a széllel viszonylag nagy távolságokra is eljussanak.
- A virágok általában **mézajakkal** rendelkeznek, ami a termőképes pollentokkal szemben helyezkedik el és általában teljesen más formája van, mint a többi lepellevélnek.
- Az orchideáknál a bibe és a virágpor közötti kis lebeny (rostellum) fontos szerepet játszik abban, hogy a legtöbb esetben az önbeporzás ne legyen lehetséges.
- A virág fejlődése során a bimbó növekedésével a kocsány körül elfordul, így mire a virágok kinyílnak az ajkak vagy a mézajkak a virág alsó részén helyezkednek el így a beporzókat segítve egy olyan felületet biztosítanak, amelyre a rovarok le tudnak szállni. Ezt a jelenséget reszupinációnak nevezzük.

2.1.1 Az orchideák rendszerezése és a nevezéktan

Carl Linnét (1707-1778) követően a rendszerezést jellemzően a szaporító szervek alapján történik, Linné meg volt arról győződve, hogy a rokonsági fokokat az ivarlevelek jellege,

szerveződése és a száma határozza meg. Érdekes, hogy a változatos méret és forma ellenére viszonylag egységes szerkezetűek (Molnár, 2014).

Néhány évtizeddel Linné halála után Charles Darwin (1809-1882) már arra hívta fel a figyelmet, hogy a fajok időben nem állandóak, változnak, amelyhez hosszú időre van szükség. Az evolúció eredményeként nem minden faj fejlődött tovább, voltak melyek kihaltak. Darwin szerint ezeket a kapcsolatokat és összefüggéseket a fa motívummal lehetett a legjobban érzékeltetni. Darwin korában még nem álltak rendelkezésre olyan eszközök és módszerek, amelyek a törzsfa rekonstrukcióját lehetővé tették volna. A keretrendszer hiányában a szaktekintélyek gyakorlatilag egy általuk meghatározott logikával tapasztalati eredményekre alapozva alakították ki a fő rendező elveket. Ennek következménye az is, hogy Linné az elméletének megfelelően az összenőtt porzók és bibéket alapul véve egy csoportba kezelte a farkasalmaféléket (*Aristolochiaceae*) és a kosborféléket (*Orchidaceae*) (Molnár, 2011; Molnár és munkatársai, 2014).

A későbbi alfejezetekben az orchideák morfológiájánál részletesen is bemutatom a virágokra jellemző (kivételeket későbbiekben megemlítem) zigomorf szimmetriát. Zigomorfia annyit jelent, hogy egyetlen olyan sík van, mely mellett a virágot elválasztva két szimmetrikus részt látunk – amely gyakorlatilag a mézajaknak és az ivaroszlornak köszönhetően alakult ki. Amíg a genetikai vizsgálatok nem váltak lehetségessé az orchideákat egy külön rendben kezelték, de később a kutatások eredménye bebizonyította, hogy nem lehet külön rendként kezelni a kosborféléket. Napjainkban minden kosbor egyetlen család az *Orchidaceae* család része melynek 5 fő alcsaládját különböztetjük meg (Dressler, 1982; Freudenstein, 2025; Molnár, 2014):

- Apostasioideae
- Vanilloideae
- Cypripedioideae
- Epidendroideae
- Orchidoideae

Az orchideák rendszerezésében még napjainkban sem ért egyet a szakma, így nem ritka, hogy az elmúlt évtizedekben publikált anyagokban egészen eltérő besorolásokkal találkozunk. A huszadik század technikai és technológiai vívmányainak köszönhető az is, hogy már nem csak

morfológiai alapon lehet a besorolást elvégezni. A jelenleg leggyakrabban alkalmazott rendszertani besorolás inkább a DNS alapú elemzésekre támaszkodik és ennek köszönhetően könnyebb a lehetséges kapcsolatok beazonosítása (Molnár, 2011)

A 21. századra már létrejöttek olyan rendszerek, melyek már lehetővé teszik az egységes nevezéktan használatát. Ilyen együttműködéseknek köszönhetően lehet nyilvánosan és ingyenes elérni az *International Code of Nomenclature* (*International Code of Nomenclature for Algae, Fungi, and Plants* néven) adatbázisát is (iapt-taxon.org).

A DNS alapú besorolás eredményeként még napjainkban is változnak az egyes fajták nevei és a besorolás is. Az ilyen esetekben a publikációknál jellemzően feltüntetik a korábbi és az új nevet és besorolást is. A hibrid nevezéktannal a dolgozatomban nem fogok részletesen kitérni, annyit azonban megemlítek, hogy a változások az orchidea hibrideket is érintették. Tömegtermelés szempontjából a hibridek jelentősége egyre nagyobb még hazánkban is (Seaton, 2022).

2.1.2 Az orchideák morfológiája

Az orchideák az **egyszikűek családjába** tartoznak és a **növekedésükre** jellemző, hogy amint az orchidea szára teljesen kifejlődik már nem lesz vastagabb a növekedés további szakaszában. Ez amiatt van, hogy nincs olyan vaszkuláris kambium, ami ezt a másodlagos növekedés során lehetővé tenné. Az orchideák növekedés irányát tekintve lehetnek **monopodiális** (közalapos elágazású) és szimpodiális (áltengelyes elágazású) orchideák (De, 2020). Amennyiben a növénynek egy fő hajtástengely van (monopodiális) akkor nincs **pseudobulba** (ez egy álhagyma, ami képes a víz és tápanyagok raktározására), új levelek mindig a szár csúcsán fejlődnek ki és a virágszárak általában a levelek hónaljából hajtanak ki. Amennyiben **szimpodiális** orchideákról van szó akkor több növekedési irány is megfigyelhető (nem csak egyetlen növekedési tengely van), ezzel oldalirányú hajtások jönnek létre. Jellemzően virágzást követően megkezdődik az új hajtások növekedése. Sok olyan fajta tartozik ebbe a csoportba, amelyek pseudobulbákkal (álhagymákkal) rendelkeznek (ilyenek a *Cymbidium*, a *Cattleya* és a *Dendrobium* fajták) (Dressler, 1982).

2.1.2.1 Az orchideák gyökérrendszere

Az orchideák gyökérzete jól alkalmazkodott az élőhelyekhez. Mivel az orchideák egyszikűek így egyetlen fajnál sem lehet karógyökeret találni - hajtáseredetű mellégyökérrendszerről beszélhetünk. Az **epifita orchideák** a fák ágain és törzsén megkapaszkodva élnek, ahol a gyökér támasztó szerepe különösen fontos. Az epifiták esetében két gyökértípust különböztetünk meg: az egyik a tapadógyökér a másik pedig a támasztó és rögzítő funkciót is ellátó vastagabb gyökérzet. Az epifita orchideáknak is van **velamen** a gyökerében, ami egy több sejtsoros, szivacsos szerkezetű réteg vagy más néven gyökérburok (R. Eszéki, 2012). Ez a réteg amellet, hogy a gyökér belső részeit megvédi a kiszáradástól és az UV sugárzástól, rövid idő alatt képes a víz felszívására. A boltokban átlátszó cserépben forgalmazott *Phalaenopsis* hibrideken is jól megfigyelhető, hogy a száraz ültetőközegben a gyökérnek szürkés-fehéres, ezüstös színe van – ez a velamennek köszönhetően alakul ki és nedvesség hatására zöld színűvé válik. Érdekes, hogy a légygyökerek amint elérnek egy olyan felületet, amihez rögzülni tudnak, elveszítik korábbi hengeres formájukat és egészen ellaposodnak (De, 2020; Dressler, 1993).

A **talajlakó orchideák** nagy részénél is megtalálható a velamen réteg. Előfordulnak olyan fajok, ahol vastag, húsos gyökereket találunk máshol viszont csak néhány gyökér vastagodik meg és a többi megmarad viszonylag vékonynak. Ezek a megvastagodott, gumó szerű gyökerek alkalmasak a víz és a tápanyag hosszabb ideig történő tárolására. Ennek köszönhető, hogy ezek az orchideák képesek olyan területeken is tartósan fennmaradni, ahol nem minden nap van csapadék. Ezek a gyökerek minden évben megújulnak így miközben az egyik még táplálja a növényt addig az új már növekszik (Dressler, 1982).

2.1.2.2 Az orchideák szára

Az orchideák szára hasonlít más egyszikű növények (így a liliomfélékhez is) szárára. Előfordulnak egészen vékony száruk, de vannak fajták, ahol már-már fás szárat lehet megfigyelni vagy épp, ha a *Vanillát* nézzük akkor egészen rugalmas és hajlékony szárat látunk.

Számos **szimpodiális orchideánál rizómákat találunk**, ahol az első 2-3 internódusz jellemzően még vízszintesen helyezkedik el, általában egészen elfásulnak és vastagok is. Az

ezekből kihajtott **bulbák** jellemzően jól fejlettek és ezekből újabb növekedési irányok alakulhatnak ki (De, 2020; R.Eszéki, 2012).

Egyes orchideáknál a föld alatt gumószárat is találunk, amely már nem csak a tápanyag és víz raktározására alkalmas, hanem vegetatív szaporodásra is képes (ilyen a *Pleione* és *Bletia* nemzetségek). Az orchideák egy nagy csoportja úgynevezett **pseudobulbával** rendelkezik (*Bulbophyllum* félék), ezek lehetnek csak egyetlen megvastagodott internódusból vagy akár több megvastagodott internódusból is, némelyiken még levelek is nőhetnek (Dressler, 1982, R. Eszéki, 2012).

2.1.2.3 Az orchideák levelei

Attól függően, hogy hány vegetációs időszakban használja a növény a leveleit asszimilációra, egészen eltérő levéltípusokkal találkozunk. Vannak növények, mint például a *Phalaenopsis*, ami több vegetációs időszakon át használja leveleit asszimilációra, emiatt azok jellemzően vastagabbak és valamivel merevebbek. Azok a levelek, amelyeket a trópusi és a szubtrópusi orchideák csak egy vegetációs időszakban használnak, jellemzően puhábbak és redőzettek, ezeket minden időszakban növény újra növeszti (R.Eszéki, 2012).

A levelek csoportosítása nem minden szerzőnél egyezik meg de abban megvan az egyetértés, hogy ezeknek a változatos kialakulása a környezeti viszonyokhoz történő alkalmazkodás következménye (Dressler, 1982).

2.1.2.4 Az orchideák virágzata

A legtöbb esetben fűrtvirágzatról (azon belül is egyszerű fűrtről) beszélünk, tehát a főtengelyen, és ha elágazik akkor annak elágazásain rendeződve helyezkednek el. Méretük formájuk és számuk nagyon változatos – jellemzően az adott faj életmódjától és a nemzettségétől is függ.

Az orchideák közel 90 %-nál csak egyetlen termékeny porzó van már. A hímnős virágokra a kétoldali, azaz zigomorf szimmetria (a virág csak egyetlen sík mentén osztható két tükörképszerű részre) jellemző. Kivételek közé tartozik az aszimmetrikus virágzattal

rendelkező *Ludisia*, *Macradenia* vagy épp *Macodes* nemzetségbe tartozó orchideák (Dressler, 1982).

Szintén az *Orchidaceae* családra jellemző ismérveknél említettem a reszupináció jelenségét, mely során elcsavarodik az kocsány és ennek következtében 180°-ban elfordulnak a virágok – a kocsány csavarodik nem a magház. Van olyan ritka példa is, amikor teljes 360°-os elfordulás történik, így az ilyen esetben gyakorlatilag az eredeti helyzetébe visszakerül a virág (Dressler, 1982; R.Eszéki, 2012; De, 2020).

2.1.2.5 Az orchideák magja

Az orchideák magja nagyon kis méretű, porszerű, apró – bár vannak méretben a különböző fajtáknál eltérések, de még így is nagyon kicsinek számítanak. A magok egyáltalán nem is tartalmaznak endospermiumot, ezért a magok csírázása csak meghatározott gombákkal szimbiózisban indulhat meg. Ez az egyik oka annak, hogy steril körülményekre van szükség az orchidea magok csíráztatásához (Dressler, 1982; Knauth, 2008; R.Eszéki, 2012).

Az orchideák magjainak vizsgálatára sajnos nincs széleskörű szakirodalom. A huszadik század második felében több kutatás is folyt erről az Egyesült Államokban, de csak viszonylag kis mintával dolgoztak. Ezekből tudjuk, hogy vannak olyan orchideák, mint például a *Vanilla*, amely magját kemény külső burok veszi körül és sötét fényes színűek. Azonban a legtöbb orchideánál nem túl szívós, inkább papír szerű héja van. Hosszuk 0,3-0,5 mm között mozog szélességük azonban már nagyobb intervallumon mozog (Dressler, 1982; Kauth és munkatársai, 2008).

2.2 In Vitro mikroszaporítás

A mikroszaporítás kezdete a növényi sejtek és szövetek tenyésztésére vezethető vissza, melyekről már az ókorból is vannak írásos emlékek. Igaz ebben az időszakban főleg arról írnak, hogy gyümölcsfák nemesítésénél alkalmazott oltás segítségével csak hasonlót hasonlóra lehet oltani (Jámboriné és Dobránszki, 2025).

A mikroszaporítás nem más, mint a szövettenyésztés vagy más néven *in vitro* szaporítás amely során olyan steril, mesterséges táptalajon nevelik az apró növényeket, amelyekben a

növény növekedéséhez szükséges minden hormon és tápanyag rendelkezésre áll. Emellett biztosítottak a növény növekedéséhez szükséges hőmérséklet, fény, páratartalom viszonyok is (Dudits és Heszky, 1990).

2.2.1 Az *in vitro* mikroszaporítás kialakulása

A sejtelmélet megfogalmazásával a botanikus Mathias Jakob Schleiden és a zoológus Theodor Schwann megalapozta a modern szövettenyésztés alapjait. Feltételezték, hogy a növény sejtekből épül fel és valójában a sejt az élet alapegysége, hiszen ezek a sejtek képesek voltak osztódásra, növekedésre, bizonyos esetekben akár egy teljes szervezetté fejlődésre is (Jámboriné és Dobránszki, 2025).

Az 1900-as évek kezdetén Gottlieb Haberlandt osztrák botanikus izolált növényi sejteket próbált mesterséges táptalajon életben tartani. Annak ellenére, hogy nem sikerült sejtosztódást elérnie, mégis Haberlandt-ot tartják a szövettenyésztés atyjának. A 19. században megjelenik a totipotencia gondolata, amely bizonyításához szükséges ismereteket Haberlandt kísérletei alapozták meg (Laimer és Röcker, 2003; Jámboriné és Dobránszki, 2025).

Hans Hannig (1904) munkássága mérföldkő volt a növényi embriótenyésztés történetében. Kísérleteiben a keresztesvirágúak családjába tartozó fajok – például a retek (*Raphanus sativus*) és a torma (*Cochlearia danica*) – magvaiból izolált embriókat próbált mesterséges táptalajon nevelni. Steril körülmények között, ásványi sókat és szacharózt tartalmazó közegben sikerült életképes, átültethető palántákat előállítania. Ez volt az első bizonyíték arra, hogy a növényi embrió fejlődése a magon kívül, *in vitro* is fenntartható. Hannig kísérletei rámutattak arra, hogy a sikeres embriónövekedéshez magas ozmotikus koncentráció szükséges – az egyszerű ásványi táptalaj önmagában nem elegendő. A kísérletek bebizonyították, hogy csak a szacharóz nagy dózisa biztosította a megfelelő feltételeket (Raghvan, 2003).

Haberlandt tanítványa, a német botanikus Walter Kotte izolált növényi részeket – pontosabban **gyökércsúcsokat** – próbált mesterséges körülmények között fenntartani és tovább növeszteni. Kísérletében a gyökércsúcsok bizonyos ideig képesek voltak életben maradni és növekedni a mesterséges közegben. Bár a növekedés nem volt korlátlan, ez az

eredmény mégis bizonyította, hogy a növényi merisztémák önálló életképességgel rendelkeznek in vitro környezetben.

Kotte kísérletével egy időben az egyesült államokban W.J. Robbins 1922-ben gyökércsúcsok növekedését vizsgálta *in vitro* körülmények között. Kísérletében jól megfigyelhető volt gyökércsúcsok növekedése annak ellenére, hogy még mindig nem volt megoldott a folyamat tartós fenntartása. Robbins kimutatta, hogy a borsó és a kukorica gyökércsúcsai jelentős növekedést mutattak a cukrot tartalmazó oldatokban, míg szénhidrát nélkül csak csekély hosszabbodás történt, másodlagos gyökérképződés nélkül (Robbins, 1922).

Philip R. White (1901–1968) a 1930-as évek elején kezdett kísérletezni növényi szövetekkel és már 1934-ben el is érte első nagy áttörését. Kísérletében képes volt mesterséges táptalajon hosszú távon életben tartani paradicsom gyökércsúcsokat. White kísérlete megmutatta, hogy megfelelően beállított ásványi sók, vitaminok és szénhidrátforrás mellett a gyökércsúcsok gyakorlatilag korlátlan ideig fenntarthatók. Ami talán ennél is fontosabb, hogy White nevéhez fűződik az első, széles körben használt definiált növényi tápközeg kidolgozása (Dudits és Heszky, 1990).

White egyik kortársa *Raymond J. Gautheret (1904-1997)* ebben az időben több fával is is kísérletezett. Gautheret kimutatta, hogy a kalluszkultúrák nemcsak osztódni képesek, hanem bizonyos körülmények között differenciálódhatnak is, például gyökereket fejleszthetnek. Ez a totipotencia gyakorlati igazolása volt (Jámboriné Benczúr és Dobránszki, 205).

Az 1930-as években *Paul Nobécourt (1903–1983)* egyik legjelentősebb hozzájárulása a szövettenyészetek tartósságának vizsgálata volt. Nobécourt kísérletei igazolták, hogy a kalluszkultúrák kvázi „halhatatlanok” lehetnek, ha rendszeresen friss tápanyaghoz jutnak (Dodds és Roberts, 1985).

Albert C. Hildebrandt sejtszuszpenziós kísérleteivel vált ismertté. Olyan kísérleteket végzett, amelyekben kalluszkultúrákból mechanikusan és enzimatikusan felszabadított sejteket próbált szuszpenzióban fenntartani. A módszer lényege az volt, hogy a darabolt kalluszt folyékony tápközegben, folyamatos rázatás mellett tenyésztették. A rázatás segítette a sejtek szétesését kisebb aggregátumokra, majd végül egyedi sejtekre, amelyek szuszpenzióban lebegve osztódni kezdtek (Thorpe, 2007).

Folke Skoog (1908-2001) és Toshio Murashige (1930-2009) neve szorosan összevonódott a növényi szövettenyésztés fejlődésével, és közös munkájuk a modern biotechnológia egyik legmeghatározóbb mérföldkövét jelentette. Együttműködésük megteremtette a világon legszélesebb körben alkalmazott táptalajt, a **Murashige–Skoog (MS) médiumot** (Phillips és Garda, 2019).

Skoog legfontosabb eredményeit a növényi hormonok hatásának vizsgálata során érte el. Munkatársaival az 1940-es–1950-es években kimutatták, hogy a sejtek morfogenezise (gyökér- vagy hajtásfejlődés) nagymértékben függ a közegben jelen lévő auxin és a citokinin arányától. Magas auxin/citokinin arány gyökérbésképződést, míg alacsony arány hajtásbésképződést indukált. Ez a felismerés alapja lett a mai mikroszaporítási és regenerációs technikáknak (Dudits és Heszky, 1990).

A **protoplaszt** a növényi sejt sejtfal nélküli formája, amelyben a sejtet csupán a plazmamembrán határolja. Mesterséges előállítása és vizsgálata alapvető fordulatot hozott a növényi sejttani és biotechnológiai kutatásokban, hiszen lehetővé tette, hogy a kutatók közvetlenül tanulmányozzák a sejtéleti folyamatokat, valamint olyan sejtmanipulációkat hajtsanak végre, amelyek sejtfal jelenlétében nem lettek volna kivitelezhetők.

Az 1970-es években a protoplasztok² jelentősége megnőtt a **szomatikus hibridizáció** kutatásában. A sejtfal nélküli sejtek ugyanis mesterségesen összeolvaszthatók, így olyan kombinációk hozhatók létre, amelyek hagyományos keresztezéssel nem lehetségesek (Dudits és Heszky, 1990). A protoplasztokból kiinduló kutatások nyitották meg az utat a sejtfüziós technikák, a genetikai transzformáció és a modern génszerkesztési módszerek előtt (Dudits és Györgyey, 2017).

A protoplasztok tehát a transzgenikus növények előállításának egyik első és legfontosabb eszközévé váltak. Bár később az ***Agrobacterium tumefaciens*** alapú transzformáció sok esetben hatékonyabbnak bizonyult, a protoplaszt-transzformáció a mai napig meghatározó a kutatásban (Dudits és Heszky, 1990).

² Protoplaszt: a növényi sejt sejtfal nélküli formája, amelyben a sejtet csupán a plazmamembrán határolja (Dudits és Heszky, 1990).

2.2.2 A mikroszaporítás módszerei

A mikroszaporítás (*in vitro* vegetatív szaporítás) a növényi biotechnológia egyik legfontosabb területe, amely során steril körülmények között, mesterséges táptalajon állítanak elő nagy számú, genetikailag azonos növényt. A módszer lehetővé teszi, hogy rövid idő alatt, kis kiindulási anyagból tömegesen állítsanak elő szaporítóanyagot, amely vírusmentes, egészséges és homogén (Allan, 1981).

Dudits és Heszky (1990) alapján a mikroszaporítás módszereinek az alábbi általános lépéseit különböztethetjük meg:

1. **Explantátum kiválasztásánál (ez a kiindulási szerv)** gyakran használt kiindulási szervek a levél- vagy szárrészletek, rügyek, hajtáscsúcsok. Általában a választott növényfaj és a szaporítási cél határozza meg az explantátum típusát.
2. **Sterilizálás és indítás** szakaszban a szöveteket fertőtlenítik, majd tápanyagban és hormonokban gazdag közegre helyezik.
3. **Rügyindukció** szakaszban a citokininek hatására a nyugalomban lévő rügyek aktiválódnak és új hajtáskezdemények jönnek létre, amelyek számát a hormonkoncentráció és a táptápanyag összetétele befolyásolja.
4. **Hajtásmultiplikáció** szakaszában az új hajtásokat leválasztják és friss táptalajra helyezik. Ez a folyamat ismételhető, így exponenciálisan növelhető a hajtások száma.
5. **Gyökereztetés** szakaszban az erőteljes hajtásokat auxinban gazdag táptalajra helyezik, hogy gyökereket fejlesszenek.
6. **Akklimatizáció** szakaszában a gyökeres palántákat fokozatosan hozzászoktatják az üvegházi, majd szükség esetén a szabadföldi környezethez.

2.2.2.1 Merisztéma – rügyindukció és hajtáskultúra

A merisztéma (osztódó szövet) - és hajtáskultúra mikroszaporítás során a növény fiatal, osztódó sejtjeit tartalmazó szöveteiből, mint például a hajtáscsúcs, indul ki a szaporítás. Az eljárás különösen jelentős a dísznövények, gyümölcsfák, zöldségnövények és szántóföldi kultúrák vírusmentes és homogén szaporítóanyagának előállításában (Allan, 1981).

A módszer azon a felismerésen alapul, hogy a növényi szervezetekben található **merisztématis sejtek** hormonális hatásra képesek új hajtásokat fejleszteni. A folyamat kulcsa a **citokininek** és **auxinok** arányának szabályozása (Dudits és Heszky, 1990). Amit itt fontos megjegyezni az a következő:

- magas **citokinin**-szint serkenti az **új hajtáskezdemények** és rügyek kialakulását,
- mérsékelt **auxin**-szint elősegíti a hajtások növekedését, de gátolja a gyökérindukciót.

2.2.2.2 Szomatikus embriogenezis

A szomatikus embriogenezis (SE) olyan **in vitro folyamat**, amely során **szomatikus sejtekből** jönnek létre embriók, megkerülve a szexuális szaporodás lépéseit, ahol a folyamat egy sejtől indul meg (Dudits és Heszky, 1990). Ez lehetővé teszi, hogy a növények egyetlen sejtől, teljesen mesterséges körülmények között regenerálódjanak. A folyamat nagy jelentőségű mind az alap kutatásban (embriogenezis, sejt differenciálódás, totipotencia vizsgálata), mind az alkalmazott kutatásban (mikroszaporítás, növény nemesítés, géntechnológia). A folyamat központi jellemzője a **totipotencia** aktiválása, amelyhez a sejteknek át kell programozniuk génexpressziós mintázataikat (Elhiti és munkatársai, 2013).

2.2.2.3 Kalluszkultúra és organogenezis

A kiindulási szövetet (levél, szár, gyökér darab) auxin–citokinin kombináció hatására osztódásra készítetik, így sejttömeg (kallusz) képződik, amely mérete a folyamatos sejt osztódásnak köszönhetően növekszik. A kalluszból megfelelő hormonális egyensúly beállításával gyökerek és hajtások indukálhatók – ez már maga az organogenezis. Ezt a módszert rendszeresen alkalmazzák dohány, gabonafélék, zöldségek kutatásban és nemesítésben Allan (1981).

2.2.2.4 Haploid növények előállítása

A haploid növények olyan egyedek, amelyek csak az egyszeres kromoszómakészletet (n) hordozzák, szemben a diploid szervezetekkel ($2n$). A haploid technikák jelentősége abban áll, hogy lehetővé teszik teljesen homozigóta vonalak (dupla haploidok) gyors előállítását,

amelyek a növénynemesítésben nélkülözhetetlenek. A hagyományos nemesítésben több generáció szükséges a homozigótáság eléréséhez, míg a haploid növényekből kiindulva ez egyetlen lépésben, kromoszóma-duplázással megoldható (Dudits és Heszky, 1990).

2.2.2.5 Szomatikus sejtuszuszenzió és bioreaktoros szaporítás

A szomatikus (vegetatív eredetű) sejtek embrió-szerű struktúrákat hoznak létre, amelyek ugyanúgy fejlődnek növényé, mint a zigótából létrejövő embriók. A kalluszból kiinduló sejtömeget folyékony táptalajban tartják fenn, amelyet folyamatosan mozgatnak. A folyamat jól automatizálható, nagy mennyiségű alapanyag nyerhető. Felhasználása általában az ipari szaporítás (pl. fenyők, olajpálma), valamint másodlagos anyagcseretermékek (alkaloidok, illóolajok) előállítására miatt jelentős (Bhojwani és Razdan, 1983).

2.2.2.6 Magok csíráztatása

Vannak olyan növények, mint az orchideák is, amelyek magjának csírázásához a természetben valamilyen obligát kapcsolat szükséges. Az ilyen esetekben a mag nem képes a csírázásához szükséges anyagok előállítására. Ez az oka annak, hogy szükséges egy másik szervezet, amely biztosítja a csírázáshoz szükséges anyagok előállítását. Ebből adódóan az ilyen típusú maggal rendelkező növényeknél a mikroszaporítás jó eredményeket mutat (Allan, 1981).

2.3 Orchidea félék szaporítására használható módszerek

Az orchideafélék szaporítására többféle módszert alkalmaznak, amelyeket két nagy csoportra oszthatunk: hagyományos (*in vivo*) módszerek és biotechnológiai (*in vitro*) módszerek.

2.3.1 Hagományos szaporítási módszerek

A vegetatív szaporítás lényege, hogy a növény testének valamely részéből (hajtás, rizóma, pseudobulb, sarj, levél stb.) új, önálló egyed fejlődik. Ez a jelenség a **totipotencia** elvén alapul, mely szerint minden növényi sejt genetikai állománya képes egy teljes szervezet

kialakítására, ha a megfelelő környezeti és hormonális feltételek adóttak. Az orchideák esetében ez különösen jól kihasználható, mivel hajtásaik és gyökereik gyakran rendelkeznek rügyekkel. Ennek köszönhetően kedvező körülmények között új növény képzésére képesek (Dressler, 1982).

2.3.1.1 Magvetés természetes körülmények között

Amennyiben a megfelelő gombák jelenléte biztosított, úgy a csírázás is megindulhat. Az orchidea magok a természetben csak mikorrhizás gombákkal együtt képesek csírázni. A gyakorlatban nehéz biztosítani, hogy csak olyan gombák legyenek jelen a csírázásnál, melyek az orchidea mag csírázását nem segítik és nem hátráltatják. Emiatt nagy a kockázata annak is, hogy a magok nagy része egyáltalán nem is fog csírázni. (Dressler, 1982).

2.3.1.2 Vegetatív szaporítás

Vegetatív szaporítás esetén az alábbi módszereket szokták alkalmazni:

- 1 A legismertebb és legősibb vegetatív szaporítási módszer a **tőosztás**, amelyet főként a szimpodiális növekedésű orchideáknál (pl. *Cattleya*, *Cymbidium*, *Oncidium*, *Dendrobium*) alkalmaznak. Ezeknél a fajknál a növény vízszintesen kúszó rizómát fejleszt, amelyből időről időre új hajtások és pszeudobulbák törnek elő. A tőosztás során a rizómát több részre vágják úgy, hogy minden darabon legyen legalább 3–4 egészséges pszeudobulba és egy aktív rügy. Az így kapott részeket külön cserepekbe ültetik. A módszer előnye, hogy viszonylag egyszerű, eszközigénye alacsony, és a kapott növények hamarosan virágzóképesek lehetnek. Hátránya azonban, hogy egy alkalommal viszonylag kevés új növény nyerhető (Tiwari és Chen, 2023).
- 2 **Sarjak és oldalhajtások leválasztásával**: számos orchideafaj természetes úton növeszt sarjakat (offshoot) vagy keikiket (hawaii szó, jelentése: „kisgyermek”). Ez különösen gyakori a monopodális növekedésű nemzetségekben, mint például a *Phalaenopsis*. Nem ritka a *Dendrobium*oknál sem, hogy a felnőtt növények egyszerre több sarjat is hoznak. A keiki az anyanövény szárán, a levélhólyagból vagy a virágszáron alakul ki. Eleinte leveleket, majd gyökereket hoz. Amikor a gyökerek már

3–5 cm hosszúak, a keiket steril késsel leválasztják, és külön cserepbe ültetik (Dressler, 1982).

- 3 **Hajtásdugványozás** néhány indás, hosszú hajtásokat nevelő orchidea (pl. *Epidendrum*, *Vanilla*) esetében a hajtások levágott részeit dugványként használják fel. A hajtásdarabokat nedves tőzegmohába vagy steril tápanyagba helyezik, ahol azok gyökereket és új hajtásokat hoznak. (Tan és Chin, 2015).

2.3.2 *In vitro* szaporítási módszerek

Napjainkban nem csak a tudományos kutatási célú orchidea szaporítás, hanem a nagyüzemi orchidea dísznövény előállítás is *in vitro* technológiával történik. Hátránya lehet, hogy a folyamat technológiához kötött, költséges és speciális szakértelmet igényel. Emellett néhány módszer esetében a túlzottan hosszan fenntartott kultúrákban előfordulhat szomaklonális variáció (genetikai változás), ami a genetikailag instabil diploid sejtek miatt történik (Dudits és Heszky, 1990).

2.3.2.1 Aszimbiotikus magtenyésztés

Az orchideák magjai a legapróbbak közé tartoznak a növényvilágban: mindössze néhány sejtből állnak, és nem tartalmaznak tápanyag raktárat (endospermiumot). A természetben a csírázásuk a mikorrhiza gombák segítségével lehetséges, amelyek szerves anyagokkal látják el az embriót. A termesztésben azonban a gombafüggőség bizonytalanná teszi a folyamatot, ezért Knudson 1922-ben kifejlesztette az aszimbiotikus magtenyésztést, amely steril, szénhidrátokat (pl. szacharóz) és ásványi sókat tartalmazó táptalajon történik. A folyamat során a felszíni fertőtlenítést követően a magokat steril körülmények között táptalajra helyezik, ahol a csírázás gombapartnerség nélkül indul meg. A mag először ún. protocormmá alakul, amelyből később hajtás és gyökér differenciálódik (Tiwari és Chen, 2023).

2.3.2.2 Merisztéma- és hajtáskultúra

A merisztéma- és hajtáskultúra az orchideák *in vitro* klonális szaporításának legelterjedtebb módja. Lényege, hogy a növény hajtáscsúcsát, oldalrügyét vagy levélhónaljából származó apró merisztéma-darabokat steril körülmények között mesterséges táptalajra helyezik. A merisztéma sejtek intenzív osztódásra képesek, ezért a kultúrában új hajtások képződnek. Ezek tovább darabolhatók, így exponenciálisan növelhető a hajtások száma. Végül gyökereztetve és akklimatizálva önálló növényekké fejlődnek (Tiwari és Chen, 2023).

A merisztéma- és hajtáskultúra napjainkban a *Phalaenopsis*, *Cymbidium* és *Dendrobium* hibridek tömegtermesztésének alapja, mivel gyors, biztonságos és ipari méretekben is jól skálázható technológia.

2.3.2.3 Kalluszindukció és organogenezis

A kalluszindukció során a növény valamely vegetatív részéből (pl. levél, gyökér, pseudobulba) steril körülmények között szövetdarabokat helyeznek táptalajra. Ezt a mintát, növényi hormonokkal (auxinok, citokinin) egészítik ki. A hormonális egyensúly hatására a sejtek elveszítik eredeti differenciáltságukat és kalluszsövetet hoznak létre. Ez egy amorf, osztódó sejtömeg, amely a megfelelő körülmények között képes organogenezisre, azaz új szervek (hajtások, gyökerek) kialakítására. Az organogenezis kétféle lehet: direkt, amikor a hajtások közvetlenül a kiinduló szövetből fejlődnek ki, illetve indirekt, amikor a kalluszon keresztül történik a regeneráció (Dudits és Heszky, 1990).

2.3.2.4 Szomatikus embriógenézis

A szomatikus embriogenezis az egyik legmodernebb és legdinamikusabban kutatott *in vitro* szaporítási módszer. Lényege, hogy a növény szomatikus sejtjei bizonyos hormonális és környezeti ingerek hatására embriókká alakulnak, amelyek morfológiailag és fejlődési szempontból a zigotikus embriókra hasonlítanak. Ezek az ún. szomatikus embriók képesek teljes növénygé fejlődni (Dudits és Heszky, 1990).

2.4 Orchidea szaporításnál leggyakrabban használt táptalaj típusok

Az *in vitro* technológiák, különösen a szövet- és sejt-tenyésztés, új lehetőséget teremtettek az orchideák csíráztatására és tömeges mikroszaporítására. Ennek kulcsa a megfelelő táptalaj kiválasztása.

2.4.1 Knudson C-táptalaj

Az orchideák *in vitro* szaporításának történetében mérföldkőnek számít a Knudson C-táptalaj megalkotása, amely először tette lehetővé az orchideamagvak szimbionta gombák nélküli csíráztatását. A táptalaj megalkotója Lewis Knudson amerikai botanikus volt, aki 1922-ben publikálta kutatási eredményeit „*Nonsymbiotic germination of orchid seeds*” című tanulmányában. Ezzel a felfedezéssel forradalmasította nemcsak az orchideák, hanem általában a dísznövények és trópusi növények mikroszaporításának módszertanát is. A Knudson C-táptalaj alapját egyszerű szervesetlen sók, foszfátok, nitrátok, valamint szacharóz alkotta, melyet agar segítségével szilárdítottak meg (Knudson, 1922).

2.4.2 Vacin és Went (1949) – az epifita orchideák optimalizálása

A Vacin és Went (1949) által kidolgozott táptalaj különleges helyet foglal el, mivel elsőként alkalmazott kifejezetten az epifita orchideák igényeire szabott tápanyag-összetételt. Ez a közeg a korábbi Knudson C-formulákra épült, de azokhoz képest finomított ionarányokat és gazdagabb mikroelem-készletet biztosított, elősegítve a hajtás- és gyökérbérbérbé, valamint a hosszabb távú, egészséges növekedést a különösen érzékeny epifita fajok esetében (Tiwari és Chen, 2023).

Vacin és Went 1949-ben publikálták közös tanulmányukat, amelyben az epifita orchideák tápanyagfelvételét vizsgálták, majd ehhez igazítva megalkották az ún. VW-táptalajt (*Vacin and Went medium*). A cél egy olyan mesterséges közeg létrehozása volt, amely stabil pH-t és ionegyensúlyt biztosít, valamint elősegíti a gyökérbérbérbé és a zöld, fotoszintetikus aktív hajtások kialakulását (Arditti, 1998).

2.4.3 Heller mikroelemes oldata (1953) – a sejtnövekedés finomhangolása

A francia **René Heller** 1953-as kutatása az első volt, amely a növényi szövetek tápanyagigényét kvantitatív módon elemezte. A Heller-oldat előzménye a korábbi Knop- és Knudson-féle tápoldatokra vezethető vissza. Ezek a táptalajok elsősorban makroelemeket (nitrogén, foszfor, kálium, kalcium, magnézium) tartalmaztak, és kevésbé vették figyelembe a mikroelemek – például vas, mangán, cink, bór, molibdén és réz – létfontosságú szerepét. Heller felismerte, hogy a növényi sejtek életfolyamataihoz nemcsak nagy mennyiségű tápanyag szükséges, hanem pontos ionegyensúly, amely biztosítja az enzimek aktiválását, a membránok stabilitását és az oxidációs–redukációs folyamatok szabályozását (Arditti, 1998).

Gyakran kombinálták más alapközeggel, például a Knudson C vagy Vacin–Went formulákkal, így született meg a Knudson–Heller és VW–Heller médium, amelyet mindmáig alkalmaznak az orchidea *in vitro* tenyészetekben (Yam és Arditti, 2017).

A szakdolgozatomban bemutatott kísérletnél is használtunk Heller-mikroelemes oldatot az orchideatáptalaj összeállításánál.

2.4.4 Murashige–Skoog (MS) táptalaj (1962) – az *in vitro* növénytenyésztés alapja

MS táptalaj az *in vitro* növénytenyésztés leggyakrabban használt táptalaja. Az MS-táptalaj egyik legfontosabb újítása a magas ionkoncentráció volt. A nitrát- és ammóniumionok mennyisége többszöröse a korábbi Knudson- és Heller-féle oldatokénak. Ez a kombináció biztosítja az optimális sejtosztódást és a fehérjeszintézishez szükséges nitrogénellátást. Az MS-közeg gazdag káliumban és kalciumban is, amelyek a sejtfa stabilitását és az ozmotikus egyensúlyt segítik elő. MS-táptalaj széles körben alkalmazható, de a különböző növényfajok és szövetek igényeinek megfelelően gyakran módosítják. (Tiwari és Chen, 2023).

3 ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

Ebben a fejezetben a kísérlethez használt orchideákkal kapcsolatos információkról és a kísérlethez használt módszerekről írok.

3.1 A kísérletben használt orchideák bemutatása

A kísérlet során az alábbi orchidea fajok magjai kerültek táptalajra: *Phalaenopsis* hibrid, mely a kiskereskedelemben is kapható tömegtermékek egyike, csomagolás alapján nem derült ki, hogy mi a neve. Szintén a *Phalaenopsis*sokhoz tartozó *Doritis pulcherrima* magokat is használtam. A második orchidea faj a *Paphiopedilum Pinocchio 'Green'* hibrid.

3.1.1 *Phalaenopsis* - lepkeorchidea

A *Phalaenopsis* nemzetség az orchideafélék (*Orchidaceae*) családján belül a spárgavirágúak (*Epidendroideae*) alosztályába tartozik. A nemzetség egyébként a *Vandae* nemzetség csoporthoz része (Dressler, 1982). A *Phalaenopsis* az egyik legismertebb és gazdaságilag az egyik legnagyobb jelentőségű orchidea. Gyakran nevezik **lepkeorchideának** vagy **pillekosbornak**, mivel a virágok alakja a repülő lepkékre emlékeztet. A nemzetség mintegy 92 fajból áll, és emellett több mint 34 000 hibrid ismert, amelyek dísznövényként világszerte elterjedtek. Ami érdekes, hogy a hibrid növények előállítására csak 18 *Phalaenopsis* fajt alkalmaznak (Chen és munkatársai, 2024).

A *Phalaenopsis* fajok többsége Délkelet-Ázsiából, a Fülöp-szigetektől, Új-Guineáról és Észak-Ausztráliából származik. Trópusi esőerdőkben élnek, ahol **epifitaként** a fák kérgén telepednek meg, de előfordulnak **litofita** formák is, amelyek sziklákon nőnek. A növények **monopodiális növekedésűek**, gyökérzetük vastag, húsos, zöldes színű, és képes a levegőből is nedvességet és tápanyagot felvenni (Seaton, 2022).

Mind a természetben előforduló botanikai fajok mind a hibridek otthoni körülmények között is általában könnyen tarthatók, környezeti igényeiket egy átlagos háztartásban is már biztosítani lehet. Szeretik a világos helyeket, azonban a direkt napfényben a leveleik könnyen megégnek így figyelmet kell fordítani az árnyékolásukra. A lepkeorchideák számára a 20-25 °C az ideális hőmérséklet és kedvelik a magas páratartalmat. Olyan helyeken, ahol a páratartalom

a 75-80%-ot is eléri, lehet egyszerűen szabadgyökeresen egy kéregre vagy műanyag elemre rögzítve felfüggesztve tartani, azonban a leggyakoribb az átlátszó műanyag cserépben fakéreg, tőzegmoha és kertészeti szén keverékbe ültetve tartás. (Seaton, 2022, pp. 104-106)

A virágok zigomorf szimmetriát mutatnak, központi elemük a **labellum (mézajak)**, amely a beporzó rovarokat vonzza. A porzók polliniává (virágor csomóvá összeállva) tömörülnek, amelyek megkönnyítik a beporzást (Molnár, 2011).

3.1.2 *Paphiopedilum* – papucsorchidea

A *Paphiopedilum* fajok Délkelet-Ázsiában őshonosak, főként Indiától a Fülöp-szigetekig, Kínától egészen Új-Guineáig. Természetes élőhelyük változatos, ezért előfordulnak mészkősziklák repedéseiben, erdők aljnövényzetében, illetve talajlakó formában is.

Epifita faj kevés van köztük, többségük talajlakó, vagy **litofita** (sziklákon élő). Közeli rokonai a *Cypripedium*, *Phragmipedium* és *Selenipedium* nemzetségek, mindegyikre jellemző a papucs alakú ajak (labellum). A *Phalaenopsis*hoz hasonlóan a tűző napot nem viseli jól, közepes fényigényű növény és néhány faj a 13-25°C közötti tartományban érzik jól magukat, de ez a fajta függően eltérhet, vannak meleg és hűvös igényűek. Jó laza vízáteresztő közegnem a pangó víz kerülésével lehetőleg 50%-nál magasabb páratartalomban érdemes tartani, általában tavasszal és nyáron virágoznak. Mivel talajlakó orchideának tekinthető a gyökérzete az epifitáktól jelentősen eltér, viszonylag rövid és húsos, szőrökkel borított gyökerei vannak (Seaton, 2022).

Magyar kiskereskedelemben jellemzően a *Paphiopedilum gratrixianum* viszonylag sok helyen megtalálható és minden más botanikai fajtát már az orchideákra is szakosodott kertészetekben és ezek honlapján lehet elérni. A *Paphiopedilum gratrixianum* lakásban jól tartható és az új hajtások számának gyors növekedésének köszönhetően népszerű és látványos növény. Mivel virágai nagyok és látványosak emiatt még napjainkban is gyakran használják hibridek kialakításához.

1. kép: *Paphiopedilum gratrixianum* (saját növény, saját kép)



A *Paphiopedillumok* a *Phalaenopsisoktól* eltérő ültetőközeget igényelnek. Tömörebbnek kell lennie az ültetőközegnek ezért szabadgyökeresen ezek egyáltalán nem tarthatóak. Ezzel szemben a *Phalaenopsisoknál* nem ritka a szabadgyökeres tartás, jellemzően egy kéregre, parafalapra vagy épp egy műanyag elemre rögzítve. A *Paphiopedilum* nem szereti, ha az ültetőközeg teljesen kiszárad így nagyobb figyelmet igényel a növények locsolása.

A kísérlet során *Paphiopedilum Pinocchio 'Green'* hibrid orchidea magja került a táptalajra. Ezt a hibridet az 1970-es években regisztrálták és a *Paphiopedilum glaucophyllum* (beporzott növény) valamint a *Paphiopedilum primilinum* (beporzó növény, ezt a pollent használták a *P. glaucophyllum* beporzására) 50-50%-os keresztezéséből hozták létre (orchidroots.com). A 2. képen a *Paphiopedillum* Pinocchio két változata látható, ahol a kép jobb oldalán világos rózsaszínű, míg a bal oldalon a sárgás-zöld színű Pinocchio Green virág látható.

2. kép: Bal oldalon *Paphiopedilum Pinocchio Green* és jobb oldalon *Paphiopedilum Pinocchio* (saját növények, saját kép)



Az elmúlt évtizedekben a *Paphiopedilum* hibridek is tömegesen jelentek meg a kiskereskedelemben is, már nem csak a gyűjtők körében ismert és kedvelt virágok. Leginkább az amerikai hibridek népszerűek Magyarországon is, ezeknek a hibrideknek egy száron csak egyetlen virága van, de annak mérete 15-20 cm között méretet is elérheti.

Virága 5-6 hétig megmarad. Nem olyan tartósak a virágok, mint a *Phalaenopsis* hibrideknél, azonban sokkal látványosabbak, főleg, ha több virágzó tövet ültetnek egy cserépbe. A 3. számú képgyűjteménynél néhány saját *Paphiopedilum* hibrid kép segítségével szeretném bemutatni, hogy mind szín mind forma tekintetében milyen változatos hibridek alakíthatóak ki. Ez egyben lehetőséget is biztosít a termesztőknek, hogy alkalmazkodni tudjanak a változó piaci igényekhez.

3.2 Orchidea félék szaporodásbiológiájának sajátosságainak rövid összefoglalása

Az orchideafélék (*Orchidaceae*) szaporodásbiológiája számos sajátosságot mutat, amelyek a család evolúciós sikerének és rendkívüli fajgazdagságának alapjai. Sajátos evolúciós stratégiájuknak köszönhetően meghatározott beporzókra specializálódtak. A mikorrhiza-függő csírázásuk bár kockázatos, de úgy tűnik, hogy mégis sikeres. A magvak nagy számából

és porszerűen apró méretükből adódóan széllal nagy távolságokra is eljuthatna. Amennyiben a megfelelő gomba partner rendelkezésre áll, úgy képes lehet akár új élőhelyek meghódítására is.

Mivel az orchideák virágai zigomorfak³ ezért megfigyelhető, hogy általában porzó és bibe szinte teljesen egybe nőtt, ami egy különleges szerkezetet ad az orchidea virágoknak. A pollenszemcsék nem szabadon, hanem tömör, viaszzerű tömbökben (pollínium) fordulnak elő. Ezeket a beporzók (például rovarok, madarak) egyszerre viszik át egyik virágról a másikra.

Az orchideákra jellemző a késleltetett megtermékenyítés. A beporzás és a tényleges megtermékenyítés között hetek is eltelhetnek. Ennyi idő alatt a magház megduzzad és a petesejtek kifejlődnek. Ez a stratégia energiát takarít meg, hiszen csak akkor fektet a növény jelentős erőforrást a magok kialakításába, ha valóban sikeres volt a beporzás. Az orchidea mag rendkívül kicsi és endospermiumot egyáltalán nem is tartalmaz. Az embrió néhány sejtből áll, így a csíranövény önállóan nem tud tápanyaghoz jutni. Emiatt a mag csírázásához elengedhetetlen a szimbiotikus kapcsolat gombákkal (mikorrhiza), amelyek szerves tápanyagokat biztosítanak a fejlődő protokorm számára. Ez a sajátosság teszi lehetővé, hogy az orchideák hatalmas mennyiségű apró magot szórjanak szét, növelve az elterjedési esélyt, bár a csírázás rendkívül szelektív (Phillips és munkatársai, 2019).

A generatív szaporodás mellett a számos orchidea képes vegetatív úton is terjedni, amit új sarjakkal (keiki) vagy épp álhagymákkal old meg. Ez biztosítja a növény számára, hogy genetikai állandósága mellett képes a populációját is fenntartani.

3.3 Táptalaj készítés

Témavezetőm Dr. Szőke Antal javaslatára a táptalajokat a magok táptalajra helyezése előtt legalább egy héttel elkészítettük. Ennek oka, hogy ha valamelyik lépésnél hibát vétek és elfertőzőm a táptalajt, akkor az már a magok táptalajra helyezése előtt láthatóvá válnak így ezeket nem is kell használni. Volt néhány minta, ami elfertőződött – időbe telt mire megszoktam, hogy nem szabad semmilyen eszköz felett átnyúlni amíg a lamináris fülkében dolgozom.

³ Zigomorf: kétoldali szimmetriát mutatnak, egyetlen szimmetria síkkal rendelkeznek (R.Eszéki, 2012).

3.3.1 Táptalaj recept

A kísérletben használt táptalajhoz a receptet az ELTE Fűvészkert munkatársától R. Eszéki Eszter PhD-től kaptuk és az elkészítés során ezen nem változtattunk. Az 1.táblázatban az 1000 ml táptalajhoz szükséges mennyiségek vannak felsorolva. A trópusi fajokhoz használt receptnél a táptalaj pH-ja 5,0-5,2 közötti. Az itt bemutatott receptből több alkalommal készítettünk táptalajt.

A táptalajhoz kimért alapanyagokat a laborban előállított desztillált vízben oldottuk fel. Az elkészítésnek ebben a fázisában még nem szükséges a steril eszközök használata.

1. táblázat: Táptalaj recept trópusi orchideákhoz (forrás: saját szerkesztés, R. Eszéki Eszter PhD-től kapott recept)

Alapanyag	Mennyiség 1000 ml táptalajhoz
Ca(NO ₃) ₂ X 4H ₂ O	0,5g
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,25g
NH ₄ NO ₃	0,5g
KH ₂ PO ₄	0,25g
MgSO ₄ X 7H ₂ O	0,25g
NAFe EDTA	30mg
Heller-mikro	1ml
agar	6g
szacharóz	20g
Yeast extract	250mg
Polibé	50mg
mezoinozit	100mg
NES	0,5mg
IVS	0,5mg

A trópusi orchideák receptjében megjelölt Heller-mikro (vas nélküli) receptet a 2. táblázat alapján kell készíteni. Bemérésnél figyelni kell arra, hogy 1000 ml táptalajhoz adjunk 1 ml Heller-mikroelem oldatot. Itt fontos megjegyezni, hogy a Heller féle mikroelem oldat

és az MS oldat együtt meghozta az orchidea mikroszaporításában azt az áttörést, ami lehetővé tette a tömeges szaporítást.

2. táblázat: Heller-mikroelem recept (forrás: saját szerkesztés: R. Eszéki Eszter PhD-től kapott recept)

Alapanyag	Heller g/l
ZnSO ₄	1,00
H ₃ BO ₃	1,00
MnSO ₄ x 4H ₂ O	0,10
CuSO ₄	0,03
AlCl ₃	0,03
NiCl ₂	0,03
KJ	0,01

3.3.2 Táptalaj elkészítése

Az 1.táblázatban megjelölt alapanyagokat 500 ml táptalaj elkészítéséhez olyan analitikai mérleg segítségével mértem ki, mely képes 0,1 mg pontossággal is mérni. Ezeket egy Erlenmeyer lombikba öntöttem. Ezt követően a laborban előállított desztillált vizet hozzáadtam úgy, hogy a lombikban 480 ml körüli folyadékmennyiségnél ne legyen sokkal több. Ennek oka, hogy az oldat pH értékét a keverés során folyamatosan mérni kell és figyelni arra, hogy a pH 5,0-5,2 közötti értékhatáron belül maradjon. Ehhez a laborban rendelkezésre álló 1 mol-os nátrium hidroxid és 1 mol-os sósav oldattokat használtam.

Miután az oldat pH-ja állandósult az 5,0-5,2 tartományban a lombikot közforgalomban is kapható alumínium fóliával (alufólia) letakartam és a forrásban lévő vizet tartalmazó kuktába helyeztem. Ezt követően a kukta lezárása után minimum 20-25 percig tartottam a lombikot a forrásban lévő vízben – ez idő alatt a hőkezelésnek köszönhetően a lombikban található levegő és folyadék is steril lesz.

A fent említett idő elteltével a kuktából – amit sterilizálónak használunk – egy hőálló kesztyű segítségével kivettem a lombikot. Ezt követte a hűtés, mely során egy hideg vízzel

töltött edényben körkörös mozdattal lassan hűtöttem a táptalajt. A cél az, hogy még a zselésedés előtt a táptalajt a steril petricsészékbe helyezzük és lezárjuk. Arra figyelni kell, hogy a kuktából kivett lombikban steril anyag van, így a hűtés végeztével minden más lépést már a lamináris fülkében kell elvégezni.

Miután a táptalaj meghűlt annyira, hogy már kiönthetjük a tárolóedényekbe, átmegyünk a lamináris sterilizáló fülkéhez és ellenőrizzük, hogy az UV lámpa le legyen kapcsolva. Berakjuk a munkatérbe a lombikot, fertőtlenítjük a kezünket és megkezdődik a táptalajok petricsészébe öntése. Figyelni kell, hogy a lombikot lezáró alufóliát úgy távolítsuk el, hogy ne nyúljunk át a nyitott lombik felett. Ez igaz arra is, hogy amikor a petricsészék tetejét eltávolítjuk akkor azt úgy tegyük, hogy a petricsészék felett ne nyúljunk át. Minden petricsészét körülbelül félig töltöttem táptalajjal, majd a fedelét rátéve kiskereskedelemben is kapható frissen tartó fóliával (folpack) körbe betekertem – ezeknek a gyártásuk során a technológiából adódóan a belső részük steril. Amennyiben frissen tartó fóliát helyezünk fel a petricsészére, akkor a petricsészék mozgatása során sem jut szennyeződés a táptalajra.

Mikor végeztünk a táptalajt tartalmazó edények lezárásával a petricsészéket egy dobozba rakva olyan helyen tároljuk, ahol folyamatosan ellenőrizni lehet, hogy fellépett fertőzés vagy sem. Ezeket még nem kell klimatizált szobában tartani. Amennyiben egy hét elteltével a táptalajokon nem látszik elváltozás akkor feltételezhetjük, hogy nem fertőztük el és megkezdődhet az orchideamagok táptalajra helyezése.

4 EREDMÉNYEK

A kísérletben felhasznált orchidea magok beporzása 2023. szeptemberében történt. A magtokok beérése a *Phalaenopsis*oknál 6-7 hónapot, míg a *Paphiopedillum*nál 7-8 hónapot vett igénybe. Mindegyik növényen több virágot poroztam be egy időszakban, azonban a virágok kinyílása között eltelt néhány nap, így a magtokok beérése között is volt egy kis eltérés. A magokat ezt követően a hűtőben tároltam amíg táptalajra nem kerültek.

A kísérlethez szükséges eszközöket és a táptalajra helyezett minták tárolását a MATE Gödöllő campuson, a Genetika és Genomika Tanszék laborja biztosította.

4.1 Orchideamagok fertőtlenítése

A kísérlet során két módszerrel is sterilizálásra kerültek az orchidea magok. Az egyik esetben a magtok még zöld volt és nem hasadt szét, így a magtokban lévő magok steril környezetben maradtak. Ebben az esetben csak magát a magtokot kellett sterilizálni. A másik esetben addig vártunk, míg a magtok kihatott és az orchideamagokat ki lehetett rázni egy kis petricsészébe.

Abban az esetben, amikor még a ki nem hasadt magtok került fertőtlenítésre, a következő lépéseket kellett követni – ettől kezdve minden lépést a lamináris fülkében kell elvégezni. Ennek a módszernek a kezdete előtt a csipeszeket és pengéket még a magtok sterilizálása előtt alkoholba mártás után nyílt lángon kellett leégetni. Ezt követően a steril csipesszel a magtokot hipóba helyezve 2-3 perc áztatást követően 10 percig alkoholban is áztatni kellett. Ezt követően a steril pengével és egy steril csipesszel lehet a magtokot felválni és a magokat egy steril pengével a korábban elkészített táptalajra helyezni.

A felhasadt magtokokból származó orchideamagok fertőtlenítéséhez két módszert használtunk. Az egyik esetben szűrőlapokra helyezve (ezt még a sterilizálón kívül meg lehet oldani) a lapot összehajtva egy petricsészén a sterilizálóba visszük. Ezt követően annyi hidrogén-peroxidot öntünk egy steril üvegedénybe, hogy abba teljesen elmerülhessen az összehajtott lap. A steril csipesz segítségével 5 percig tartjuk a hidrogén-peroxidban. Ezután a sterilizálóban egy steril vizet tartalmazó üvegedényben 1 percig áztatjuk majd ezt követően

egy steril petricsészére helyezük a magokat tartalmazó lapot és steril csipeszek segítségével felbontva a fertőtlenített magok már egy penge segítségével táptalajra helyezhetőek.

A már felhasadt magtokokból származó orchideamagok fertőtlenítésének másik módszere a hipóban majd alkoholban áztatás. Ehhez ez előkészület a hidrogén-peroxiddal történő fertőtlenítéshez hasonlóan azzal kezdődik, hogy a magokat egy szűrőlapra helyezve abból egy kis háromszög formájú csomagot hajtunk össze még a sterilizáló fülkén kívül. Ezt követően a sterilizálóba visszük és az ott tartott sterilizált csipesszel megfogva 2-3 percet először hipóban áztatjuk majd ezt követően 10 percet alkoholban. Ezután steril vízben leöblítjük és egy steril petricsészére helyezve steril csipeszekkel kinyitjuk. A magokat ettől kezdve egy steril pengével már a táptalajokra juttathatjuk.

A kísérlet folyamán azt tapasztaltuk, hogy a fertőtlenítés módszere nem befolyásolta a táptalajra helyezett magok csírázását, így a kísérletben használt orchideafajtáknál a későbbiekben már csak egy módszerrel fertőtlenítettünk attól függően, hogy felhasadt magtokból származó magokkal vagy a még fel nem hasadt magtokkal dolgoztunk.

4.2 Orchidea mag táptalajra helyezése

Az 3. fejezetben bemutatott táptalaj készítést követően, amikor már eltelt legalább egy hét és megbizonyosodtunk arról, hogy a táptalaj nem fertőzött, akkor megkezdődhet az orchidea magok táptalajra helyezése. Ehhez első lépésként a lamináris sterilizáló fülkébe helyezük azokat az eszközöket, amelyek a 3. fejezetben leírt fertőtlenítéshez szükségesek és betesszük a steril táptalajokat tartalmazó petricsészéket is.

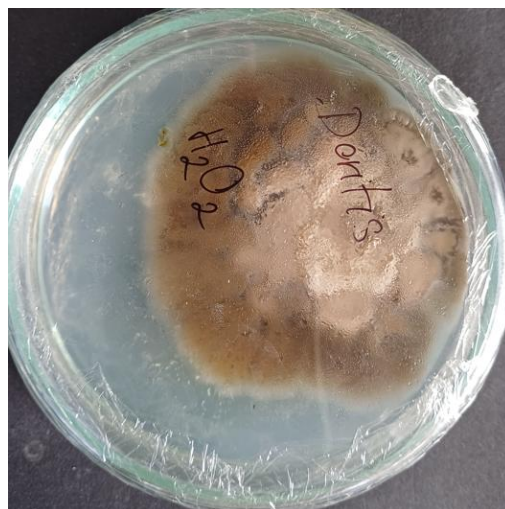
Érdeemes a munka megkezdése előtt legalább 30 perccel bekapcsoljuk a sterilizáló fülkét és az UV lámpát is. Ezt követően figyelni kell arra, hogy amíg az UV lámpát használjuk addig a sterilizálók körül ne végezzünk feladatokat. Ezt a megfelelő munkaszervezéssel könnyen meg lehet oldani. Ez idő alatt labor másik termében a kísérlethez használt orchideamagok előkészítést elvégezzük. Amennyiben még nem felhasadt tokról van szó akkor érdemes kézzel és egy éles pengével eltávolítani a szár és az elszáradt virágszirom maradványokat ezzel is csökkentve a fertőtlenítendő felület méretét.

A sterilizáló fülkében a korábban elkészített táptalajt tartalmazó petricsészékről először a folpackot, majd a fedő elemet kell eltávolítani. Ahogy azt a korábban említettem, fontos azt észben tartani, hogy bármit is helyeztünk el a sterilizálóban, afölött már csak steril eszközzel lehet átnyúlni. A táptalajra egy steril késsel felviszünk a fertőtlenített orchideamagból egy késhegynyi mennyiséget.

Az a tapasztalatunk, hogy akár a pengével vagy a szélesztő pálcával elég nehéz az összetapadt nagyon apró magokat egyenletesen elosztani. Ezt a problémát úgy kezeltük, hogy sterilizált vizet cseppentettünk a táptalaj felületre és a petricsészét óvatosan megdöntve a víz segítségével már szépen egyenletesen el tudtuk osztani a táptalajra került magokat. Amint a magokat szétterítettük a táptalajon a záró petricsészét a mintára ráfordítva új folppal körbetekerjük. Ezt a műveletet addig ismételtük, amíg volt táptalaj. A tapasztalat itt az, hogy a nagy mennyiségű orchideamag miatt egy *Paphiopedillum* vagy *Phalaenopsis* magtokból származó mag mennyisége elég nagyjából 30-30 petricsészényi minta elkészítéséhez.

A magok táptalajra helyezésénél fontos szempont, hogy lehetőleg rövid idő alatt táptalajra kerüljenek a magok és zárható állapotú petricsészéket kapjunk – ezzel is csökkentve a táptalaj elfertőzésének kockázatát. A folyamat végén csak a minták felcímkézése és dátumozás van vissza, ezt elvégezhetjük alkohol filctollal vagy készíthetünk öntapadós címkéket és azt ragaszthatjuk a már lezárt mintákra.

3. kép: Elfertőzött *Doritis pulcherrima* (*Phalaenopsis pulcherrima*) 2024.05.22-én készült kép
(forrás: saját kép)



A 3. képen látható egy olyan minta, amelyet véletlenül elfertőztem. Volt egy alkalom, amikor figyelmetlenül a minta felett átnyúlva tettem fel a táptalajra a záró üveget és a minta emiatt használhatatlanná is vált.

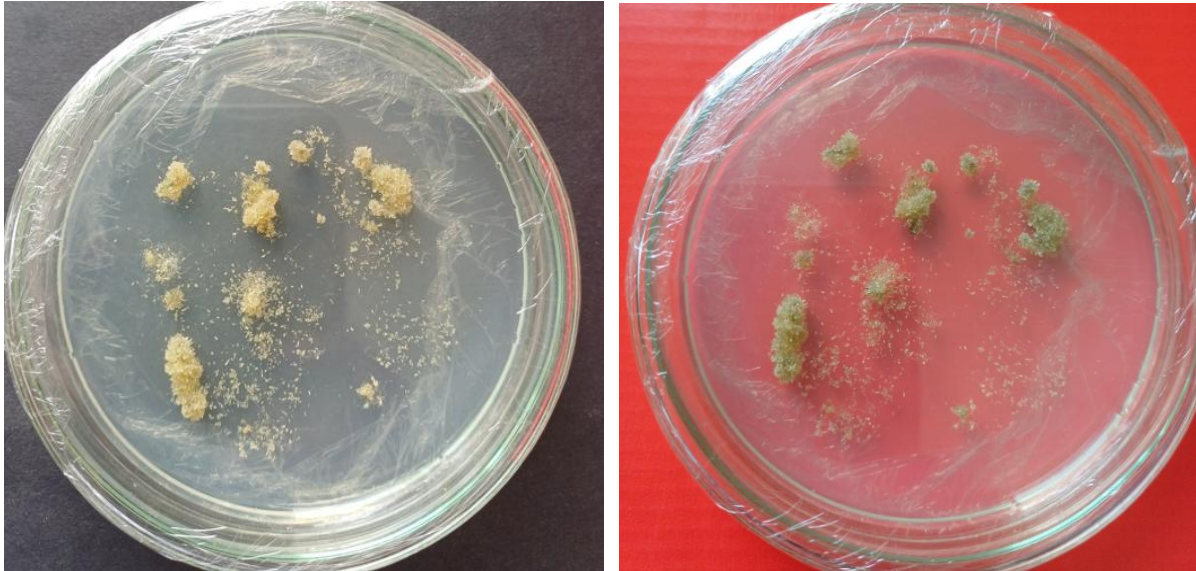
4.3 Minták tárolása

Miután a táptalajra helyezett orchideamagokat megfelelően felcímkéztük (növény megjelölés és annak időpontja, amikor a táptalajra kerültek a magok), a mintákat átvihetjük a klímaszobába, ahol biztosított a folyamatos 18-20°C és hőmérséklet és a napi 16 óra megvilágítás.

Először a táptalajra helyezett magokat egy dobozban, fénytől elzárva tartottuk egy hónapon át a klímaszobában. Egy hónap után már láthatóvá vált a sejtosztódás eredményeként kialakuló kis zöld tömeg a táptalajon. Ahogy az az 4. képpárnál a fekete háttérrel készült képen is jól megfigyelhető, egy hónap után már szabad szemmel is jól láthatóvá vált a sejtosztódás eredménye. A mintáról többféle színű háttérrel is készült kép, de a tapasztalatunk az, hogy a piros és a fekete háttérrel láthatóak a legjobban.

Az elsőnek táptalajra helyezett *Phalaenopsis* hibrid magok színe annyira világos volt, hogy táptalajra helyezve csak a fényfelé tartva voltak láthatóak. Emiatt ezekkel a magokkal a munka is nehezebb volt – nehéz volt szabad szemmel a szűrőpapíron maradt magtömeget beazonosítani. Ezzel szemben a *Paphiopedillum* Pinocchio hibridek magja sötétbarna volt, így ezekkel a munka egyszerűbben ment – a szűrőpapíron jól látszott, hogy hol van még mag és a táptalajon is könnyen észrevehetőek voltak.

4. kép: Bal oldalon fekete háttérrel *Doritis pulcherrima* (*Phalaenopsis pulcherrima*) 4 hét sötétben tárolást követően. A jobb oldali kép piros háttérrel ugyan ez a minta 4 hét szórt fényben töltött időt követően (forrás: saját képek a kísérlethez készített mintákról)

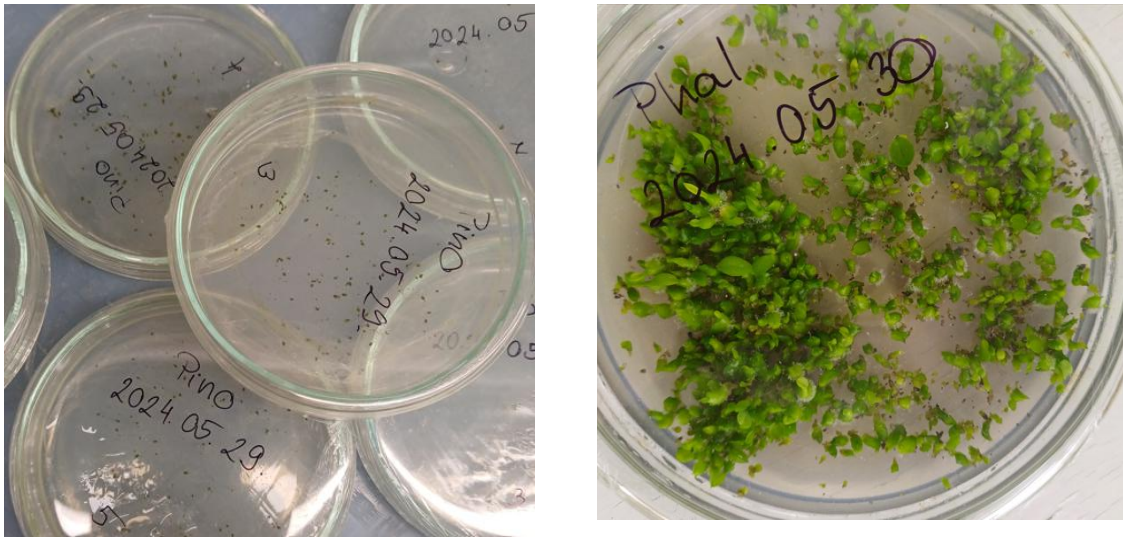


Ezt követően a minták egy részét direkt fénybe, másik részüket szórt fénybe helyeztük. Tapasztalat alapján ugyanabból a magtokból származó mag gyorsabban kezdett el növekedni a szórt fényben, mint a direkt fényben. A sötét dobozból kivéve körülbelül egy hónapot töltöttek a növények szórt fényben majd ezt követően már a direkt fénybe is el lehetett helyezni a mintákat. Az 4. képpárosnál piros háttérrel látható minták mutatják, hogy a szórt fénybe helyezett minták egy hónap múlva már egyértelműen zöld színűek voltak.

A *Paphiopedilum* Pinocchio hibrid magjait kétszer is, 2024. május 29-én és június 19-én helyeztük táptalajra. A táptalaj recepten és a fertőtlenítés módján sem változtattunk. Ezt követően az előbbieken bemutatott módszert alkalmazva a minták 4 hétig sötétben voltak a klímaszobában majd ezt követően csak szórt fénybe helyezve tároltuk még 4 hétig. Érdekes, hogy sokkal lassabban növekedett, mint a *Phalaenopsis* magok.

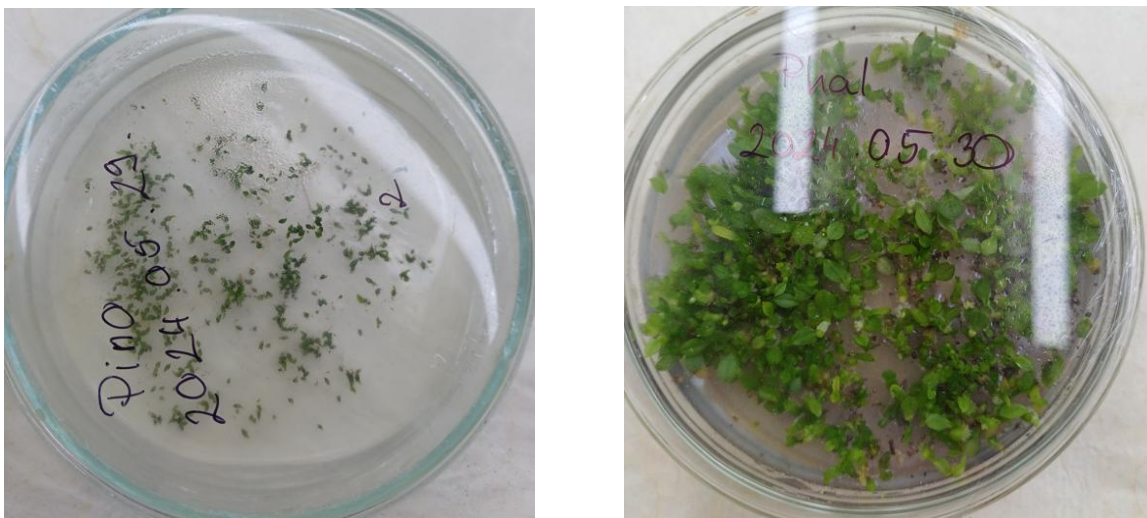
A 5. és 6 számú képpároknál jól látható, hogy a *Paphiopedilum* hibridnél jóval lassabban indul be a sejtosztódás mint a *Phalaenopsis* hibridnél. A képeken szereplő két minta táptalajra helyezése között egy nap telt el és 3 - 4 hónap elteltével jelentős különbségek figyelhetőek meg még szabad szemmel is.

5. kép: 2024. szeptember 06-án készült kép bal oldalon a *Paphiopedilum Pinocchio* és jobb oldalon a *Phalaenopsis* hibrid minták láthatók



Ezek alapján egyértelmű, hogy érdemes lenne a *Paphiopedilum*hoz módosítani a recepten annak érdekében, hogy a csírázást és növekedést fel tudjuk gyorsítani.

6. kép: 2024. október 11-én készült képek ahol a bal oldalon a *Paphiopedillum Pinocchio*, jobb oldalon a *Phalaenopsis* hibrid látható

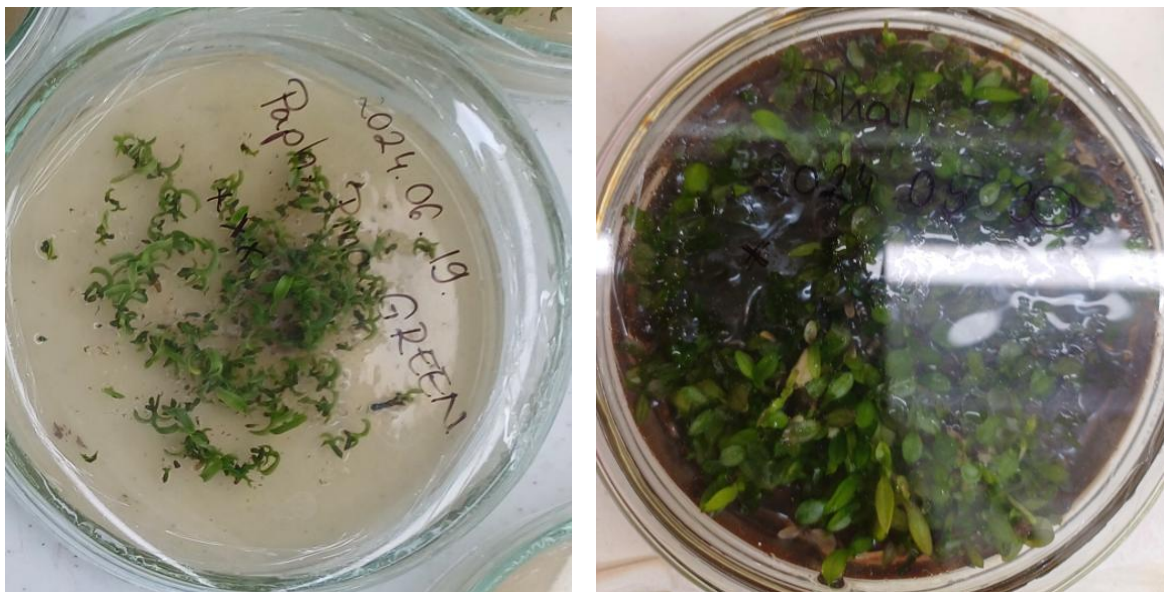


Mivel az orchideákra jellemző, hogy rendkívül lassan növekednek még laboratóriumi körülmények között is, emiatt úgy terveztük, hogy 2025 őszén ültetjük át szén tartalmú táptalajra a növényeket.

A *Phalaenopsis* hibrid táptalaja már elszíneződött (7. képnél a jobb oldali kép). A növényeknek jól felismerhető levelei vannak, ezek már alkalmasak szén tartalmú táptalajra átültetésre.

A *Paphiopedillum* Pinocchio Green hibrid ehhez képes még legalább fél évet maradhatot a jelenlegi táptalajon (bal oldali kép).

7. kép: 2025. június 23-án készült kép ahol a bal oldalon az 1 éves *Paphiopedillum* Pinocchio Green hibrid, jobb oldalon a *Phalaenopsis* hibrid látható



Az orchidea magról történő *in vitro* szaporítását sikeresnek ítélem meg. A szakdolgozatban ugyan csak két orchidea fajra térek ki, de témavezetőmmel más fajokat is helyeztünk táptalajra (például *Laelia perrini* és *Paphiopedilum henryanum*, ezek mindegyike a természetben is megtalálható). Tapasztalat azt mutatja, hogy a *Phalaenopsis* hibridek kedvelik ezt a táptalajt és viszonylag gyorsan növekednek, azonban a többi fajnál érdemes lenne módosítani a recepten a gyorsabb növekedés érdekében.

5 KÖVETKEZTETÉSEK

A táptalaj-receptet 3-4 alkalommal is elkészítettük és a kísérletben felhasznált orchidea magok között nem volt olyan orchideafaj, amely nem kezdett volna el csírázni és növekedni. A jobb eredmények érdekében lehet módosítani a recepten, de ha változtatás nélkül használnánk tovább, akkor is sikeresen tudnák a kísérletet megismételni.

Ahogy a kísérletben is bebizonyosodott, a még nem felhasadt magtokokból származó magok jobb arányban csíráztak ki, mint az ugyanazon növényről származó, de már felhasadt magtok(ok)ból származó magok. Emiatt érdemes lenne egy második ciklust is indítani azokkal a magokkal, amelyek majd csak 2026 tavaszára érnek be.

A szakdolgozatban bemutatott minták legalább egy éve vannak táptalajon. A *Phalaenopsis* mintáknál már a szén tartalmú táptalajra áthelyezés lehetséges, azonban a *Paphiopedilum*ok még legalább fél éven át maradhatnak a jelenlegi táptalajon.

Ideális esetben a növényeket 1,5-2 év után már át lehet ültetni a szén tartalmú táptalajra. A szakdolgozat írásakor még a minták nem voltak olyan állapotban, hogy a szén tartalmú táptalajra át lehessen őket ültetni. Amikor ez az átültetés megtörténik akkor figyelni kell arra is, hogy az egy tárolóba kerülő növények számát csökkenteni kell, ezzel elkerülhető a növények szükségtelen bolygatása.

A szén tartalmú táptalajra áthelyezést követően legalább 1-1,5 évet még táptalajon kell nevelni a növényeket és csak ezt követően lehet megkezdeni a kiültetést és az akklimatizációt.

6 ÖSSZEFOGLALÁS

A szakdolgozatban bemutatott kísérlet célja az volt, hogy a *Phalaenopsis* és *Paphiopedilum* nemzetségekbe tartozó orchideák magjaiból, mikroszaporítási eljárások alkalmazásával, steril környezetben életképes növényeket sikerüljön nevelni. A vizsgálat alapját az *in vitro* növénytenyésztés klasszikus módszerei képezték. A kísérlet célja nem csupán a csírázás és növekedés biztosítása volt, hanem annak megfigyelése is, hogy a különböző fajok és hibridek miként reagálnak azonos táptalaj-összetételre, hőmérsékletre és fényviszonyokra. A kísérlet továbbá lehetőséget adott a steril technikák, a táptalajkészítés és a magfertőtlenítés laboratóriumi gyakorlatának elsajátítására. A kísérlet egyetlen hátránya, hogy sok időt vesz igénybe a beporzott orchidea magok beérése.

A vizsgálatok alapját 2023 szeptemberében saját növényeimen elvégzett beporzások adták. A szakdolgozat első felében bemutatott *Phalaenopsis* és *Paphiopedilum* nemzetségekhez tartozó egyedeken több virágot poroztam néhány héten belül. A természetes fenológiai különbségek miatt a virágok nyílása között néhány nap eltelt, így a magtokok érése sem volt szinkronban. A *Phalaenopsis*oknál az érési idő 6–7 hónapnak, a *Paphiopedilum*nál 7–8 hónapnak bizonyult. A beérett magokat csírázókéességük megőrzése érdekében a további laboratóriumi feldolgozásig hűtőben tároltam.

A táptalaj készítése minden esetben az orchidea magok táptalajra helyezése előtt legalább egy héttel történt. Ennek egyszerű oka van, a cél az volt, hogy az esetleges kontaminációk még a magok ültetése előtt észlelhetőek legyenek. Ez a gyakorlat bevált. Néhány minta valóban elfertőződött, ami segített a technikai fegyelem kialakításában. Tanulságos volt a lamináris sterilizáló használatának begyakorlása. Egyetlen óvatlan mozdulattal (mellyel egy steril eszköz vagy nyitott táptalaj felett átnyúlunk) a mintát már teljesen tönkre is tehetjük.

Az orchidea mag fertőtlenítése során alkalmazott két módszer eredménye között nem véltem felfedezni különbséget, ezért a későbbiek során már csak egy módszert használtam a fertőtlenítésre.

A kísérlet eredményei megerősítették, hogy az *in vitro* orchidea-mikroszaporítás kulcsfontosságú technológia mind a dísznövénytermesztés, mind a fajmegőrzés szempontjából. A módszer lehetőséget biztosít arra, hogy természetes populációk veszélyeztetése nélkül, steril körülmények között nagy mennyiségű szaporítóanyagot állítsunk

elő. Az elvégzett kísérlet során a technológiai lépések — a táptalaj készítése, sterilizálás, magkezelés — mind reprodukálhatónak bizonyultak. Az orchideamagok méretéből adódóan nehézséget jelentett azt biztosítani, hogy minden egyes táptalaj mintára nagyjából azonos számú mag kerüljön.

A laboratóriumi gyakorlat során szerzett tapasztalatok rávilágítottak arra is, hogy a sikeres mikroszaporítás alapja nemcsak a táptalaj kémiai összetétele és a szükséges környezeti feltételek biztosításán múlik. Fontos szempont a sterilitás fenntartása is. Minden, a lamináris fülkében végzett munka során szigorú protokollok betartása szükséges, mivel már minimális kontamináció is a teljes kultúra elvesztéséhez vezethet. Az ezzel kapcsolatos kockázatokat csak úgy lehet csökkenteni, hogy a műveletek egymásutánosságát pontosan kell megtervezni.

Összességében a kísérlet bizonyította, hogy a mikroszaporítás segítségével az orchideák szaporítása hatékonyan megvalósítható, amennyiben a növényfaj biológiai sajátosságaihoz igazított táptalaj és környezeti feltételek adottak. A jövőbeli kísérletek során érdemes a különböző táptalaj-összetételek, hormonarányok és természetes kiegészítők (például kókusztej, banánkivonat, aktív szén) hatását részletesen vizsgálni, valamint a *Paphiopedilum* hibridek fejlődési igényeit optimalizálni. A környezeti tényezők monitorozására pedig érdemes lenne egy kiskereskedelembe is kapható hőmérséklet és páratartalom mérő berendezést is alkalmazni. Evvel egy okos eszköz segítségével egyszerűen lehet monitorozni a körülményeket.

7 IRODALOMJEGYZÉK

- Allen, P. (1981): Plant propagation through tissue culture. South African Avocado Growers' Association Yearbook 1981. 4:22-26. Letöltés dátuma: 2025.09.13. Forrás: https://www.researchgate.net/publication/242103011_PLANT_PROPAGATION_THROUGH_TISSUE_CULTURE
- Arditti, J. (1996): *Orchid micropropagation: The path from laboratory to commercialization and an account of several unappreciated investigators*. Botanical Journal of the Linnean Society. Letöltés dátuma: 2025.11.04. DOI: [10.1111/j.1095-8339.1996.tb02073.x](https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1996.tb02073.x)
- Bhojwani, S. és Razdan, M. (1983): *Plant Tissue Culture: Theory and Practice*. Studies in Plant Science. Letöltés dátuma: 2025.11.04. Forrás: https://www.researchgate.net/publication/334647376_Plant_Tissue_Culture_Theory_and_Practice_a_Revised_Edition_by_SS_Bhojwani_and_MK_Razdan
- Chen, J.- Zhu, X. - Zheng, R. - Tong, Y. - Peng, Y. - Xie, K. - Su, Q. - Huang, R. -; Zhan, S. - Shen, M. - Ahmad, S. - Zhao, K. -; Peng, D. - Zhou, Y. (2024): *Orchestrating of native Phalaenopsis flower scents lighted the way through artificial selective breeding partiality in the current resource utilization* In: Industrial Crops and Products Volume 217. Letöltés dátuma: 2025.09.08. DOI: [10.1016/j.indcrop.2024.118850](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.118850)
- De, L.C. (2020): Morphological diversity in orchids. International Journal of Botany Studies Volume 5, Issue 5, 229-238 p. Letöltés dátuma: 2025.11.04. DOI: [10.13140/RG.2.2.24041.31849](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24041.31849)
- De, L.C. (2023): *Taxonomy and morphology of Orchids*. Letöltés dátuma: 2025.11.04. Forrás: https://www.researchgate.net/publication/373658254_Taxonomy_and_morphology_of_Orchids
- Dodds, J. H. és Roberts, L. W. (1985): *Experiments in Plant Tissue Culture*. Letöltés dátuma: 2025.10.13. Forrás: https://www.academia.edu/2045497/Experiments_in_plant_tissue_culture#outer_page_106

Dressler, R. L., 1982. *The Orchids Natural History and Classification*. Massachusetts: Harvard University Press.

Dressler, R. L., 1993. *Phylogeny and Classification of the Orchid Family*. Portland: Dioscorides Press. Letöltés dátuma: 2025.11.04. Forrás: https://www.researchgate.net/publication/256692433_Phylogeny_and_Classification_of_Orchid_Family

Dudits, D. és Heszky, L. (1990): *Növénybiotechnológia*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó.

Dudits, D. & Györgyey, J.(2017): *Zöld GMO-k a laboratóriumban és a szántóföldön*, Budapest: Akadémia Kiadó. Letöltés dátuma: 2025.09.13. DOI: 10.1556/9789634541318

Elhiti, M. - Stasolla, C. - Wang, A. (2013): *Molecular regulation of plant somatic embryogenesis* Springer Nature Link. Letöltés dátuma: 2025.09.13. Forrás: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11627-013-9547-3>

Freudenstein, J. V. (2025): *Orchid phylogenetics and evolution: history, current status and prospects*. Annals of Botany Vol 135, Issue 5: 805-822 2025. Letöltés dátuma: 2025. 11.04. DOI: [10.1093/aob/mcae202](https://doi.org/10.1093/aob/mcae202)

IAPT (International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants) honlapja. Letöltés dátuma: 2025.09.08. Forrás: <https://www.iapt-taxon.org/nomen/pages/main/preamble.html>

Kauth, P. – Dutra, D. - Johnson, T. R. - Stewart, S.L. - Kane, M.E. – Vendrame, W. (2008): Techniques and applications of in vitro orchid seed germination. In da Silva, T. (szerk): Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology: Advances and Topical Issues, Global Science Books Volume V (pp.375-391). Letöltés dátuma 2025.11.04. Forrás: https://www.researchgate.net/publication/257385365_Techniques_and_applications_of_in_vitro_orchid_seed_germination

Knudson, L. (1922): Nonsymbiotic Germination of Orchid Seeds. Botanical Gazette. Letöltés dátuma: 2025.09.11. DOI: [10.1086/332956](https://doi.org/10.1086/332956)

- Laimer, M. és Röcker, W. (2003): *Plant Tissue Culture: 100 years since Gottlieb Haberlandt*.
Wien: Springer-Verlag Wien. Letöltés dátuma: 2025.09.11. DOI: [10.1007/978-3-7091-6040-4](https://doi.org/10.1007/978-3-7091-6040-4)
- Molnár V., A. (szerk.), 2011. *Magyarország orchideáinak atlasza*. Budapest: Kossuth Kiadó.
- Molnár V., A. – Bódis, J. - Illyés, Z. — Sramkó, G. (2014): Európai orchideák – Oktatási segédanyag a Debreceni Egyetem kurzusához. Letöltés dátuma: 2025.11.04. DOI: [10.13140/2.1.1841.8249](https://doi.org/10.13140/2.1.1841.8249)
- Orchid Roots honlapja. Letöltés dátuma: 2025.09.08. Forrás: <https://orchidroots.com/display/summary/orchidaceae/100041384/>
- Phillips, G. C. és Garda, M. (2019): Plant tissue culture media and practices: an overview. SpringerNature Link Vol 55, p. 242-257. Letöltés dátuma: 2025.09.13
Forrás: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11627-019-09983-5>
- Phillips, R. D. - Reiter, N. - Peakall, R. (2019): *Orchid conservation: from theory to practice* *Annals of Botany*, Volume 126, Issue 3, p 345-362. DOI: [10.1093/aob/mcaa093](https://doi.org/10.1093/aob/mcaa093)
- R. Eszéki, E., 2012. *Orchideafajok génmegőrzési és szaporítási lehetőségei*. [PhD értekezés].
Budapest: Budapesti Corvinus Egyetem Disznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszéken és az Eötvös Lóránd Tudományegyetem Füveskertjében. Letöltés dátuma: 2025.09.08.
Forrás: https://phd.lib.uni-corvinus.hu/703/1/Eszeki_Eszter.pdf
- Raghvan, V. (2003): *One hundred years of zygotic embryo culture investigations*. In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant 39(5):437-442. Letöltés dátuma: 2025.09.13. DOI: [10.1079/IVP2003436](https://doi.org/10.1079/IVP2003436)
- Robbins, W. J., 1922. *Cultivation of excised root tips and stem tips under sterile conditions*. Botanical Gazette Volume 73, Issue 5, p 337-424. Letöltés dátuma: 2025.09.10. DOI: [10.1086/333010](https://doi.org/10.1086/333010)
- Seaton, P. (2022): *KEW Gardens Kézikönyvek - Az orchidea nevelés művészete és tudománya*. Budapest: Kossuth Kiadó.

Tan, B.C. és Foan, C.C. (2013): Vanilla planifolia: An economically important orchid and its propagation. Minerva Biotechnologica. Letöltés dátuma: 2025.09.13. Forrás: [Vanilla planifolia](#)

Tiwari, P. és Chen, J.T. (2023) Advances in Orchid Biology, Biotechnology and Omics. Springer Singapore. Letöltés dátuma: 2025.11.04. Forrás: [10.1007/978-981-99-1079-3](#)

8 ÁBRAJEGYZÉK

1. KÉP: PAPHIOPEDILUM GRATIXIANUM (SAJÁT NÖVÉNY, SAJÁT KÉP)	26
2. KÉP: BAL OLDALON PAPHIOPEDILUM PINOCCHIO GREEN ÉS JOBB OLDALON PAPHIOPEDILUM PINOCCHIO (SAJÁT NÖVÉNYEK, SAJÁT KÉP)	27
3. KÉP: ELFERTŐZÖTT DORITIS PULCHERRIMA (PHALAEOPSIS PULCHERRIMA) 2024.05.22-ÉN KÉSZÜLT KÉP (FORRÁS: SAJÁT KÉP)	34
4. KÉP: BAL OLDALON FEKETE HÁTTÉRREL DORITIS PULCHERRIMA (PHALAEOPSIS PULCHERRIMA) 4 HÉT SÖTÉTEN TÁROLÁST KÖVETŐEN. A JOBB OLDALI KÉP PIROS HÁTTÉRREL UGYAN EZ A MINTA 4 HÉT SZÓRT FÉNYBEN TÖLTÖTT IDŐT KÖVETŐEN (FORRÁS: SAJÁT KÉPEK A KÍSÉRLETHEZ KÉSZÍTETT MINTÁKRÓL)	36
5. KÉP: 2024. SZEPTEMBER 06-ÁN KÉSZÜLT KÉP BAL OLDALON A PAPHIOPEDILUM PINOCCHIO ÉS JOBB OLDALON A PHALAEOPSIS HIBRID MINTÁK LÁTHATÓK	37
6. KÉP: 2024. OKTÓBER 11-ÉN KÉSZÜLT KÉPEK AHOL A BAL OLDALON A PAPHIOPEDILLUM PINOCCHIO, JOBB OLDALON A PHALAEOPSIS HIBRID LÁTHATÓ	37
7. KÉP: 2025. JÚNIUS 23-ÁN KÉSZÜLT KÉP AHOL A BAL OLDALON AZ 1 ÉVES PAPHIOPEDILLUM PINOCCHIO GREEN HIBRID, JOBB OLDALON A PHALAEOPSIS HIBRID LÁTHATÓ	38

9 TÁBLÁZAT JEGYZÉK

1. TÁBLÁZAT: TÁPTALAJ RECEPT TRÓPUSI ORCHIDEÁKHOZ (FORRÁS: SAJÁT SZERKESZTÉS, R. ESZÉKI ESZTER PHD- TŐL KAPOTT RECEPT)	29
2. TÁBLÁZAT: HELLER-MIKROELEM RECEPT (FORRÁS: SAJÁT SZERKESZTÉS: R. ESZÉKI ESZTER PHD-TŐL KAPOTT RECEPT)	30

10 NYILATKOZATOK

10.1 Oktatói nyilatkozat

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat
III. Hallgatói Követelményrendszer
III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat
6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat /
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója
4.1. sz. melléklete: Konzulensi nyilatkozat

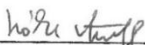
NYILATKOZAT

GYURICZA NÓRA (név) (hallgató Neptun azonosítója: HAYZ23)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő
védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: 2025. év 11. hó 06. nap


belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendó.

³ A megfelelő aláhúzendó.

10.2 Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Gyuricza Nóra
Neptun-kódja:	HAYZ2J
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	Szakedolgozat
A munka címe:	Orchidea in-vitro szaporítás

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

- A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.
(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)
- B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.
(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrekció, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
Források keresése, idegen nyelvű szakirodalom fordítása	ChatGPT	2. és 3. fejezeteknél

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott eszköz neve, verziója, elérhetősége	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma
nincs ilyen			

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

Nincs oktató általi előírás

.....

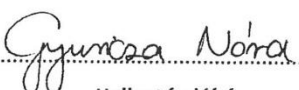
.....

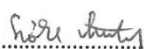
.....

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Enying, 2025. november hó 09. nap


 Hallgató aláírása


 Konzulens/Témavezető aláírása

10.3 Nyilatkozat a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat / diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Gyuricza Nóra
A Hallgató Neptun kódja: HAYZ2J
A dolgozat címe: ORCHIDEA IN VITRO SZAPORÍTÁSA
A megjelenés éve: 2025
A konzulens intézetének neve: Genetika és Biotechnológia Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Genetika és Genomika Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

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

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

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

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

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

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2025 év 11. hó 06 nap


Hallgató aláírása