

TDK dolgozat

Készítette:

AMTMANN PETRA

okleveles mérnökjelölt

Mosonmagyaróvár

2022

SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG-ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYI KAR
MOSONMAGYARÓVÁR

NÖVÉNYTUDOMÁNYI TANSZÉK

Konzulens:

PROF. DR. PINKE GYULA

egyetemi tanár

Társkonzulens:

DR. MAGYAR LÁSZLÓ

egyetemi docens

A TARLÓVIRÁG (*STACHYS ANNUA* L.)
MAGNYUGALMÁNAK MEGSZÜNTETÉSE
LABORATÓRIUMI KÍSÉRLETEKBEN

Készítette:

AMTMANN PETRA

okleveles mérnökjelölt

Növényorvosi Mesterképzési Szak (MSc)

Mosonmagyaróvár

2022

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS.....	3
1. 2. A téma aktualitása	3
1. 2. Célkitűzés, a dolgozat felépítése	3
1. 3. Kérdésfelvetés, Hipotézis felállítása.....	4
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	5
2. 1. A <i>Stachys annua</i> botanikája, biológiája	5
2. 2. <i>Stachys annua</i> , a tarlók méhlegelője	6
2. 3. A tisztesfű (<i>Stachys</i>) nemzetség képviselőinek csírázásbiológiai sajátosságai	6
2. 4. A gyommagvak nyugalmi állapota (dormancia)	8
2. 4. 1. A magnyugalom fogalma, jelentősége	8
2. 4. 2. A magnyugalom típusai	9
2. 4. 3. A magnyugalom ciklikussága	12
2. 4. 4. A magok nyugalmi állapotára ható külső környezeti tényezők	12
2. 4. 5. A magnyugalom megszüntetését célzó mesterséges eljárások.....	13
2. 4. 6. A gyommagvak életképessége a talajban.....	13
3. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	15
3. 1. A felhasznált tarlóvirágmagok begyűjtési körülményei	15
3. 2. A kísérleti terv ismertetése	15
3. 2. 1. A beállított kezelések ismertetése	16
3. 2. 2. A magok életképességének meghatározása TTC teszt segítségével	16
3. 2. 3. A kezdeti csírázóképeség vizsgálata.....	17
3. 2. 4. A második vizsgálat előkészítése, a sztratifikáció	18
3. 2. 5. A második vizsgálat beállítása	18
3. 2. 6. A harmadik vizsgálat beállítása.....	18
3. 3. Statisztikai elemzések.....	19
4. VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE	21
4. 1. A csíráztatási eredmények ismertetése	21
4. 1. 2. A gibberellin hatása a magok csírázására.....	22
4. 1. 3. A hőmérséklet és a megvilágítás hatása a magok csírázására.....	24
4. 1. 4. A sztratifikáció hatása a magok csírázására	25

4. 1. 4. 1. A sztratifikáció hatása a gibberellinnel kezelt magok csírázására	25
4. 1. 4. 2. A sztratifikáció hatása a magok csírázására gibberellin kezelés nélkül	26
4. 1. 5. A kísérlet eredményeinek összefoglalása	27
4. 1. 6. A kísérlet eredményeinek megvitatása	28
5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK	31
5. 1. Hipotézisek értékelése	31
5. 2. Javaslatok a kísérleti eredmények gyakorlati alkalmazására	32
5. 3. Javaslatok további vizsgálatok elvégzésére	33
6. ÖSSZEFOGLALÁS	34
7. IRODALOMJEGYZÉK	36
8. ÁBRAJEGYZÉK	41
9. TÁBLÁZATJEGYZÉK	42
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	43

1. BEVEZETÉS

1. 2. A téma aktualitása

A mezőgazdaság sokrétű és változatos, a gyakorlatban nem létezik két egyforma gazdálkodás. Néhányan a vegyszermentes alapanyagokat biztosító ökológiai gazdálkodásra esküsznek, mások úgy vélik, hogy az integrált növénytermesztésben rejlik a kulcs, sokan a konvencionális gazdálkodás profitnövelő hatásait tartják szem előtt, míg a fiatalabb generáció már a precíziós növénytermesztésben látja az agrárium jövőjét. Egy dolog viszont minden termelő életében közös, az örökös küzdelem a gyomok ellen.

A dolgozatom tárgyát képező tarlóvirág is ennek a harcnak lett az áldozata, egykori kiterjedt állományai az emberi beavatkozásoknak (herbicidhasználat, korai tarlólántás) „köszönhetően” annyira megfogyatkoztak, hogy már csak elvétve találkozhatunk kisebb társulásokkal. Bár nektárja kincset rejt, a köztudatban mégis gyomnövényként tartják számon. Miben különbözik ez a növény a repcétől, az akáctól vagy akár a levendulától, hogy a belőlük készült mézért versengenek az emberek, a tarlóvirágot pedig hagyták, hogy eltűnjön a szemünk elől?

A téma aktualitása a globális méhpusztulás korában rendkívül időszerű. Mivel a méhpopuláció csökkenése, komoly veszélyt jelent a biodiverzitás, a vidéki területek fenntartható termelési modelljének megőrzése szempontjából, valamint a mezőgazdaságban és az élelmiszerbiztonság területén, ezért a méhek védelmét célzó természetvédelmi szervezetek támogatása mellett, az Európai Unió is kiemelt figyelmet fordít a kérdés megoldására, a probléma megszüntetésére. Komoly feladat áll az emberiség, különösen a gazdálkodók előtt, hiszen az urbanizáció, a nagyüzemi mezőgazdálkodás térhódítása, a monokultúra használata, az alkalmazott agrotechnikai eljárások az egykoron virágzó növényektől illatozó természetes méhlegelők eltűnéséhez, korlátozott időben történő rendelkezésre állásához vezettek. A tarlóvirág is olyan mértékben megritkult, hogy magbankját a kihalás veszélye fenyegeti. Akárcsak a gyomnövények nagy részére, úgy ezen faj magvaira is jellemző a nyugalmi állapot, aminek következtében nemcsak a szegényes egyedszámmal, hanem a dormancia révén az évente tapasztalható csekély csírázási aránnyal is szembe kell néznünk.

1. 2. Célkitűzés, a dolgozat felépítése

Kutatásom célja megtalálni a leghatásosabb módszert a tarlóvirág magnyugalmának megszüntetésére, valamint a kezelt magok igénybevitelével lehetőséget teremteni a növény termesztésbe vonására, nektárja hasznosításával a tarlóméz újbóli készítésére.

Dolgozatomat a témában rendelkezésre álló szakirodalmak áttekintésével kezdem, foglalkozom a tisztesfű botanikájának, biológiájának bemutatásával, a faj egyedszámának

csökkenéséhez vezető okok ismertetésével. A magbiológia témakörén belül az életképesség vizsgálatára, valamint a magok csírázóképességét és élettartamát determináló tényezők demonstrálására fordítok kiemelt figyelmet, megalapozva a vizsgálataim tárgyát képező magnyugalmi állapotot részletező fejezetben foglaltakat. A dormancia megnyilvánulási formáinak, természetének, fokozatainak tanulmányozását követően feltárom a magvak átmeneti stádiumára és a csírázásra ható környezeti faktorokat, majd ezeket a mesterséges eljárásokkal kiegészítve alternatívákat sorolok fel a dormans fázis feloldására. Munkámat a *Stachys* génusz fajain végzett, magnyugalmuk megszüntetését célzó nemzetközi eredmények figyelembevételével folytatott saját kísérlet adatainak prezentálásával, elemzésével zárom.

1. 3. Kérdésfelvetés, Hipotézis felállítása

A kutatómunka megvalósítása során az alábbi kérdések megválaszolását tűztem ki célul:

- I. *Mi a leghatásosabb eljárásmód a tarlóvirág magnyugalmának feloldására?*
- II. *Megfeleltethetők-e a tarlóvirágmagokon alkalmazott, a dormancia megszüntetésére irányuló módszerek a nemzetség egyéb képviselőin végrehajtott csíráztatási kísérletekkel?*
- III. *A tarlóvirág esetében helyettesítheti-e a gibberellinnel történő kezelés a *Stachys* nemzetséghez tartozó fajok magvainak dormans állapot-megtöréséhez szükséges hidegigényét?*

A témához kapcsolódó korábban szerzett ismereteim, továbbá a kísérletet megelőző információgyűjtés arra engednek következtetni, hogy nagy eséllyel pozitív korrelációt fedezek fel saját eredményeim és az elérhető nemzetközi adatok között. Úgy vélem, hogy a vizsgálati módszerek közül a sztratifikáció és a hormonkezelés együttes alkalmazása döntő mértékben járulnak majd hozzá a kísérlet sikerességéhez. A kontroll kezelést illetően viszont, - a magok csupán nedves homokban történő rétegezésével, valamint a fény és hőmérséklet szabályozásával, gibberellin rásegítése nélkül – nem számítok érdemi előrelépésre a magnyugalom megszüntetésében ilyen rövid perióduson belül, ha a természetben érvényes időtávlatokat veszem figyelembe.

Hipotézis 1.: A sztratifikáció + gibberellin kombinációja eredményezi a tarlóvirágmagok legnagyobb arányú csírázását.

Hipotézis 2.: Párhuzam fedezhető fel a *Stachys* génusz valamely képviselője és a tarlóvirág magnyugalmának megszűnése között, de teljes egyezés nem lesz megállapítható.

Hipotézis 3.: A gibberellinnel történő kezelés helyettesíti a tarlóvirágmagok, csírázáshoz szükséges hidegigényét.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Jó néhány tudományos kísérlet jelent meg a gyomok pontos definiálására vonatkozóan, legelterjedtebbé Hunyadi (1974) megfogalmazása vált, miszerint „Gyomnövénynek nevezünk bármelyik fejlődési stádiumban lévő olyan növényt vagy növényi részt (rizóma, tarack, hagyma, hagymagumó stb.), amely ott fordul elő, ahol nem kívánatos”. Manapság azonban a gyom fogalmát inkább köznyelvi kifejezésként tartják számon. Nemcsak a zavartalan mezőgazdasági tevékenység egyik fő gátló tényezőjének tekintik, hanem az ember által kialakított környezet esztétikai pusztítójának is. A magyar nyelvben elterjedt a gyom szó szinonimájaként a gaz és a dudva is, amik tovább fokozzák a növények ezen körének nem kívánatos jellegét (Hunyadi, 2011). Sajnos az előítéleteknek és az általánosításoknak köszönhetően sokan nem veszik figyelembe bizonyos gyomnövények gyógyító erejét, a táplálékláncban betöltött szerepét, vagy akár a bennük rejlő értékek hasznosításával előállítható termékek széles körét. Ez a nehézség érinti a dolgozatom témáját képező tarlóvirágot is, ami néhány évtizeddel ezelőtt még a legfontosabb mézelő növénynek számított.

2. 1. A *Stachys annua* botanikája, biológiája

A tarlóvirág (*Stachys annua* L.) egyike a tisztesfű (*Stachys*) nemzetségbe tartozó fajoknak. Az ajakosvirágúak (*Lamiales*) rendjébe és az árvacsalánfélék (*Lamiaceae*) családjába sorolható kellemes illatú, fehér vagy sárgásfehér virágú [ld. 1. Ábra] egyéves (therofita) növény (Udvardy, 2000; Rápoti és Romváry, 1983; Wagner és Hoffmann, 1903). A tarlóvirágot a népnyelv egynyári hunyásznak, parlagi fűnek, tisztesfűnek, illetve tarló tisztesfűnek is nevezi, így dolgozatomban utóbbi két leggyakrabban használatos elnevezést én is alkalmazni fogom (Vereczkey és Tóth Csantavéri, 2010).



1. Ábra A tarlóvirág botanikája (Forrás: URL¹ és URL²)

A virág csíranövényének szik alatti szárrésze húsos, hengeres, apró mirigyszőrökkel borított. Enyhén nyélbe keskenyedő leveleinek alakja kerekded, vagy kerek-elliptikus. „Az első levelek

oválisak, a csúcukon tompák, a szélein fogazottak” (Hunyadi, 2011). A kifejlett tisztesfű közép magas, levelei hosszúkás tojásdadok, felületük kopasz, vagy kissé pelyhes. Termése a sötétbarnás, feketés színű, lapított, ovális alakú makkocskák, mely a csésze alján négyesével található. Felszínén meglehetősen apró finom pontozottság figyelhető meg (Hunyadi, 2011).

A kötöttebb, meszes talajok kellően jó alapot nyújtanak a tarlóvirág fejlődésének, a laza homok- és savanyú talajokat nem kedveli. Előfordulásuk ezért a Dunántúl déli és északi területeire, valamint a Tiszántúlra koncentrálódik. Főként gabonatarlókon, de szinte minden kultúrában fellelhető. Életformáját tekintve nyárutói egyéves (T_4) növény, tavasszal, április környékén a melegedő talajok és a kedvező időjárási feltételek hatására már megkezdődhet a csírázása (Vereczkey és Tóth Csantavéri, 2010). A tarló tisztesfű számára a legideálisabb feltételek 2-3 héttel az aratást követően alakulnak ki, ekkor a meglévő csíranövények bokrosodásnak indulnak, az új egyedeknek pedig adottak a körülmények a tömeges gyarapodás megindulásához. Nektárképződésének a csapadékos júliusi napokat követő meleg ($30-35^{\circ}\text{C}$) nappalok és harmatos éjszék kedveznek (Nyárády, 1958; Pinke és Pál, 2005).

2. 2. *Stachys annua*, a tarlók méhlegelője

A kiválóan mézelő tarlóvirág nektárja a múlt század elejétől nagyjából az '50-es évekig a tarlóméz alapanyagául szolgált (Pinke, 2010; Pinke és Pál, 2009). Mára azonban teljesen visszaszorult, nyoma sincs az egykoron tisztesfűktől fehérítő tarlóknak (Ujvárosi, 1973). A Kárpát-medencében kizárólag Bácskában fedezhetők még fel említésre méltó kiterjedt állományok (Pinke és Dunai, 2020). A tömeges pusztulásra többek között hatással voltak/vannak a konvencionális gazdálkodásban alkalmazott herbicidek is (Van Ensel, 2011). A legfőbb veszélyt mégis a parlagfű intenzív térhódítása, illetve a gyomosodást mérséklő, a talajszerkezetet javító betakarítás utáni korai (sok esetben azonnali) tarlókántás jelenti (Pinke, 1999; Gál és Pinke, 2012). A gazdák úgy gondolják, hogy a vegyszermentes ökológiai gazdálkodásban, valamint a kijuttatandó kemikáliákat minimálisra mérséklő integrált növénytermesztésben nagyobb veszteség nélkül nincs lehetőség az aratás utáni közvetlen talajmunkák elhalasztására. A folyamatos talajmozgatást igénylő mechanikai gyomszabályozás következtében a gyommagvak szelektálódnak, elpusztulnak, a biodiverzitás csökken (Van Ensel, 2011; Küster, 1994; Friebe, 1990). A megritkult fajok - köztük a tisztesfű - magbankját a kimerülés veszélye fenyegeti.

2. 3. A tisztesfű (*Stachys*) nemzetség képviselőinek csírázásbiológiai sajátosságai

Bár a tarlóvirágra vonatkozóan még nem rendelkezünk csíráztatási kísérletekkel, de az elmúlt évtizedekben a tisztesfű nemzetség számos faján végzett nemzetközi magbiológiai

kutatások vizsgálati eredményei alátámasztják, hogy a *Stachys* génusz képviselőinek magvai általában sekély (tehát fiziológiai) primer dormanciában vannak (Pinke et al., 2020). A primer megnyugalom megszüntetésére, a csírázás megindulására, valamint a legmagasabb csírázási arány megtalálására irányuló eljárások bár rendkívül sokrétűek, de az alábbi néhány példán eszközölt felmérések kellően biztos alapot teremtenek önálló tanulmányozási szempontrendszer kialakításához.

A *Stachys germanica* L. magjaival folytatott csírázásbiológiai vizsgálatok eredményeiből megállapítható, hogy 30 napos sztratifikációt követő 250 ppm gibberellin (GS₃) + 50 ppm kinetin (KIN) kombinációja fotoperiodikus (12 óra sötét/20°C és 12 óra fény/10°C) feltételek mellett 95%-os csírázást eredményez. Kizárólag gibberellinnel kezelve, hideg nedves homokban történő rétegezés nélkül viszont a magoknak alig több, mint a harmada kel ki. Továbbá beigazolódott, hogy természetes körülmények között a faj másodlagos nyugalmi állapot kialakítására is képes, vagyis mesterséges beavatkozás nélkül a megszüntetés két telet is igénybe vehet (Gücleryüz et al., 2011).

A *Stachys alpina* L. esetében 90-95%-os csírázást értek el, azáltal, hogy a magokat 104 ppm gibberellinnel kezelték és 12 napig állandó sötétben 20°C-on tartották. Megfigyelték, hogy a GS₃ magasabb koncentrációja növelte a csírázás sebességét, de a végső csírázási arányt nem befolyásolta. A hormon csökkentett töménysége viszont alacsonyabb kelési százalékot idézett elő. Desztillált vízben nem mutatkozott csírázás, illetve 4 hétnél rövidebb sztratifikációt követően sem. A vizsgálatok kimutatták, hogy 12-20 hétig tartó nedves talajban történő tárolás szükséges ahhoz, hogy a faj magjai csekély 20-30%-os csírázást produkáljanak. Tehát a *Stachys alpina* esetében hormonkezeléssel szinte maximális eredmények érhetők el, míg a rétegezés csak részben hatékony (Pinfield et al., 1972).

Slade és Causton (1979) a nemzetség egy másik faján, a *Stachys sylvatica* L. magjain végzett kísérleteket. Az általuk elért legmagasabb csírázás (70%) a magok 6 hetes hideg sztratifikációját követő sötétben tárolása után jelentkezett. Szintén ebben az évben Thompson és Grime felfedezték, hogy a dormancia megszüntetésének sikeres feltétele az ingadozó hőmérséklet biztosítása. 2009-ben Graae és munkatársai a 30 éves eredmények figyelembevételével, valamint vizsgálati paramétereik módosításával megtalálták a biztos módszert a *Stachys sylvatica* megnyugalmának feloldására [6 hetes meleg sztratifikációt (14 óra fény/10°C) követő 18 hétig tartó hideg sztratifikáció (20 óra sötét/20°C), végül 6 hetes meleg sztratifikáció] (Taylor és Rowland, 2010).

A szakirodalmak a *Stachys palustris* L. fajon végzett csíráztatási eredményekről is beszámolnak. Az adatok tanúsítják, hogy a dormans állapot megszakításának hőmérsékleti

optimuma 12-36°C közé tehető. Az ingadozó hőmérséklet pedig elősegíti a csírázást (*Taylor és Rowland, 2011*).

A publikációk alapján elmondható, hogy az esetek többségében a *Stachys* nemzetség képviselőinek magnyugalma rövid ideig tartó sztratifikációt követő hormonkezeléssel feloldható. Az eljárás működőképességét jelzi, hogy ezután a magok csírázása sötétben és világosban is bekövetkezik, egyaránt ideális számukra az állandó 20°C-os, illetve alternáló értékek szolgáltatása. Ellenben serkentő hormonok nélkül a tisztesfüvek szabadföldi kelése rendkívül elhúzódó is lehet, rendszerint csak a beérést követő második tavaszon kerül rá sor (*Pinke et al., 2020*).

Kérdéses tehát, hogy a génusz fajaira jellemző dormancia-típus megtörésének lehetséges technikái, kiváltképp a szakcikkekben alkalmazott eljárasmódok és vizsgálati értékek mennyire hozhatók párhuzamba a tarlóvirágmagokon tapasztalt eredményekkel? A saját vizsgálatban többek között erre is keresem majd a választ.

2. 4. A gyommagvak nyugalmi állapota (dormancia)

Mivel kutatásunk tárgya a tarlóvirág magnyugalmának vizsgálatára, feloldására irányult, így a fejezet részletezése központi jelentőséggel bír dolgozatomban. A dormancia fogalmának meghatározása, jelentőségének ismertetése után rátérek a magnyugalom-típusok bemutatására, azok ciklikus változására. Áttekintem a kialakulásukért felelős tényezőket, a megszüntetésük lehetséges módjait, a befolyásoló környezeti faktorokat. Mivel a csírázásbiológia és az életképesség-vizsgálat szoros összefüggésben áll a talajok gyomfertőzöttségének mértéke szempontjából, így zárásként ezzel a témakörrel is foglalkozom.

2. 4. 1. A magnyugalom fogalma, jelentősége

A gyomok jellegzetes sajátossága, hogy magvaik beérését követően sem csíráznak¹ egyszerre, az életképes [ld. később 2. 4. 6. alfejezet], de épp nyugvó fázisban lévő magok hosszabb-rövidebb ideig a talajban maradhatnak, ami a dormancia jelenlétét hivatott alátámasztani. „A magnyugalom a magvak olyan élettani állapotát jelenti, amikor azok a számukra optimális feltételek közé helyezve sem csíráznak ki” (*Magyar és Kazinczi, 2002*). Ez a sajátosságuk lehetővé teszi számukra, hogy ellenálljanak az ellenük való védekezésnek, biztosítva számukra a faj fennmaradását, növelve túlélési, megtelepedési valószínűségüket (*Güleryüz et al., 2011*).

¹ A gyommagvak csírázásának folyamata: vízfelvétel (imbibálás), a légzés felgyorsulása, a tartalék tápanyagok mobilizálása az endospermiumból, a tartalék tápanyagok felhasználása (*Szekeres, 2007*).

A magnyugalomra vezethető vissza az a megállapítás, miszerint a gyommagvak csupán 10%-a csírázik ki évente (Hunyadi, 2011). A tarlóvirágra is érvényes ez a túlélési ösztön, elhúzódó, egyenlőtlen kelésével éri el, hogy a kedvezőtlen vegetációs periódus után ismét magot érlelhessen (Pinke *et al.*, 2020). A tisztesfű nemzetségbe tartozó *Satchys sylvatica* L. magjaival végzett vizsgálatok is alátámasztják a dormancia jelenlétét a *Stachys* génusz képviselőiben. A kísérlet során az ősszel frissen begyűjtött magokat hengerbe zárták és elásták a fertőtlenített, rendszeresen művelt talajba. Az első év március-áprilisában a tanulmányozott magok 75%-a, az 5. évben viszont az életképes magok csupán 2,5%-a bújtt elő (Taylor és Rowland, 2010).

A magnyugalom az élőhelyekhez való alkalmazkodás révén különböző módon alakult, sok esetben akár fajonként is eltérő lehet, más-más tényező befolyásolhatja, válthatja ki az átmeneti állapotot (Finch-Savage *et al.*, 2007).

2. 4. 2. A magnyugalom típusai

A magnyugalomnak számos típusa vált ismertté, kategorizálásukra is többféle megoldás született a kutatók egyéni prioritásai alapján (Vleeshouwers, 1995).

Az egyik ilyen csoportosítás egy, a dormans állapotot befolyásoló (indukáló, megszüntető) környezeti tényező neve után terjedt el, vagyis megkülönböztetjük a fényhiány által létrejött „fotodormanciát”, illetve az alacsony vagy magas hőmérséklet kiváltotta „termodormanciát” (Magyar és Kazinczi, 2002).

Egy másik rendszerezés szerint Baskin és Baskin (1998) az állapot beteljesülését, fennmaradását szabályozó mechanizmust (endogén, exogén), valamint annak időbeli lejátszódását tekintették alapnak (primer, szekunder). Harper (1959) szintén az időbeliség, mint kiváltó tényező szerint közelítette meg az osztályozás lehetőségét, a magnyugalom három típusát állapította meg: primer/elsődleges dormancia (innate), indukált magnyugalom (induced), kényszernyugalom (erforced). A vizsgálatok során megfigyelték, hogy az elsődleges magnyugalom kialakulása a magfejlődés során, annak utolsó fázisában következik be, az állapot fennmaradása pedig még a mag elhullása után is egy bizonyos ideig eltart (Magyar és Kazinczi, 2002). A fejlődés során a csírázást gátló abszcizinsav (ABS) szintjének csökkenése mellett a serkentő gibberellin (GS) mennyiségének emelkedése játszódik le (Pethő, 1993). Az indukált és kényszer magnyugalom manapság hasonló jelentéssel bírnak, mivel mindkettő bekövetkezésében a kedvezőtlen külső környezeti tényezők játszanak szerepet. E két kategória együttes megnevezésére használatos a szekunder/másodlagos magnyugalom kifejezés (Finch-Savage *et al.*, 2007).

Magyar és Kazinczi (2002) megemlíti a Baskin által használatos „feltételes nyugalmi állapot” szerinti megkülönböztetést is, ami átmenetet teremt a nem dormans és dormans fázis között.

Az eddigi ismeretek szerint a magnyugalom felosztására leggyakrabban a Nikolaeva által készített rendszerezést alkalmazzák, ami elkülöníti az exogén, illetve endogén magnyugalmat (Silvertown, 1999; Magyar és Kazinczi, 2002).

Az exogén (csírán kívüli) magnyugalomnak négy fajtáját különböztetjük meg, beszélhetünk fizikai, kémiai, mechanikai vagy kombinált természetű nyugalomról. Az endogén dormancia kialakulásában a csírával közvetlen kapcsolatban álló okok jutnak érvényre. A típusnak három sajátos esete van: a morfológiai, a fiziológiai és a morfofiziológiai nyugalom (Silvertown, 1999; Nagy, 2004; Pethő, 1993).

Szemléltetés céljából az 1. Táblázatban összegyűjtöttem a dormancia megnyilvánulási formáit a Nikolaeva által meghatározott besorolás szerint, valamint feltüntettem azok bekövetkezésének okát, és a megszüntetésük lehetséges módjait.

1. Táblázat A magnyugalom típusai, azok bekövetkezésének okai, valamint lehetséges megszüntetési módjai a Nikolaeva szerinti besorolás alapján

MAGNYUGALOM TÍPUSA	FORMÁJA	BEKÖVETKEZÉS OKA	MEGSZÜNTETÉSI MÓD
Endogén magnyugalom			
morfológiai	-	embrió fejletlensége	- hormon-rásegítés - csírázáshoz kedvező feltételek
fiziológiai	sekély	csökkent élettani folyamatok	- néhány hónap száraz tárolás - rövid hideg sztratifikáció - GS ₃
	közepes		- néhány hónap hidegkezelés + GS ₃
	mély		- hosszú nedves sztratifikáció
morfofiziológiai	-	kezdetben fejletlen embrió, csökkent élettani folyamatok	- téli hideg - GS ₃ + hideghatás
Exogén magnyugalom			
fizikai	-	impermeábilis sejthártya	- szkarifikáció - hőkezelés - páratartalom csökkentése
kémiai	-	csírázásgátló anyagok	- termésfal eltávolítása - áztatás
mechanikai	-	maghéj szárazsága	- sztratifikáció

Forrás: Saját szerkesztés (Magyar és Kazinczi, 2002; Pethő, 1993) adatai alapján

Ismertetésre került, hogy a különböző magnyugalom-típusoknak és azok megnyilvánulási formáinak létrejötte eltérő, így egyértelműen megszüntetésükhöz szintén heterogén beavatkozások alkalmazása célszerű, illetve eredményes.

Exogén megnyugalom

A fizikai jellegű dormanciában szenvedő magok, speciális takarószövetük, a víz számára szinte átjárhatatlan sejtrétegük révén kerültek nyugalmi fázisba, mely a páratartalom csökkentésével, hőkezeléssel vagy szkarifikációval² feloldható (Tóth, 2015; Nagy, 2004; Pethő, 1993). A kémiai természetű nyugalom hátterében a maghéjban termelődő csírázásgátló vegyületek állnak. Többnyire a fizikaival kombináltan jelentkezik, a termésfal eltávolításával, illetve áztatással megszüntethető. A mechanikai nyugalom oka a maghéj szárazsága, annak ellenállóképessége, mely természetesen, valamint mesterséges módszerekkel is mérsékelhető (Allaga, 2014; Nagy, 2004; Pethő, 1993).

Endogén megnyugalom

A fiziológiai megnyugalom során bár az embrió már fejlett, de csökkent aktivitás érvényesül, így a csírázás mégsem valósulhat meg, mivel az belsőleg akadályozva van. A kategória három további fokozatban nyilvánul meg: sekély-, közepes- és mélynyugalom. Általánosságban elmondható, hogy a szántóföldi gyomnövények magvaira a sekély nyugalmi állapot érvényes (Hilhorst, 1995). Néhány hónapos száraz tárolás vagy rövid idejű hideg sztratifikáció, illetve a megfelelő koncentrációjú és meghatározott ideig tartó gibberellin kezelés segíthet az endogén okok feloldásában. A közepes, valamint a mély nyugalmi stádium jelenléte a hazai gyomflórára nem jellemző (Magyar és Kazinczi, 2002). Annyi megállapítást azonban érdemes tenni, hogy amennyiben az embrionális fejlődés során bekövetkező hormonváltozáskor a stimuláló hormonok (auxinok, citokininek, gibberellinek) mértéke lecsökken, de az ABS és egyéb antagonisták mértéke nem emelkedik, akkor sekély megnyugalomról, ellenkező esetben mélynyugalomról beszélhetünk (Pethő, 1993; Pethő, 1998; Szekeres, 2007).

A morfológiai megnyugalom abban az esetben áll fenn, amikor a magban az embrió még fejletlen, hormon rásegítésével azonban megtörhető az átmeneti állapot. A morfofiziológiai dormans állapot során a kezdetben fejletlen embrió nedves és meleg (10-15°C) körülmények között 2-3 hónap alatt morfológiailag teljes értékűvé válik, csírázása mégsem indul meg azon az éven (csak a jövő tavasszal), ugyanis fiziológiailag aktivitása még gátolt. A szaporítószervben lezajló hormonális változások a téli hideg (0-3°C) hatására bekövetkeznek. Amennyiben mesterségesen szeretnénk felgyorsítani a folyamatot, a gibberellin kezelés serkentőleg hathat, de a hideghatás is mindenképpen szükséges (Allaga, 2014; Pethő, 1993).

² maghéj karcolása

2. 4. 3. A magnyugalom ciklikussága

Korábban szóba került, hogy a gyommagvak csírázása nem folyamatos, a fennmaradás érdekében az egyedeknek különböző időpontokban oldódik fel a dormanciája (*Hunyadi, 2011*).

Ismerjük továbbá, hogy amennyiben kedvező környezeti tényezők mellett sem történik meg a magvak csírázása, primer magnyugalomban vannak, megszakításuk ökológiai faktorok függvénye (*Qianqian et al., 2006*). Egyfajta ciklikusság jellemzi dormanciájukat, mivel a „nyugalmi fázisból” „nem nyugalmi fázisba” kerülve egy idő után ismét dormans állapotba kerülhetnek. A köztes időintervallum meghatározásában van jelentősége *Baskin és Baskin* (1998) „feltételes nyugalmi állapot” megnevezésének. A magnyugalom fokozatos megszűnése során a magvak először ebbe a stádiumba kerülnek, amikor is szűk környezeti feltételek biztosítása esetén már megkezdődik a csírázásuk. Az idő előrehaladtával nyugalmuk, ezáltal pedig igényeik egyre csökkennek, tágabb feltételek mellett is képessé válnak a csírázásra. Abban az esetben, ha a környezet mégsem felel meg elvárásaiknak, ún. „másodlagos dormancia” bekövetkezése lehetséges. Léteznek azonban olyan helyzetek is, amikor a friss magok csírázása akár azonnal megtörténik (*Magyar et al., 2011*).

2. 4. 4. A magok nyugalmi állapotára ható külső környezeti tényezők

Az előzőekben tett részletezések tanúsítják a (gyom)magvak dormanciájának genetikai meghatározottságát, érdemes azonban kifejteni a külső környezeti faktorok befolyásoló szerepét is, hiszen a nyugalmi állapot megszűnésének idejét nagy mértékben determinálják (*Finch-Savage et al., 2006*). A víztartalom, a fényviszonyok, a hőmérséklet, a gázok, illetve a szerves és szervetlen anyagok elérhetősége egyfajta jelbemenetként szolgálnak annak deklarálására, hogy a magvak dormans fázisban maradnak, vagy elkezdenek csírázni. Fontos kérdés a tényezők egymásra gyakorolt hatásának serkentő vagy gátló mivolta a magnyugalom szempontjából (*Yan és Chen, 2020*). Kísérletek széles köre jelzi a hőmérséklet befolyásoló szerepének fokozott mértékét (*Arana, 2016*).

Általában elmondható, hogy a nyári egyévesek (mint a tarlóvirág) 8-30°C közötti talajhőmérsékleten csíráznak, és az alternáló értékek kedvezőbbek számukra, ami valószínűleg a felső 5 cm-es talajfelszín nagy hőmérséklet-ingadozásával hozható párhuzamba. Szintén bizonyított, hogy utóérésükhöz hideghatást igényelnek. Szakirodalmak támasztják alá a hőmérséklet és fény szinergista hatását a csírázás során, sötétben magasabb csírázási arány érhető el, ha közben alacsony hőmérsékletet szolgáltatunk (*Magyar és Kazinczi, 2002*).

Kisebb-nagyobb mértékben a termesztési hely földrajzi fekvése, a terület kitettsége is szolgálhat szabályozó tényezőként. Míg a déli fekvés fokozza, addig a tengerszint feletti

magasság emelkedése csökkenti a magnyugalmat. A talaj típusa is szerepet játszik a dormans állapot alakulásában, mélyrétegű vályogtalajon erőteljesebben jelentkezik, mint láptalajon. Elmondható, hogy a nem megfelelő makro- és mikroelem-ellátottság gátló hatással lehet a csírázásra, a magasabb kalcium- és foszforszint serkenti, a kálium mennyisége viszont mérsékli a nyugalmi fázist (Nagy, 2004). A tarlóhántás utáni kultivátorozás során talajba került gyommagvak dormanciája megszakadhat azáltal, hogy nem kap fényt. A műtrágyák nitrít- és nitráttartalma stimulálhatja az átmeneti periódust (Pinke és Pál, 2005).

2. 4. 5. A magnyugalom megszüntetését célzó mesterséges eljárások

Míg a magnyugalom bekövetkezéséhez valamilyen, a mag csírázásához elengedhetetlen feltételnek a hiánya járul hozzá, addig annak feloldásához, a szükséges tényező(k)nek a fellépése, vagy egyéb, akár mesterségesen előidézett csírázást kiváltó hatás(ok)nak a megteremtése indokolt. Mivel a gátló okok között szerepel a mag számára nem megfelelő hőmérséklet, nedvesség vagy akár megvilágítási viszonyok fennállása, így ezeknek a faktoroknak a laboratóriumi körülmények között történő szimulálása döntő jelentőségű a sikeres kísérlet eléréséhez (Penfield, 2017). Előbbi két komponens egy időben történő biztosításának a legjobb példája a sztratifikáció, vagyis a nedves homokban történő rétegezés. Számos mag bizonyos ideig tartó hideghatást igényel dormanciájának felfüggesztéséhez, amihez szintén hozzájárul az előbb említett eljárás, illetve exogén gibberellinnel történő kezeléssel ki is váltható a növényeknek ezen igénye (Ördög és Molnár, 2015). Ismert ugyanis a növényi hormonok morfogenezisben betöltött gátló vagy serkentő hatása, a gibberellinek pedig olyan utóbbihoz tartozó endogén regulátorok, amik lehetővé teszik a dormans stádium leküzdését, indukálva ezáltal a magvak csírázását, a folyamat gyorsabb végbemenetelét (Vishal és Kumar, 2018; Cornea-Cipcigan et al., 2020; Fehér, 2019). További kísérletek viszont azt is bebizonyították, hogy külső hormonkezelés nélkül egyes növények hideghatásra szoruló magvainak sztratifikációja nem elegendő a növények aktív gibberellin szintjének megemeléséhez, hanem azt követő magasabb hőmérsékleten történő tárolásukra is szükség van (Pethő, 1993).

2. 4. 6. A gyommagvak életképessége a talajban

A főfejezet elején tettem utalást a csírázásbiológia és az életképesség szoros összefüggéséről. Miután az előzőekben a magnyugalmi állapot, és azok létrejöttében/megszűnésében résztvevő tényezők részletezésre kerültek, így a magok életképességének szerepét tartom még fontosnak áttekinteni, hiszen egy csíráztatási kísérlet első lépése ennek a vizsgálatnak (TTC teszt) az elvégzése.

Bár igaz, hogy egy faj vagy növénypopuláció regenerációs képessége, természetes megújulása az adott terület magbankján alapul, de egy tábla gyomfertőzöttségének mértékét „csak” a talajban lévő életképes magok mennyisége determinálja (Kiss, 2015; Graham és Page, 2018). A magok életképességére használatos kifejezést az angol nyelv megkülönbözteti, tehát a csírázóképes magok aránya, azaz a csírázóképeség (viability), és a csírázóképeség megőrzésének ideje, vagyis az élettartam (longevity) elkülönítésére más definíciót használ (Tóth, 2015).

A növények magbank-típus besorolására több próbálkozás történt, a legelterjedtebbé Thompson három kategóriát magában foglaló osztályozási rendszere vált. A talajban lévő magok életképessége alapján léteznek tranziens magbankkal (<1 év), rövid távú perzisztenciával (1-5 év), valamint hosszú távú perzisztenciával (>5 év) rendelkező fajok (Thompson et al., 1993; Tóth, 2015; Kazinczi és Magyar, 2003).

A gyommagvak a talajban hosszabb ideig megtartják életképességüket, ezen tulajdonságuk alátámasztására szolgálnak a néhány évig, sőt évtizedig folytatott csíráztatási tartamkísérletek (Molnár et al., 2015). A leghíresebbek közé tartoznak Duvel és Kozma vizsgálatai, valamint a stoneville-i gyomkutatási központban elért eredmények, melyekből megállapítható, hogy néhány faj, akár több száz évig is életképes maradhat a talajban (Szentés et al., 2016; Hunyadi, 2011). Az életképességet nagyban befolyásolja az emberi tevékenység, ugyanis a kijuttatott herbicidek és a talajművelés következtében fellépő maghozam-csökkenés mellett egyaránt okozza az életképes magok számának mérséklődését is. A talajmozgatások során felszínre került szemek, a szélsőséges időjárási tényezőknek (meleg, szárazság, fagy, szél) kitéve, rövid idő alatt elveszítik életképességüket. Közte és a magméret között szintén negatív korreláció figyelhető meg (Pinke, 2014; Thompson, 1987). A magvak egy része az alsóbb talajszintekbe jutva elveszíti csíráképességét. A tanulmányok mégis azt igazolják, hogy a mélyebb rétegek magjai tovább tartják fenn életképességüket, és belőlük mintát véve, azok nagyobb arányban csíráznak ki, mint ugyanazon faj felszínközeli termései. Molnár V. Attila így fogalmaz a 2015-ben megjelent „*Meddig életképesek a magvak? Növények Csipkerózsika-álma*” c. publikációjában: „*A magok olyan hosszú ideig őrzik meg életképességüket, amennyi idő szükséges volt a mélyebb rétegben való feldúsuláshoz*” (Molnár et al., 2015). Az érettség előrehaladtával pedig ezen tulajdonságuk egyre fokozódik. Elmondható, hogy a magvak talajban való fennmaradásának két alapvető fiziológiai feltétele van, a dormanciával a csírázást el kell kerülni, és közben az életképességet meg kell őrizni (Murdoch és Ellies, 2000).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3. 1. A felhasznált tarlóvirágmagok begyűjtési körülményei

A kutatás során felhasznált magok döntő többsége egy 2020 nyarán méhlegelőül szolgáló várbalogi facéliatarlón gyűjtött tarló tisztesfű-egyedekről származnak. A növények gyűjtését azon év szeptemberében 9 bér munkás kézi munkaerővel 10 órán át végezte. A betakarított termény kiegészítésre került továbbá a Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karának növényorvos hallgatói által Mosonmagyaróvár és Halászi környéki gabonatarlókról szedett néhány zsák növényével. A begyűjtött kísérleti alapanyag feldolgozására (kiterített fólián többször átforgatva történő szárítás, széna darálása, biomassza átdolgozása, rostálás, kézi átszitálás és átszelelés) a Szűcs Agro Kft. mosonudvari telephelyén került sor. Az október végi befejező munkálatok végeredményeként 5,3 kg tarlóvirágmag állt rendelkezésre tanulmányozás céljából.

3. 2. A kísérleti terv ismertetése

Az alábbi kísérleti terv a vizsgálat menetének ismertetésére szolgál. A főfejezet további részében a lépések részletezésével kívánom felvázolni a kutatás módszertanát.

Kísérleti terv a tarlóvirág (*Stachys annua* L.) magnyugalmanak megszüntetésére

I. Kísérlet indítása: [0. nap]

I/a. A magvak életképességének meghatározása TTC teszt segítségével (50 db mag)

I/b. Kezdeti csírázóképeség meghatározása:

- A. termosztát: 14 óra fény/20°C és 10 óra sötét/10°C [2 x (5 x 50 db mag)] → **értékelés:** 2. nap, 7. nap, 15. nap és 21. nap
- B. termosztát: 24 óra sötét/20°C [2 x (5 x 50 db mag)] → **értékelés:** 2. nap, 7. nap, 15. nap és 21. nap

I/c. Sztratifikáció (nedves homokban rétegzés):

- A tarlóvirágmagok elhelyezése külön-külön nylon harisnyákba (a meglévő összes tisztított magot két egyenlő részletre osztva).
- A harisnyákat 2 db nedves homokba töltött edénybe temetjük, majd az egyik edényt (C) 5°C, a másikat (W) pedig 21°C hőmérsékleten tároljuk 4, illetve 8 hétig.

II. A II. vizsgálat indítása: [4 hétig nedves homokban tárolt magokkal]

- A. termosztát: 14 óra fény/20°C és 10 óra sötét/10°C [C: 2 x (4 x 50 db mag) + W: 2 x (4 x 50 db mag)] → **értékelés:** 2. nap, 7. nap és 15. nap

- *B. termosztát: 24 óra sötét/20°C [C: 2 x (4 x 50 db mag) + W: 2 x (4 x 50 db mag) → értékelés: 2. nap, 7. nap és 15. nap*

III. A III. vizsgálat indítása: [8 hétig nedves homokban tárolt magokkal]

- *A. termosztát: 14 óra fény/20°C és 10 óra sötét/10°C [C: 4 x 50 db mag + W: 4 x 50 db mag]*
 ➤ *B. termosztát: 24 óra sötét/20°C [C: 4 x 50 db mag + W: 4 x 50 db mag]*

3. 2. 1. A beállított kezelések ismertetése

A kutatás során 16-féle kezelés került beállításra [ld. 2. Táblázat], az I. vizsgálat során 4 db, a II. vizsgálat esetén 8 db, a III. vizsgálatnál pedig szintén 4 db.

2. Táblázat A kísérlethez beállított kezelések

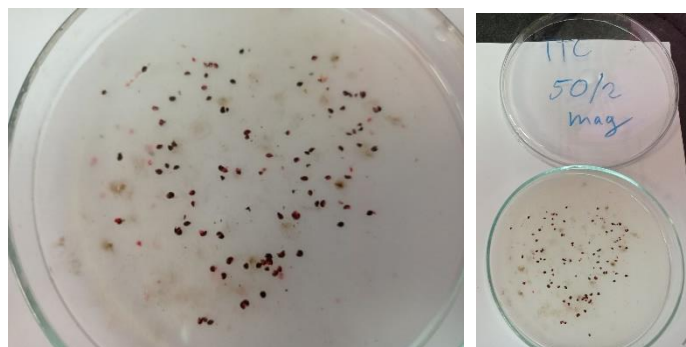
	24 óra sötét/20°C				14 óra fény/20°C és 10 óra sötét/10°C			
I. vizsgálat frissen gyűjtött magok	D.V.		GS ₃		D.V.		GS ₃	
	24 óra sötét/20°C				14 óra fény/20°C és 10 óra sötét/10°C			
II. vizsgálat 4 hétig sztratifikált magok	HS		MS		HS		MS	
	D.V.	GS ₃	D.V.	GS ₃	D.V.	GS ₃	D.V.	GS ₃
	24 óra sötét/20°C				14 óra fény/20°C és 10 óra sötét/10°C			
II. vizsgálat 8 hétig sztratifikált magok	HS		MS		HS		MS	
	D.V.		D.V.		D.V.		D.V.	

Forrás: Saját szerkesztés

3. 2. 2. A magok életképességének meghatározása TTC teszt segítségével

A magok életképességének meghatározásához az egyik leggyakrabban használatos kémiai módszert, a TTC festést alkalmaztuk. Az eljárás gyakoriságának, megbízhatóságának ellenére a teszt elvégzése az olyan kismagvú növény esetében, mint a tarlóvirág kimondottan körülményesnek mondható. Mivel a módszer lényege abban áll, hogy a színtelen redoxiindikátor, ami jelenleg a 2,3,5-trifenil-tetrazólium-klorid, vagyis a TTC az élő sejtek szövetlégzése révén redukálódik és pirosan megfesti a szövetet, ezért a magokat a vizsgálat előtt ketté kellett vágni, hogy a színreakció végbemehessen.

A 2. Ábra jól szemlélteti, hogy a próba végeredményeképp az életképes magok pirosra színeződtek. Megállapításra került, hogy 50 magból 45 mag életképes, azaz a begyűjtött *S. annua* magvak 90%-os életképességgel rendelkeztek.



2. Ábra Tarlóvirágmagok életképességének vizsgálata

A pozitív fejlemények ismeretében a lehetőség adott volt a kutatómunka folytatására.

3. 2. 3. A kezdeti csírázókéesség vizsgálata

Az I. vizsgálat beállítására 2020. november 10-én került sor, célja a frissen begyűjtött magok kezdeti csírázókéességének meghatározása volt.

Első lépésként a felhasználni kívánt magtételt folyó csapvíz alatt megmostuk, azt követően 4 percig 50%-os higítású etanolban áztattuk, majd desztillált vízben átöblítettük, végül leszűrtük [ld. 3. Ábra]. Nagyon fontos szempont volt a vizsgálatok elvégzésénél a steril körülmények (eszközök), illetve fertőtlenített magok biztosítása, elkerülve általuk a kultúrák penészesedését, kockáztatva a felmérés sikertelenségét.



3. Ábra Tarlóvirágmagok tisztítása és felületi fertőtlenítése

A megtisztított magok egy részét desztillált vízbe (D.V.) itatott szűrőpapírokra helyeztük el Petri-csészékben (10x50 db mag) - ez szolgált kontroll kezelésként -, majd ezt az ismétlésszámot megtartva, 250 ppm koncentrációjú GS₃ oldattal átitatott szűrőpapírokra ugyanekkora tételeket válogattunk ki. Ezt követően a kontroll, valamint a hormonkezelt mintákat két részre osztva, 24 órás sötétben állandó 20°C-on, illetve alternáló értékekre (14 óra

fény/20 °C és 10 óra sötét/10 °C) beállított termosztátokban tároltuk a vizsgálat végéig. A kiértékelések a beállítástól számított 2., 7., 15. és 21. napon történtek zöld fényben, megakadályozva ezzel a magok fény hatására történő természetes csírázását. A megfigyelések kezdeti gyakorisága a csírázás beindulásának minél pontosabb determinálására szolgált.

3. 2. 4. A második vizsgálat előkészítése, a sztratifikáció

Még az első kísérlet beállításának napján megkezdődött a megmaradt tarlóvirágmagok nedves homokban történő rétegezése. A magokat két nylon harisnyába töltöttük, majd egy-egy átnedvesített homokkal töltött vödörbe tettük [ld. 4. Ábra]. Az egyik kezelés hőmérsékletét 5°C-ban (hideg sztratifikáció), a másikat pedig szobahőmérsékleten (21°C) (meleg sztratifikáció) határoztuk meg.



4. Ábra Sztratifikációhoz előkészített tarlóvirág-magminta

3. 2. 5. A második vizsgálat beállítása

A második vizsgálat (2020. december 08.) alkalmával a 4 hétig sztratifikált magokat használtuk fel. Az előkészületek az első kísérlettel megegyeztek, annyi különbséggel, hogy itt 1,5-szer több minta készítésére volt szükség, viszont az egyes kezeléseket kevesebb, 5 helyett csak 4 ismétléssel végeztük. A hideg nedves (HS), valamint a meleg nedves (MS) homokban tartott magokból összeállítottuk a kontroll (8 db HS és 8 db MS) és hormonkezelt mintákat (8 db HS és 8 db MS), majd elhelyeztük őket az első vizsgálat szerinti állandó (24 óra sötét/20°C), illetve alternáló megvilágítást és hőmérsékletet (14 óra fény/20°C és 10 óra sötét/10°C) biztosító termosztátokban. Az értékelésekre a beállítástól számított 2., 7. és 15. napon került sor.

3. 2. 6. A harmadik vizsgálat beállítása

A harmadik vizsgálat (2021. január 05.) során kizárólag desztillált vízben átitatott szűrőpapírokra helyeztük el a 8 hétig nedves homokban rétegzett magokat. A második kísérlet kontrolljával azonos mintaszámot készítettünk (8 db HS és 8 db MS), amiket 2 hétig a

termosztátokban csíráztattunk. A kiértékelések - az összehasonlítás könnyítése és hitelessége végett - szintén a beállítástól számított 2., 7. és 15. napon zajlottak.

3.3. Statisztikai elemzések

A kísérleti eredmények kiértékeléséhez, a statisztikai analízisek elvégzéséhez az Excel Adatelemzés bővítményét vettem igénybe. Az adatok normalitásvizsgálatát Sharipo-Wilk teszttel vizsgáltam a JASP 0.16.1.0 statisztikai programban [ld. 5. Ábra].

Descriptive Statistics ▼		
Valid	GS ₃ sötét	GS ₃ alternáló
Missing	175	175
Mean	40.000	43.750
Std. Deviation	2.160	5.123
Shapiro-Wilk	0.927	0.971
P-value of Shapiro-Wilk	0.577	0.850
Minimum	38.000	37.000
Maximum	43.000	49.000

5. Ábra A GS₃ sötét - GS₃ alternáló kezelés-kombináción elvégzett normalitásvizsgálat eredménye (Sharipo-Wilk teszt)

Kiszámoltam az egyes Petri-csészék magtételének csírázási százalékát, továbbá ANOVA elemzést végeztem a kutatási módszerek csírázást indukáló hatásának számszerű megfigyelésére. Mindegyik vizsgálat esetében a 3. értékelés ismétléseinek adatait hasonlítottam össze egytényezős varianciaanalízis segítségével [ld. 6. Ábra].

VARIANCIAANALÍZIS						
Tényezők	SS	df	MS	F	p-érték	F krit.
Csoportok között	3,125	1	3,125	3,26087	0,12097877	5,987378
Csoporton belül	5,75	6	0,958333			
Összesen	8,875	7				

6. Ábra A GS₃ sötét - GS₃ alternáló kezelés-kombináció egyszempontos varianciaanalízisének eredménye

A kapott eredményeket kétmintás t-próba elvégzésével is megerősítettem. Ezt követően az egyszerre tanulmányozott két csoport átlagainak ismeretében kiszámoltam az 5%-os szignifikanciaszinthez tartozó azon maximális hibát (SzD_{5%}), ami még a véletlen ingadozásának tudható be. Ehhez az Excel INVERZ.T(szig;szf) függvényét alkalmaztam.

Az ANOVA elemzések után homoszkedasztikusság vizsgálatot végeztem Levene-teszt segítségével, mely alátámasztotta az adatok szórásának homogenitását. A 7. Ábra az egyik kezelés-kombináción (GS₃ sötét - GS₃ alternáló) belüli variancia összehasonlítását mutatja.

VARIANCIAANALÍZIS

<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	0,125	1	0,125	0,375	0,562764	5,987378
Csoporton belül	2	6	0,333333			
Összesen	2,125	7				

7. Ábra A GS₃ sötét - GS₃ alternáló kezeléspár egyszempontos varianciaanalízisének homoszkedasztikusság vizsgálata

4. VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

A fejezetben, a tarlóvirág magnyugalmának laboratóriumi körülmények között történő megszüntetésére irányuló kísérlet vizsgálati eredményeinek bemutatása, azok értékelése, tanulmányozása következik.

4. 1. A csíráztatási eredmények ismertetése

Az egyes alfejezetekben részletezem az alkalmazott eljárásoknak a magok csírázására gyakorolt hatását, illetve keresem a kezelések közötti lehetséges összefüggéseket. A vizsgálat során 16-féle kezelést állítottunk fel [ld. korábban 2. Táblázat] a gibberellin, a hőmérsékleti és megvilágítási viszonyok, továbbá a sztratifikáció impressziójának megfigyelése szempontjából. A varianciaanalízisek elvégzése során 5%-os szignifikancia-szintet határoztam meg.

3. Táblázat Az egyes kezeléspárok csírázási arányának összehasonlítására irányuló hipotézisvizsgálata a p-érték, valamint a szignifikáns differencia (SzD_{5%}) feltüntetésével

	Összehasonlított kezelések	p-érték	SzD _{5%}	hipotézisvizsgálat eredménye
I.	D.V. sötét - GS ₃ sötét	2,59E-08	2,642967	szignifikáns
	D.V. alternáló - GS ₃ alternáló	3,38E-06	6,376854	szignifikáns
	D.V. sötét - D.V. alternáló	0,040058	1,17137	szignifikáns
	GS ₃ sötét - GS ₃ alternáló	0,226063	6,802752	nem szignifikáns
II.	D.V. 4 HS sötét - GS ₃ 4 HS sötét	0,207031	0,865114	nem szignifikáns
	D.V. 4 MS sötét - GS ₃ 4 MS sötét	1,05E-08	2,712837	szignifikáns
	D.V. 4 HS alternáló - GS ₃ 4 HS alternáló	1	1,997895	nem szignifikáns
	D.V. 4 MS alternáló - GS ₃ 4 MS alternáló	1,12E-07	2,912408	szignifikáns
	D.V. 4 HS sötét - D.V. 4 HS alternáló	0,228258	1,367865	nem szignifikáns
	D.V. 4 MS sötét - D.V. 4 MS alternáló	0,040058	1,17137	szignifikáns
	GS ₃ 4 HS sötét - GS ₃ 4 HS alternáló	0,120979	1,693798	nem szignifikáns
	GS ₃ 4 MS sötét - GS ₃ 4 MS alternáló	8,6E-05	3,803879	szignifikáns
	D.V. 4 HS sötét - D.V. 4 MS sötét	0,390259	1,321483	nem szignifikáns
	D.V. 4 HS alternáló - D.V. 4 MS alternáló	0,024008	1,223456	szignifikáns
	GS ₃ 4 HS sötét - GS ₃ 4 MS sötét	5,99E-09	2,522219	szignifikáns
	GS ₃ 4 HS alternáló - GS ₃ 4 MS alternáló	3,14E-07	3,313134	szignifikáns
III.	D.V. 8 HS sötét - D.V. 8 MS sötét	0,462605	3,119213	nem szignifikáns
	D.V. 8 HS alternáló - D.V. 8 MS alternáló	0,355918	0,611728	nem szignifikáns
	D.V. 8 HS sötét - D.V. 8 HS alternáló	0,355918	3,05864	nem szignifikáns
	D.V. 8 MS sötét - D.V. 8 MS alternáló	1	0,865114	nem szignifikáns

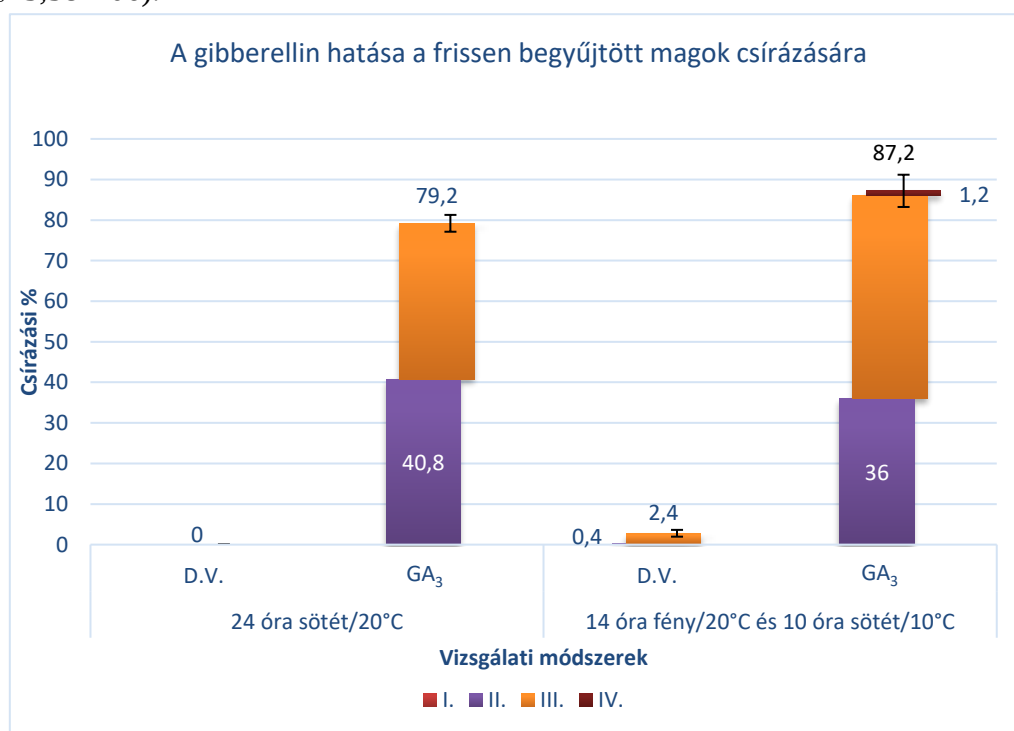
Forrás: Saját szerkesztés a kísérlet eredményei alapján

A 3. Táblázat szemlélteti, hogy mely kezelések csírázási értékeit viszonyítottam egymáshoz, valamint feltüntettem a hipotézisvizsgálatok eredményét és azt a legnagyobb különbséget, amit ennél a szintnél még a véletlen ingadozása okoz ($SzD_{5\%}$). A későbbi elemzéseimben a statisztikai szignifikancia megállapítását az egyes kezeléspárok között ezen táblázat adataiból veszem.

4. 1. 2. A gibberellin hatása a magok csírázására

Az I. vizsgálat csírázási százalécai abszolút mértékben tükrözik a gibberellin, tarlóvirágmagra gyakorolt csírázást serkentő hatását [ld. 8. Ábra]. A gibberellin rásegítése nélkül indított kezelések (D.V.) azt a célt szolgálták, hogy egyrészt alátámaszthassuk a tarlóvirágra jellemző magnyugalom jelenlétét, másrészt, hogy megfigyelhessük a GS_3 hormon magnyugalmat feloldó befolyásának mértékét a fajnál, harmadrészt pedig, hogy képet kaphassunk a tarló tisztesfű szabadföldi kelésének - hozzávetőleges - időbeliségéről.

Mind állandó sötétben 24°C -on, mind alternáló értékek mellett lényeges szignifikáns különbség következett be a kontroll és a gibberellinnel kezelt minták között ($p_{\text{sötét}}=2,59\text{E}-08$; $p_{\text{alternáló}}=3,38\text{E}-06$).

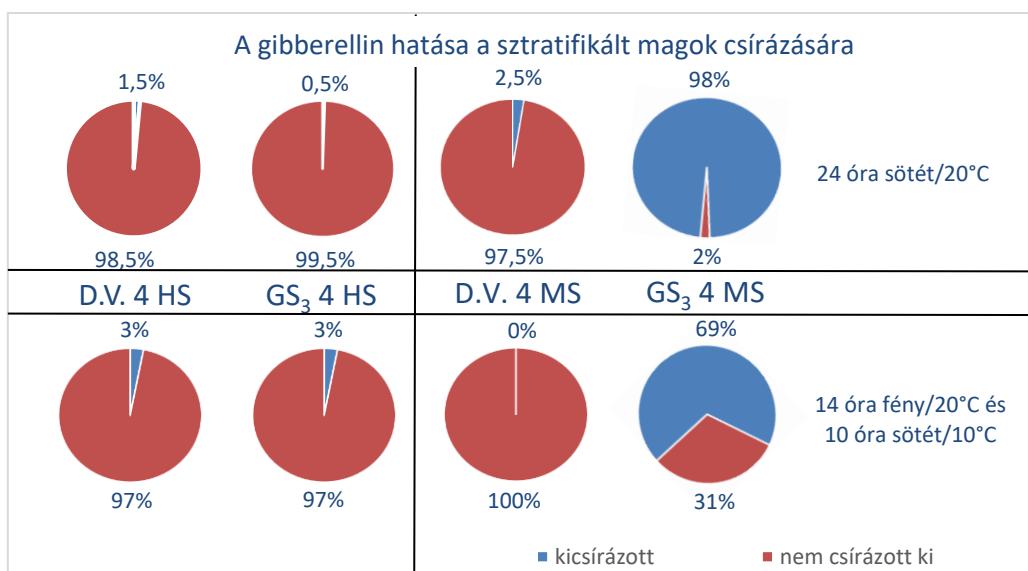


8. Ábra A gibberellinnel (GS_3) kezelt tarlóvirágmagok csírázási eredményének (%) összehasonlítása a kontroll kezelés (D.V.) eredményével állandó, illetve alternáló értékek mellett (I. vizsgálat); A hibásávok a standard hiba mértékét jelzik.

Megfigyeltük, hogy a kísérlet beállítását követő 2. napon egyetlen mag sem csírázott ki. A sötétben tárolt, desztillált vizes szűrőpapírra helyezett magok a kiértékelés 21. napjára sem

mutattak változást, és alternáló értékek között is csak minimális csírázási arány (2,4%) volt tapasztalható. A 7. napra a gibberellinnel kezelt magok teljes sötétben nagyobb százalékban (40,8%) csíráztak ki, mint alternáló hőmérsékleten (36%). A 15. napra ez az arány megfordult az alternáló értékek (87,2%) javára, sőt esetükben a vizsgálat utolsó hetében további 1,2%-os csírázás volt tapasztalható, míg állandó feltételek mellett már nem mutatkozott változás.

A II. vizsgálat 4 hétig hideg homokban rétegzett, sötétben tárolt magjainak csupán néhány százaléka mutatott csírázást (D.V.:1,5% > GS₃: 0,5%) a kísérlet végére [ld. 9. Ábra], az ANOVA elemzés pedig alátámasztotta, hogy szignifikáns eltérés nincs a „D.V. 4 HS sötét - GS₃ 4 HS sötét” kezeléspár közt ($p=0,207031$). Ezek a minták szintén nem különböznek egymástól szignifikánsan, ha alternáló hőmérsékletet és megvilágítást biztosítunk számukra ($p=1$). Az eredmény szemmel látható volt, 3%-os csírázást produkáltak mind a kontroll, mind a gibberellinnes kezelések magjai.



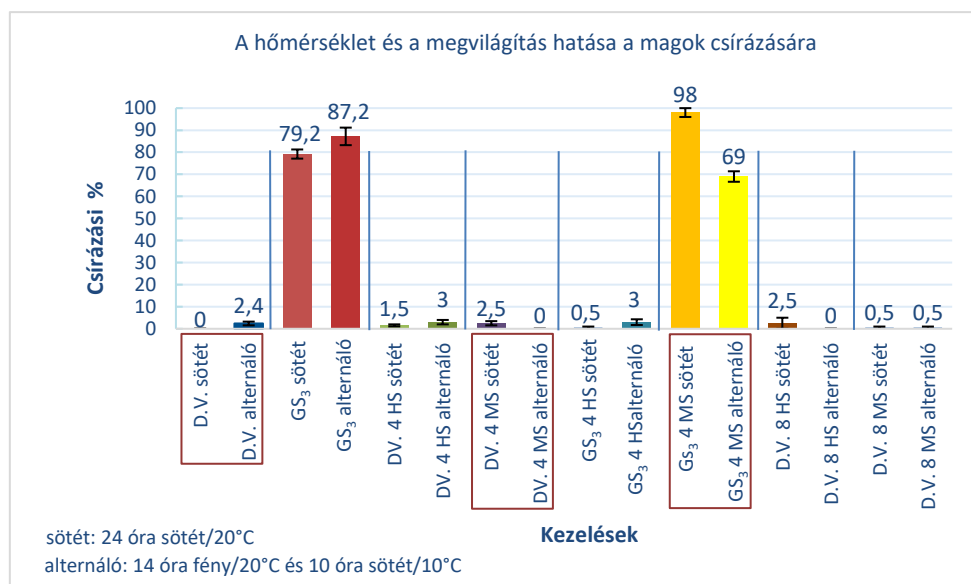
9. Ábra A gibberellin (GS₃) hatása a 4 hétig hideg (HS), illetve meleg (MS) nedves homokban sztratifikált magok csírázására állandó és alternáló értékek mellett (II. vizsgálat)

A meleg sztratifikációban részesített desztillált vizes (D.V. 4 MS), illetve hormonkezelt (GS₃ 4 MS) magok nyugalmi állapotának alakulásában viszont jelentős devianciát figyeltünk meg. A szignifikáns különbség az A (alternáló) és a B (sötét) termosztátban elhelyezett mintáknál egyaránt megnyilvánul ($p_{\text{alternáló}}=1,12\text{E-}07$; $p_{\text{sötét}}=1,05\text{E-}08$). A gibberellin hatása szembetűnő, 24 óra sötétben 20°C-on a magok 98%-át indukálta csírázásra, míg GS₃ rásegítése nélkül elenyésző 2,5% indult fejlődésnek. A hormon változó faktoroknál (14 óra fény/20°C és 10 óra sötét/10°C) kevesebb, a magok alig több, mint $\frac{2}{3}$ -ának szüntette meg a dormanciáját, de ez mégis tekintélyes eredménynek mondható, szemben a kontroll 0%-os arányával.

4. 1. 3. A hőmérséklet és a megvilágítás hatása a magok csírázására

Kísérletünk fontos lépése volt megfigyelni a hőmérséklet és a megvilágítási viszonyoknak a tarlóvirágmagokra kifejtett hatását. A kapott eredményeket a 10. Ábrában gyűjtöttem össze, egymás mellett feltüntetve az azonos módon kezelt minták sötétben, illetve alternáló körülmények között tárolt ismétlését.

Az I. vizsgálat során beállított kezelések eredményei azt jelzik, hogy a 24 óra sötét/20°C, valamint a 14 óra fény/20°C és 10 óra sötét/10°C közé helyezett kontroll minták (D.V. sötét – D.V. alternáló) csírázása között szignifikáns különbség ($p=0,040058$) van. Alternáló értékek mellett a magok 2,4%-a csírázott ki, állandó sötétben viszont a megfigyelt 5x50 mag egyikénél sem szűnt meg a magnyugalom. A gibberellin kezelés hatására mindkét termosztátba helyezett mintánál magas csírázási arányt értünk el, így a kezelések (GS₃ sötét - GS₃ alternáló) eredményei nem különböznek szignifikánsan ($p=0,226063$).



10. Ábra A hőmérséklet és a megvilágítás hatása a magok csírázására (I-II-III. vizsgálat); A hibasávok a standard hiba mértékét jelzik.

A II. vizsgálat alkalmával a 4 hétig hideg nedves homokban sztratifikált, desztillált vizes szűrőpapírokra (D.V. 4 HS) helyezett magok sötétben, illetve alternáló körülményeknél bekövetkezett csírázásában nincs érzékelhető szignifikáns különbség ($p=0,228258$). A szintén hormonkezelés nélküli, ugyanakkor meleg sztratifikációban részesített (D.V. 4 MS) ismétlések között ($p=0,040058$) viszont észlelhető a szignifikáns differencia. A gibberellines kezelések varianciaanalízise a kontrolléval megegyező eredményeket mutatta ki, vagyis hideg sztratifikáció esetén a minták (GS₃ 4 HS sötét - GS₃ 4 HS alternáló) nem különböznek szignifikánsan ($p=0,120979$), meleg homokban rétegzett magoknál (GS₃ 4 MS) viszont igen ($p=8,6E-05$). A hideg sztratifikációs módszer során (D.V. és GS₃ egyaránt) az alternáló

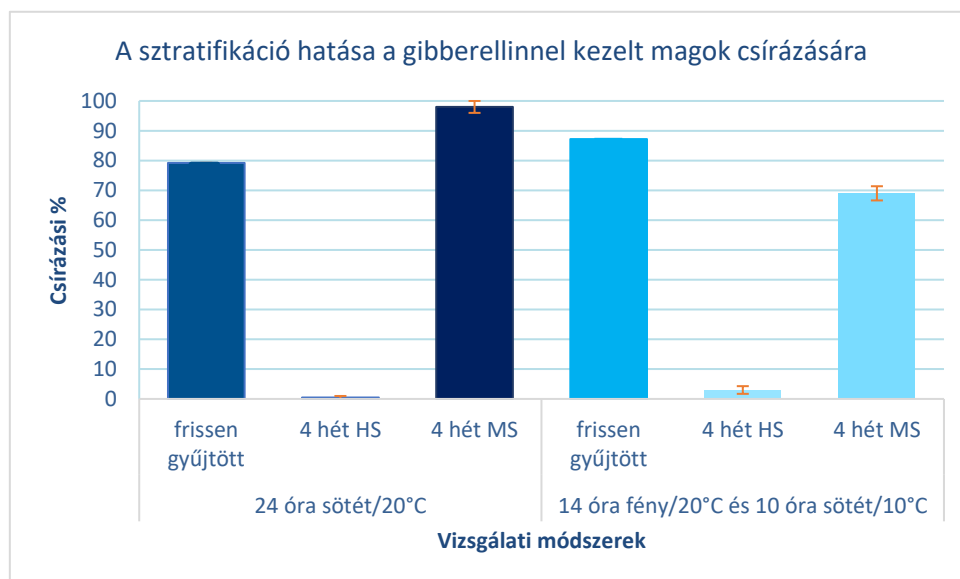
körülmények fejtettek ki magasabb csírázást (3-3%), míg a meleg sztratifikációs eljárásnál sötétben bizonyult eredményesebbnek a kísérlet (D.V.: 2,5%; GS₃: 98%).

A III. vizsgálatkor beállított kezeléseket összehasonlítva, egyik között sem demonstrálható szignifikáns különbség (kísérlet eredményeit ld. később 4. 1. 4. 2. alfejezet).

4. 1. 4. A sztratifikáció hatása a magok csírázására

4. 1. 4. 1. A sztratifikáció hatása a gibberellinnel kezelt magok csírázására

A magok 4 hétig hideg és meleg nedves homokban történő rétegezése a II. vizsgálat tárgyát képezi. Lényegi kérdésnek tartom ugyanakkor összevetni az e módon kezelt magok csírázásának mértékét az I. vizsgálat elemzéseinek alapjául szolgáló frissen begyűjtött magokéval. A 11. Ábra szemlélteti az egyes eljárasmódokat és a hozzájuk tartozó csírázási százalékokat, gibberellinnel kezelt magok esetén.



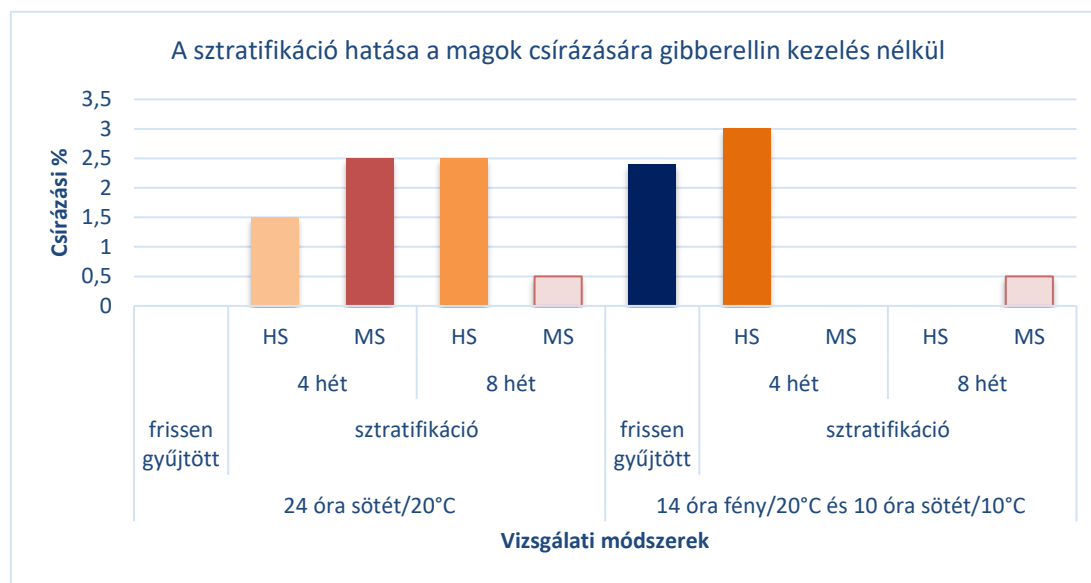
11. Ábra A sztratifikáció hatása a gibberellinnel kezelt magok csírázására (%) állandó és alternáló értékek mellett (I-II. vizsgálat); A hibaszávok a standard hiba mértékét jelzik.

A hideg és meleg homokban sztratifikált magok csíráztatási eredményei szignifikánsan különböznek egymástól, akár állandó ($p=5,99E-09$), akár alternáló ($p=3,14E-07$) értékeket szolgáltatunk számukra. Ránézésre is szemmel látható a diszkrepancia, sötétben a meleg sztratifikáció okozta 98%-os csírázáshoz a hideg sztratifikáció 0,5%-os szintje párosul. 14 óra fény/20°C-ot követő 10 óra sötét/10°C-on pedig a HS 3%-a áll szemben az MS 69%-ával. Ezek a százalékok igazolják azt a tényt, hogy a gibberellin képes helyettesíteni a magvak nyugalmi stádiumának feloldásához szükséges hidegigényét.

Megfigyelhető, hogy a frissen gyűjtött magoknak számottevően nagyobb hányadban szakadt meg a dormans állapota, mint azon magvaknak, melyek hideg sztratifikációt kaptak, sőt kiemelendő, hogy a meleg homokban rétegzett, sötétben tárolt magokat kivéve (98%) minden egyéb kezelésnél magasabb csírázási arányt értek el alternáló feltételek mellett (87,2%).

4. 1. 4. 2. A sztratifikáció hatása a magok csírázására gibberellin kezelés nélkül

A kísérlet pontossága megköveteli a sztratifikáció hatásának a vizsgálatát hormon által nem kezelt magokon is. Ennél az elemzésnél szintén összehasonlítottam a frissen gyűjtött magvak csírázási százalékát a homokban rétegzettekével, amit a 12. Ábra is mutat.



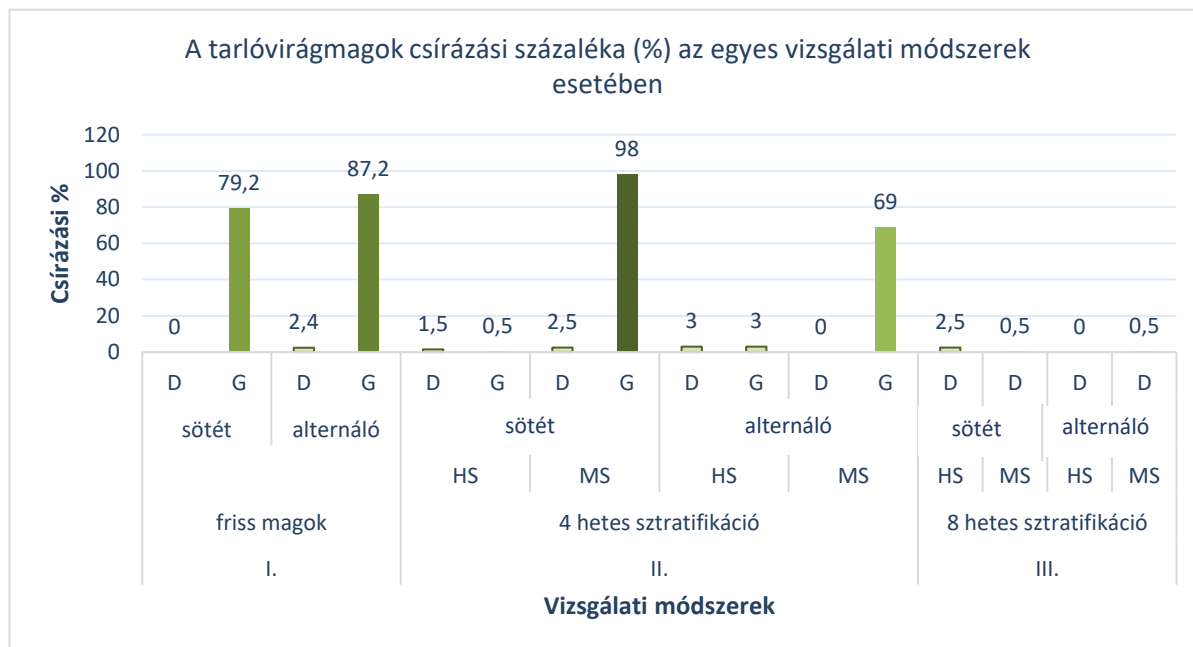
12. Ábra A frissen begyűjtött, valamint a 4, illetve 8 hétig sztratifikált, hormonkezelés nélküli magok csírázási arányának (%) összehasonlítása (I-II-III. vizsgálat)

A varianciaanalízist jelen esetben összesen 4 kezeléspár között végeztem: D.V. 4 HS sötét - D.V. 4 MS sötét; D.V. 4 HS alternáló - D.V. 4 MS alternáló; D.V. 8 HS sötét - D.V. 8 MS sötét; D.V. 8 HS alternáló - D.V. 8 MS alternáló. Az eredmények feltárták, hogy egyetlen helyzetben különböztek csak szignifikánsan a minták, a 4 hétig hidegben, illetve melegben sztratifikált, majd alternáló körülmények mellett csíráztatott magoknál ($p=0,024008$). A hideg rétegzés a magok 3%-ánál járult hozzá a magnyugalom megszűnéséhez, ellentétben a meleg rétegzés nem indukált csírázást. Ez a fejlemény tanúsítja, hogy hormonkezelés nélkül a tarlóvirág magjai igénylik a hideghatást a dormanciájuk felfüggesztésének érdekében. A 8 hetes sztratifikációban részesített magok többségének csírázását (2,5%) is az alacsony hőmérséklet segítette.

A diagram is ábrázolja, hogy a frissen gyűjtött magokkal beállított kísérlet értékei - amennyiben azt változó fény és hőmérsékleti viszonyok között tartottuk - a 4 MS sötét, és a 8 HS sötét kezelések eredményeivel szinte megegyezők.

4. 1. 5. A kísérlet eredményeinek összefoglalása

Az alábbiakban röviden összegzem az előző alfejezetekben részletezett kísérleti eredményeket. A kapott adatokat a 13. Ábra illusztrálja.



13. Ábra A kísérlet során beállított kezelések összehasonlítása a csírázási arányuk tekintetében

Három kezelés ismételéseinek esetében nem mutatkozott előrelépés a magvak csírázásában a vizsgált periódusok alatt, az I., a II. és a III. vizsgálat során is találtunk egy-egy olyan módszert, amely hatástalan volt a dormancia megszakításával szemben. A sikertelen kezelések mindegyike desztillált vizes szűrőpapírokra helyezett magtételkből állt, amely megerősíti a GS₃ jelentős befolyását a csírázásra nézve. A frissen gyűjtött magoknál a sötét, a 4 hetes meleg sztratifikációnál az alternáló, a 8 hetes hideg homokban rétegezésnél pedig szintén az alternáló feltételek gátolták a nyugalmi fázis befejezését.

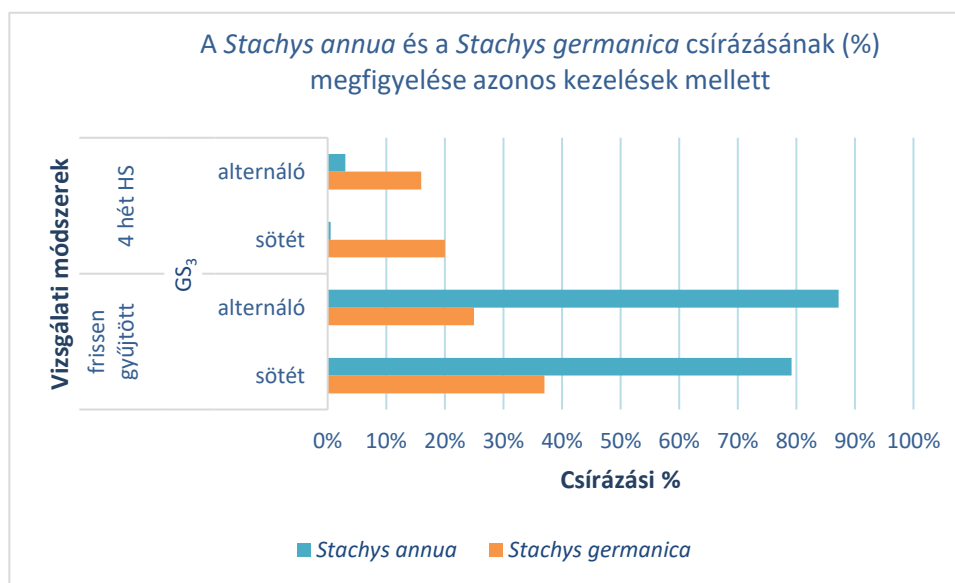
Az eredményekből az következik, hogy a sztratifikáció nélküli és a rövidebb, 4 hetes sztratifikációval folytatott kontroll kísérleteknél az alternáló értékek váltottak ki kielégítőbb hatást. A hosszabb ideig tartó (8 hét) rétegezésnél bár nem volt szignifikáns különbség a minták között, egyetlen esetben mégis az állandó sötét generált magasabb százalékat (D.V. 8 HS). Továbbá az is megfigyelhető desztillált vizes kezeléseknél, hogy azon ismételések magjai produkáltak nagyobb előrelépést fejlődésükben, amiket előtte hideg homokban sztratifikáltunk, vagyis bizonyítható, hogy a tarlóvirágmagoknak természetes körülmények között hideghatásra van szükségük a csírázás megindulásához. Szintén megállapítható, hogy hormon rásegítése nélkül a tarlóvirágnak csak hosszú idő múlva szűnik meg a megnyugalma.

Kijelenthető, hogy a legjobb eljárásmódnak a magok 4 hétig meleg homokban rétegzését követő gibberellines kezelés tekinthető (GS₃ 4 MS), amennyiben csíráztatásukra egész napos sötétben 20°C-on kerül sor. Megállapítottuk, hogy a hormon hatására a magok képesek nélkülözni a nyugalomuk megtöréséhez indokolt hidegigényüket, hiszen a sztratifikációnál a magasabb hőmérsékletet részesítették előnyben.

4. 1. 6. A kísérlet eredményeinek megvitatása

Lényegesnek tartom összevetni a kísérlet eredményeit néhány, a nemzetséghez tartozó fajon végzett vizsgálattal, hiszen valamelyest azok fényében került kialakításra jelen kutatás módszertana.

Mivel a tarlóvirág- és a *Stachys germanica* (fehér tisztesfű) magokon alkalmazott csíráztatási eljárások módszertana között 4 kezelés esetében teljes egyezés volt, így az összehasonlítást célszerűnek tartom e két fajjal kezdeni. Frissen gyűjtött, illetve 4 hétig hideg homokban sztratifikált, 250 ppm gibberellinnel kezelt magokat vizsgáltunk állandó és alternáló körülmények között. Az egyes módszereket és a hozzájuk tartozó csírázási százalékokat növényekre lebontva a 14. Ábra jelöli.

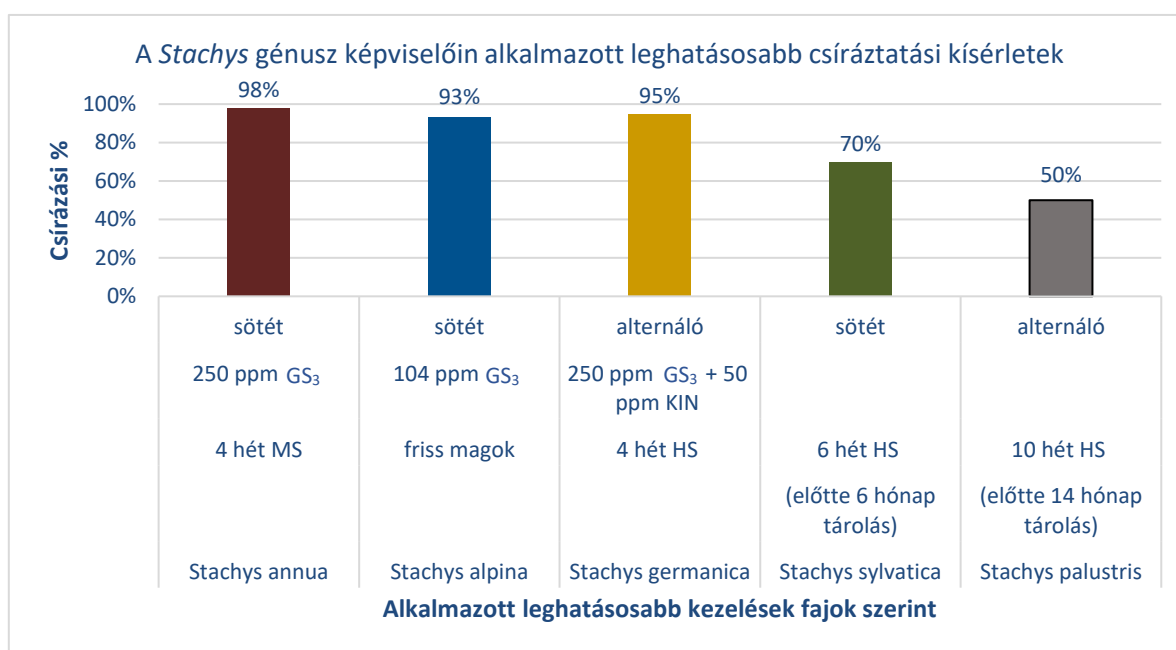


14. Ábra *A Stachys annua és a Stachys germanica csírázási eredményeinek összehasonlítása azonos kezelések alkalmazása esetén*

Az eredmények meglepően nagy eltérést mutatnak. A frissen gyűjtött magokkal folytatott kísérleteknél egyértelműen kijelenthető, hogy saját vizsgálataink mondhatók sikeresebbnek a meghatározott feltételek mellett, míg a hideg homokban rétegzés a *Stachys germanica* magok nyugalmi állapotának feloldását segítette jobban. A friss magok esetén, alternáló értékeknél 3,5-szer több tarlóvirágmag csírázott ki, de sötétben is meghaladta a *Stachys*

germanica magok csírázásának dupláját. Ismerjük, hogy a fehér tisztesfű magnyugalmának nagy arányú feloldásához a gibberellin mellett kinetinre is szükség van (ld. később 15. Ábra), ezért láthatjuk, hogy csupán gibberellin-rásegítéssel a kutatók nem tudták kiváltani a magok hidegigényét, ellentétben a tarlóvirágnál. A hideg sztratifikációban bekövetkezett magasabb mértékű csírázásuk tehát ebből következik.

A 2. 3. alfejezetben bemutatásra kerültek a tisztesfű nemzetség további 3 példányának csíráztatási kísérletei is, és bár esetükben a vizsgálati módszerek megegyeztek (sztratifikáció, hőmérséklet és megvilágítás szabályozása, esetleges hormonkezelés), azok paraméterei nem, ezért a 15. Ábrában csak a leghatásosabb eljárásokat érzékeltetem, immáron kiegészítve a tarlóvirággal.



15. Ábra A *Stachys* génusz képviselőin alkalmazott leghatásosabb csíráztatási eljárások összehasonlítása

Visszatekintve azon korábbi elemzéseimre, ahol a gibberellin befolyását vizsgáltam a frissen begyűjtött magokon [ld. 4. 1. 4. 1. alfejezet], elmondhatom, hogy a *Stachys alpina* (erdei tisztesfű) és a tarlóvirág magvain alkalmazott kísérleti eljárások és az eredményezett hatás között erős párhuzam felfedezhető fel. Bár igaz, hogy eltérő töménységű gibberellin oldattal kezelt magok voltak a megfigyelés tárgyai, de tudjuk, hogy az erdei tisztesfű magasabb koncentrációjú hormonkezelése nem eredményezett nagyobb mértékű csírázást, és valószínűsíthetjük, hogy a tarlóvirágon kisebb töménységű GS₃-t alkalmazva sem lenne kevésbé sikeres a kísérlet, így a jelenlegi csírázási értékek szerint az állítás megerősíthető.

A *Stachys sylvatica* és a *Stachys palustris* fajokon végzett módszerek nem feleltethetők meg vizsgálatunkkal, mivel a laboratóriumi munkálatok megkezdése előtt nem álltak rendelkezésünkre hónapok a magok szárazon, szobahőmérsékleten való tárolására. Annyi következtetés azonban levonható a két növényfajon folytatott kutatási eredményeket nézve, hogy a hideg sztratifikációt megelőző hosszabb időn át történő levegőn szárítás mérsékli a magok alacsony hőmérséklettel szemben támasztott igényét.

5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

5. 1. Hipotézisek értékelése

Alábbi megállapítások a bevezetőben megfogalmazott kérdések megválaszolását, a felállított hipotézisek értékelését hivatottak szolgálni.

I. *Mi a leghatásosabb eljárás mód a tarlóvirág magnyugalmának feloldására?*

Hipotézis 1.: A sztratifikáció + gibberellin kombinációja eredményezi a tarlóvirágmagok legnagyobb arányú csírázását.

A hipotézis ebben a megfogalmazásban nem fogadható el, mivel csak részben helyes, előtte kiegészítést, pontosítást igényel. Bár igaz, hogy a sztratifikáció és a gibberellin kombinációjával elértük a magok legjobb arányú csírázását, de hozzá kell tenni, hogy mindezt meleg sztratifikációval és 24 óra sötétben, 20°C-on sikerült. Ezzel a párosítással, de a sztratifikáció módjának, illetve a hőmérséklet és fényviszonyok változtatásával rosszabb eredményeket is kimutatott a kísérlet.

II. *Megfeleltethetők-e a tarlóvirágmagokon alkalmazott, a dormancia megszüntetésére irányuló módszerek a nemzetség egyéb képviselőin végrehajtott csíráztatási kísérletekkel?*

Hipotézis 2.: Párhuzam fedezhető fel a *Stachys* génusz valamely képviselője és a tarlóvirág magnyugalmának megszűnése között, de teljes egyezés nem lesz megállapítható.

A hipotézist elfogadhatjuk, mivel a *S. alpina* magjain alkalmazott eljárás (friss magok; 24 óra sötétben, 20°C; gibberellin kezelés), azok paraméterei és az eredmények több ponton egyezést, hasonlóságot mutatnak a tarlóvirágon végzett kísérlettel. A *S. germanica* fajjal történő összehasonlításakor viszont inkább eltéréseket véltünk felfedezni, mintsem korrelációt. A *S. sylvatica* és *S. palustris* fajok esetében a vizsgálati módszerek különbözősége miatt az egybevetést nem végeztük el.

III. *A tarlóvirág esetében helyettesítheti-e a gibberellinnel történő kezelés a Stachys nemzetséghez tartozó fajok magvainak dormans állapot-megtöréséhez szükséges hidegigényét?*

Hipotézis 3.: A gibberellinnel történő kezelés helyettesíti a tarlóvirágmagok, csírázáshoz szükséges hidegigényét.

A hipotézis szintén elfogadható, mivel azon gibberellinnel kezelt, sztratifikált magok mutattak magasabb arányú csírázást, amiket előtte meleg homokban rétegeztünk. Hideg homokban rétegzés után csak csekély mértékben szakadt meg a hormonkezelt magok dormanciája.

5. 2. Javaslatok a kísérleti eredmények gyakorlati alkalmazására

A kísérlet eredményének gyakorlatban történő adaptálása egy hosszú évtizedekkel ezelőtt veszélybe került mézelő gyomnövény revitalizálására, általa a napjainkban egyre komolyabb problémát jelentő drasztikus méhpopuláció-csökkenés mérséklésére nyújt lehetőséget. Mivel a faj kipusztulásközei állapotához a korán elvégzett tarlókántások és a kemikáliáknak a túlzott használata vezetett, így a javaslatra szánt megoldási alternatívák ezen tevékenységeket megkerülve, a közös agrárpolitika fenntartható modelljét szem előtt tartva születtek.

A kezelt tarlóvirágmagok termesztésbe vonásával „ökológiai jelentőségű területek” kialakítása válna elérhetővé, amik megfelelően illeszkednének az Európai Unió zöldítési gyakorlatába. Méhek által látogatott kultúraként az állomány vegyszeres védekezése bizonyos napszakokban és a tenyészidőszak egyes fázisaiban eleve tiltott lenne, a faj nevéből és gyomnövény mivoltából fakadóan pedig nem is tenné indokolttá a feladat elvégzésének szükségességét. Meghagyott tarlók virágzó úttörőjeként egykoron szőnyegszerűen tárult a szemek elé, vagyis magas borítottságot biztosító tulajdonsága képessé teszi nemkívánatos gyomok kiszorítására, akár az agresszívan terjeszkedő invazív parlagfű megtelepedésének elkerülésére. A tarlóvirágos parcellák a biológiai sokféleség megőrzésében is szerepet vállalnának a mezőgazdasági fauna számára kínált élőhelyteremtés és táplálékforrás révén.

A tisztesfű termesztésével az Agrár-környezetgazdálkodási Program keretében jelenleg érvényben lévő „növényvédőszer-mentes tartós zöldugar/méhlegelő szegély” kialakítása is megerősítést nyerhetne. Úgy vélem célszerű döntés lenne a tisztesfű felvétele a méhlegelő-növények listájába, hiszen szeptember végéig elhúzódó virágzásával őszre már nem sok vetélytársa akad, mint értékes nektárforrás.

A tarlóvirág „megmentésére” irányuló kezdeményezés beindulását a növény csekély egyedszáma, továbbá sokrétű hasznosításának (méhlegelő, takarónövény, magtermesztés) ismeretlenségéből fakadó hajlandóság hiánya okozza. A magtermesztés kibontakozásának lényeges eleme lenne gazdálkodói oldalról a betakarítást követő tarlókántás időbeli eltolása (szeptember közepe-vége), elsősorban azon parlagfű-mentes területeken, melyek potenciális tisztesfű-forrást jelenthetnek. Megfigyeléseink szerint a kalászos gabonákon kívül, a facélia- és borsótarlók lennének legalkalmasabbak e célra. Szervezeti megközelítésből népszerűsítési akciók megtétele válhatna fontossá kompenzációs támogatások formájában a későbbre halasztott tarlókántásból fakadó esetleges hozamkiesés kiegészítésére.

5. 3. Javaslatok további vizsgálatok elvégzésére

A jövőbe tekintve, a téma aktualitása szempontjából érdemesnek tartom a kísérlet folytatását, bár a kapott eredmények fényében úgy vélem, megkezdődhetne adaptációja a mezőgazdaságban. Az alkalmazott eljárások kibővítésével azonban még pontosabb képet lehetne kapni a tarlóvirág csírázásbiológiai tulajdonságairól, ami a gyakorlati felhasználhatóságát is lényegesen megkönnyítené.

Célszerű lenne megfigyelni az alacsonyabb (104 ppm) koncentrációjú gibberellin-oldatnak a magnyugalmi állapotra kifejtett hatását, mivel így a későbbiekben elvetésre kerülő kezelt magok költségvonzata is jelentősen csökkenhetne. A vizsgálatból kiderülne, hogy a hormon magasabb töménysége (250 ppm) befolyásolja-e oly mértékben a csírázást, hogy megéri a nagyobb dózis applikálása, vagy „csak” a folyamat időbeli lefolyását rövidít le, a végső eredményekben nem okoz változást.

Fontos kérdés, hogy a hormonkezelésben nem részesített, kizárólag sztratifikált magok dormanciája átlagosan mennyi idő alatt szakadna meg, hányadik hét után következne be tömeges csírázásuk? Az elvégzett vizsgálataink jó kiindulási alapot nyújtanak a további tanulmányozáshoz, hiszen a nedves homokban rétegezés módjainak egymásutániségát (hideg-meleg; meleg-hideg) tekintve, hidegigényükből fakadóan vélhetően az alacsony hőmérsékleten sztratifikált magokkal érdemes indítani a kísérletet.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Az utóbbi évtizedekben tapasztalható hihetetlen mértékű demográfiai robbanás természetes módon egyértelművé teszi az infrastruktúra fejlesztése, az épületek létesítése révén további területek beépítését. Nyilvánvalóvá válik, és idővel súlyosabb problémát jelenthet, hogy a folyamatosan növekvő népesség ellátására egyre csökkenő terület áll rendelkezésre, ami a (közel)jövőben az élelmiszerellátás biztonságát is veszélyeztetheti. Az éghajlatváltozás eklektikus körülményeihez történő alkalmazkodás, valamint az emelkedő vásárlói elvárások kielégítése, a termelők állandó feladatai közé sorolhatók, így a hozamnövelés érdekében tett lépések sem bírálhatók az indokok figyelembevétele nélkül. A gyomszabályozás szükségszerűsége kétségtelen a kultúrnövények tenyésztése alatt a termésbiztonság megőrzése, a köztes periódusokban pedig a talajszerkezet, annak tápanyagtartalma, vízháztartása szempontjából, továbbá a napjainkban egyre komolyabb problémát jelentő inváziós fajok megtelepedésének elkerülése érdekében. Szem előtt kell tartani viszont, hogy a gazdasági oldalon bekövetkezett minden pozitív irányú elmozdulás negatív hatással bír az ökológiai rendszer egyensúlyának fennmaradására, aminek egyik súlyos következménye, hogy számos faj eltűnésének veszélye fenyeget.

A kutatásom témáját adó tarlóvirágot is a gazdák elkerülhetetlen tevékenységeinek (korai tarlóhántás, herbicidek használata) következménye érinti, és mivel gyomnövényként terjedt el a köztudatban, megóvása nem szerepel a megoldandó feladatok között. Hasznos tulajdonságai kevésbé ismertek, így a benne rejlő méhlegelő, talajtakaró, magtermesztés nyújtotta lehetőségek is még kiaknázatlanok. A tisztesfüvel szegélyezett táblák növényvédelmi potenciálja szintén említésre méltó lehet, hiszen a vegyszermentesen fenntartott területeken nagyobb diverzitás kialakulására van lehetőség, mint a termesztett kultúrnövények homogén tábláin, vagyis vélhetően a vadak és kártevők többségének szegélyekre történő koncentrációját lehetne elérni.

A védelemnek fontos eleme a kérdéses növény biológiája, csírázásbiológiai tulajdonságainak ismerete, hiszen a regenerációs képesség a magbankon, az életképes és csírázóképes magok számán, arányán alapul. Dolgozatom célja volt feltárni a leghatásosabb módszert, mellyel a tarlóvirág dormans állapota megszüntethető. A kísérlet módszertanának kialakítása előtt informálódtam a magnyugalom bekövetkezésében, majd feloldásában szerepet játszó tényezőkről, a *Stachys* nemzetség néhány példányán végzett nemzetközi csíráztatási eredményekről. Meghatároztam, hogy a génusz képviselői sekély primer dormanciában vannak, vagyis rövid ideig tartó sztratifikációt követő gibberellin kezelés segíthet az endogén

okok megtörésében. A vizsgálatok elvégzésével ezen megállapítás helytállóságának bizonyítását reméltem, valamint arra kerestem a választ, hogy a gibberellin képes-e kiváltani a magok hidegigényét, illetve tapasztalható-e összefüggés a tarlóvirágmagok és valamely *Stachys* faj csírázása között.

A kutatás során 3 vizsgálat összesen 16 kezelésének beállítására került sor. A kombinációk frissen gyűjtött, 4 hétig, illetve 8 hétig hideg, valamint meleg homokban rétegzett, majd desztillált vizes vagy hormonnal átitatott szűrőpapírokra helyezett magtégelekből készültek. A minták csíráztatása 24 óra sötét/20°C-os, illetve 14 óra fény/20°C-ot követő 10 óra sötét/10°C-os termosztátokban történt.

A kísérlet eredményeit kiértékelve elmondható, hogy a gibberellinnek meghatározó szerepe van a tarlóvirágmagok dormans állapotának megtörésében, továbbá a hormon hozzájárul hidegigényük helyettesítéséhez. Ezt alátámasztja a desztillált vizes magtégelek alacsony csírázása, valamint a GS₃ rásegítésben részesített magok meleg sztratifikáció hatására megindult gyorsabb fejlődése, továbbá a hormonkezelés nélküli minták hideg homokban rétegzésének nagyobb „sikeressége”. Szintén kiderült, hogy a frissen gyűjtött, gibberellint kapott magvak állandó, illetve alternáló hőmérséklet és megvilágítás mellett bekövetkezett csírázása között (79,2%; 87,2%) nincs szignifikáns különbség, jóllehet utóbbi feltételek hatására magasabb százalékot értek el. 4 hetes meleg sztratifikáció esetén viszont, ugyanezen vizsgálati módszereket figyelembe véve szignifikáns eltérés volt tapasztalható. A leghatásosabb kezelésnek a „GS₃ 4 MS sötét” minta bizonyult, 2 hét alatt 98%-os, szinte maximális csírázási aránnyal. A kontroll kezelések értékei arra engednek következtetni, hogy a természetben a tisztesfű magjainak hosszú hónapokra van szüksége ahhoz, hogy dormanciájuk feloldódhasson. A nemzetközi példákkal folytatott összehasonlításból kiderül, hogy a tarlóvirág csírázásbiológiája erős párhuzamot mutat a *Stachys alpina* fajjal.

A kutatás vizsgálati szempontrendszerének sokrétűsége lehetővé teszi a kísérlet folytatását, elsősorban a hormon koncentrációjának változtatása terén, illetve a kezeletlen minták sztratifikációjának módjában, annak hosszabb időn át tartó megfigyelésében. Az eddig elért eredmények gyakorlati alkalmazásának mielőbbi megkezdését azonban fontosnak tartom a probléma fontossága miatt.

7. IRODALOMJEGYZÉK

Nyomtatott források jegyzéke

1. *Allaga J.* (2014): Növényélettan. In: *Allaga J. – Bódis J.* (szerk.): Növénytan-Növényélettan. Pannon Egyetem. E-tananyag, Veszprém. 171 pp.
2. *Yan, A. – Chen, Z.* (2020): The control of seed dormancy and germination by temperature, light and nitrate. *The Botanical Review.* 86. 39-75.
3. *Arana, V. M. – Gonzalez-Polo, M. – Martinez-Meier, A. – Gallo, A. L. – Benech-Arnold, L. R. – Sánchez, A. R. – Batlla, D.* (2016): Seed dormancy responses to temperature relate to *Nothofagus* Species distribution and determine temporal patterns of germination across altitudes in Patagonia. *New Phytologist.* 209. 2. 507-520.
4. *Baskin, C. C. – Baskin, J. M.* (1998): Seeds. Ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. Academic Press. San Diego. 666 pp.
5. *Cornea-Cipcigan, M. – Pamfil, D. – Sisea, C. R. – Mărgăoan, R.* (2020): Gibberellic Acid Can Improve Seed Germination and Ornamental Quality of Selected Cyclamen Species Grown Under Short and Long Days. *Agronomy.* 10. (4). 516.
6. *Fehér A. – Csiszár J. – Pécsváradi A. – Ördögné Kolbert Zs.* (2019): A növények növekedésének és alkalmazkodásának hormonális szabályozása. In: *Fehér A.* (szerk.): Növények élete. Egyetemi jegyzet. Szegedi Tudományegyetem, Szeged. 278 pp.
7. *Finch-Savage, W. E. – Cadman, C. S. C. – Toorop, P. E. – Lynn, J. R. – Hilhorst, H. W. M.* (2007): Seed dormancy release in *Arabidopsis Cvi* by dry after-ripening, low temperature, nitrate and light shows common quantitative patterns of gene expression directed by environmentally specific sensing. *The Plant Journal.* 51. 1. 60-78.
8. *Finch-Savage, W. E. – Leubner-Metzger, G.* (2006): Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist.* 171. 3. 501-523.
9. *Friebe, B.* (1990): Bedeutung des organischen Landbaus für den Erhalt von Ackerwildkräutern. *Natur und Landschaft.* 65. 7/8. 379-382.
10. *Gál K. – Pinke Gy.* (2012): Szegetális élőhelyek gyomvegetáció-vizsgálata Marosvásárhely környékén. *Magyar Gyomkutatás és Technológia.* 13. 1. 37-51.
11. *Graham, L.L.B. – Page, S.E.* (2018): A limited seed bank in both natural and degraded tropical peat swamp forest: the implications for restoration. *Mires and Peat.* 22. 2. 1-13.
12. *Güleryüz, G. – Kirmizi, S. – Sakar, F.* (2011): Dormancy and germination in *Stachys germanica* L. subsp. *bithynica* (Boiss.) Bhattacharjee seeds: Effects of short time moist chilling and plant growthregulators. *Flora.* 206. 11. 943-948.

13. *Harper, J. L.* (1959) The ecological significance of dormancy and its importance in weed control. Proceedings of the IVth international congress of crop protection. 1. 415-420.
14. *Hilhorst, H.W.M.* (1995): A critical update on seed dormancy. I. Primary Dormancy. Seed Science Research. 5. 61-73.
15. *Hunyadi K.* (1974): Vegyszeres gyomirtás. I. Általános rész. Egyetemi jegyzet. Agrártudományi Egyetem. Keszthelyi Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely. 200 pp.
16. *Hunyadi K.* (2011): A gyomnövények szaporodásbiológiája. In: *Hunyadi K. – Béres I. – Kazinczi G.* (2000): Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 630 pp.
17. *Kazinczi G. – Magyar L.* (2003): A gyommagvak nyugalmi állapota és csírázásökológiája II. A gyommagvak szántóföldi csírázása és a dormancia fajon belüli eltérése. Magyar Gyomkutatás és Technológia. 4. 1. 3-17.
18. *Kiss R.* (2015): A talaj-magbank szerepe a magyarországi növényközösségek dinamikájában és helyreállításában – A hazai magbank kutatások áttekintése. Debreceni Egyetem. Kitaibélia, Debrecen. 21. 1. 116-135.
19. *Küster, H.* (1994): Vielfalt und Monotonie von Ackerstandorten und deren Auswirkungen auf die Unkrautflora: Eine Betrachtung aus der Sicht der historischen Geobotanik. Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg. 3. 1. 4-7.
20. *Magyar L. – Kazinczi G.* (2002): A gyommagvak nyugalmi állapota és csírázásökológiája I. A magnyugalmi állapot (dormancia) okai, típusai és feloldásának lehetőségei. Magyar Gyomkutatás és Technológia. 3. 2. 3-20.
21. *Molnár V. A. – Sonkoly J. – Takács A.* (2015): Meddig Életképesek a magvak?: Növények Csipkerózsika-álma. Élet és Tudomány. 70. 39. 1222-1224.
22. *Murdoch, A. J. – Ellies, R. H.* (2000): Seeds: the ecology of refeneration in plant communities. CABI, Wallingford. 183-214.
23. *Nagy L.* (2004): A mag felépítése és biológiai sajátosságai. In: *Izsáki Z. – Lázár L. (szerk.): Szántóföldi növények vetőmagtermesztése és kereskedelme.* Mezőgazda Kiadó, Budapest. 91-97. p.
24. *Nyárády Antal* (1958): A méhlegelő és növényei. Mezőgazdasági és Erdészeti Állami Könyvkiadó, Bukarest. 434 pp.
25. *Ördög V. – Molnár Z.* (2015): Növényélettani gyakorlatok. Egyetemi jegyzet. Debreceni Egyetem. Nyugat-magyarországi Egyetem. Pannon Egyetem, Mosonmagyaróvár. 123 pp.
26. *Penfield, S.* (2017): Seed dormancy and germination. Current Biology. 27. 17. 874-878.
27. *Pethő M.* (1993): Mezőgazdasági növények élettana. Akadémiai Kiadó, Budapest. 507 pp.

28. *Pethő M.* (1998): A növényélettan alapjai. Akadémiai Kiadó, Budapest. 176 pp.
29. *Pinfield, N. J. – Martin, M. H. – Stobart, A. K.* (1972): The Control of Germination in *Stachys alpina* (L.). *The New Phytologist*. 71. 1. 99-104.
30. *Pinke Gy. – Dunai É. – Magyar L.* (2020): Tarlóvirágmag begyűjtése és tisztítása méhlegelők vetéséhez. *Biokultúra*. 31. 6. 18-21.
31. *Pinke Gy. – Dunai É.* (2020): Elődeink nyomdokain: Tarlóvirág termesztése méhes közelében. *Biokultúra*. 31. 4-5. 30-34.
32. *Pinke Gy. – Pál R.* (2009): A tarlóvirág-fakó muhar (*Stachys annuae-Setarietum pumilae Felföldy 1942 corr. Mucina 1993*) florisztikai összetétele és természetvédelmi jelentősége Nyugat-Magyarországon. – In: *László L. (szerk.): A Magyar Biológiai Társaság Szakosztályának ülései*. 97. 1-2. 175.
33. *Pinke Gy. – Pál R.* (2005): Gyomnövényeink eredete, termőhelye és védelme. Alexandra, Pécs, 273 pp.
34. *Pinke Gy.* (1999): Veszélyeztetett szegetális gyomnövények és fenntartásuk lehetőségei európai tapasztalatok alapján. *Debreceni Egyetem. Kitaibelia*, Debrecen. 4. 1. 95-110. p.
35. *Pinke Gy.* (2010): A tarlóvirágos szántók méhészeti és természetvédelmi jelentősége. *Agrofórum*. 21. 7. 34-35.
36. *Pinke Gy.* (2014): Ritka gyomfajok növényi jellegei. *Agrofórum*. 25. 8. 96-97.
37. *Qianqian, S. – Yan, M. – Dekui, Z.* (2006): The Causes of Dormancy and the Changes of Endogenous Hormone Content in *Cephalotaxus sinensis* Seeds. *Agricultural Sciences*. 7. 12. 834-849.
38. *Rápóti J. – Romváry V.* (1983): Gyógyító növények. Hazai gyógynövényeink részletes ismertetése. *Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest*. 269-270. p.
39. *Silvertown, J.* (1999): Seed ecology, dormancy, and germination: A modern synthesis from Baskin and Baskin. *American Journal of Botany*. 86. 6. 903–905.
40. *Slade, E. A. – Causton, D. R.* (1979): The germination of some woodland herbaceous species under laboratory conditions: A multifactorial study. *New Phytologist*. 83. 2. 549-557.
41. *Szárnyas I.* (2000): A cukorrépa néhány gyomnövényének - egynyári szélfü (*Mercurialis annua* L.), szőrös disznóparéj (*Amaranthus retroflexus* L.), fehér libatop (*Chenopodium album* L.) – biológiája, kártétele és az integrált védekezés lehetőségei. PhD értekezés. Veszprémi Egyetem. Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar. Növényvédelmi Intézet, Keszthely. 134 pp.
42. *Szekeres K.* (2007): Gyomnövénytani alapismeretek, Budapest. 6 pp.

<https://adoc.pub/gyomnvenytani-alapismeretek.html>

43. Szentes D. – Lehoczky É. (2016): Az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) elterjedése, biológiája, mezőgazdasági és humánegészségügyi kártétele. Csírázóképeség, életképeség, magbank vizsgálatok. In: Reisinger P. – Karamán J. – Horváth J. (szerk.): Magyar Gyomkutatás és Technológia. Magyar Tudományos Akadémia. Agrártudományi Kutatóközpont. Talajtani és Agrokémiai Intézet, Budapest. 17. 2. 8-9.
44. Taylor, K. – Rowland, P. (2010): Biological Flora of the British Isles: *Stachys sylvatica* L.. Journal of Ecology. 98. 6. 1476-1489.
45. Taylor, K. – Rowland, P. (2011): Biological Flora of the British Isles: *Stachys palustris* L.. Journal of Ecology. 99. 4. 1081-1090.
46. Thompson, K. – Band, S. R. – Hodgons, J. G. (1993): Seed size and shape predict persistence in soil. Functional Ecology. 7. 2. 236-241.
47. Thompson, K. (1987): Seeds and seed banks. New Phytol. 106. 23-34.
48. Tóth K. M. (2015): Csíráztatási protokoll kidolgozása herbárium maganyagokra. TDK dolgozat. Szent István Egyetem. Állatorvos-tudományi Kar. Biológiai Intézet, Budapest. 38 pp.
49. Udvardy L. (szerk.) (2000): A kertészeti növénytan növényismereti kompendiuma 2.32. Szent István Egyetem. Kertészettudományi Kar. Soroksári Botanikus Kert, Budapest. 58.p.
50. Ujvárosi M. (1973): Gyomnövények. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 833. p.
51. Van Elsen, T. (2011): Beikräuter, Ackerwildkräuter, Unkräuter?: Ein Plädoyer für die Relativierung von Feindbildern. – In: Wilhelm, B. – Hensel, O. (szerk.): Landtechnische Lösungen zur Bekrautregulierungen im Ökolandbau. DITSL, Witzzenhausen. 21-26. p.
52. Vereczkey K. – Tóth Csantavéri Sz. (szerk.) (2010): Szántóföldjeink legfontosabb gyomnövényei: Magyarországon honos gyomnövények határozója. Syngenta Kft, Budapest. 48-49. p.
53. Vishal, B. – Kumar P. P. (2018): Regulation of Seed Germination and Abiotic Stresses by Gibberellins and Absciscic Acid. Plant Science. 9. 838.
54. Vleeshouwers, L. M. – Bouwmeester, H. J. – Karssen, C. M. (1995): Redefining seed dormancy: an attempt to integrate physiology and ecology. Journal of Ecology. 83. 1031-1037.
55. Wagner J. – Hoffmann K. (1903): Magyarország virágos növényei. Királyi Magyar Természettudományi Társulat, Budapest. 273 pp.

Internetes források jegyzéke

1. URL¹: <https://www.alamy.com/stock-photo/stachys-annua.html> (2020. 02. 06.)
2. URL²: <https://gyogynovenyek.info/gyogynovenyek-betegsegekre/torokgyulladas/tisztesfu/> (2020. 02. 06.)

8. ÁBRAJEGYZÉK

1. Ábra A tarlóvirág botanikája.....	5
2. Ábra Tarlóvirágmagok életképességének vizsgálata	17
3. Ábra Tarlóvirágmagok tisztítása és felületi fertőtlenítése.....	17
4. Ábra Sztratifikációhoz előkészített tarlóvirág-magminta.....	18
5. Ábra A GS ₃ sötét - GS ₃ alternáló kezelés-kombináción elvégzett normalitásvizsgálat eredménye (Sharipo-Wilk teszt).....	19
6. Ábra A GS ₃ sötét - GS ₃ alternáló kezelés-kombináció egyszempontos varianciaanalízisének eredménye.....	19
7. Ábra A GS ₃ sötét - GS ₃ alternáló kezeléspár egyszempontos varianciaanalízisének homoszkedasztikusság vizsgálata	20
8. Ábra A gibberellinnel (GS ₃) kezelt tarlóvirágmagok csírázási eredményének (%) összehasonlítása a kontroll kezelés (D.V.) eredményével állandó, illetve alternáló értékek mellett (I. vizsgálat)	22
9. Ábra A gibberellin (GS ₃) hatása a 4 hétig hideg (HS), illetve meleg (MS) nedves homokban sztratifikált magok csírázására állandó és alternáló értékek mellett (II. vizsgálat).....	23
10. Ábra A hőmérséklet és a megvilágítás hatása a magok csírázására.....	24
11. Ábra A sztratifikáció hatása a gibberellinnel kezelt magok csírázására (%) állandó és alternáló értékek mellett (I-II. vizsgálat)	25
12. Ábra A frissen begyűjtött, valamint a 4, illetve 8 hétig sztratifikált, hormonkezelés nélküli magok csírázási arányának (%) összehasonlítása (I-II-III. vizsgálat).....	26
13. Ábra A kísérlet során beállított kezelések összehasonlítása a csírázási arányuk tekintetében	27
14. Ábra A <i>Stachys annua</i> és a <i>Stachys germanica</i> csírázási eredményeinek összehasonlítása azonos kezelések alkalmazása esetén.....	28
15. Ábra A <i>Stachys</i> génusz képviselőin alkalmazott leghatásosabb csíráztatási eljárások összehasonlítása.....	29

9. TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. Táblázat A magnyugalom típusai, azok bekövetkezésének okai, valamint lehetséges megszüntetési módjai a Nikolaeva szerinti besorolás alapján..... 10
2. Táblázat A kísérlethez beállított kezelések 16
3. Táblázat Az egyes kezeléspárok csírázási arányának összehasonlítására irányuló hipotézisvizsgálata a p-érték, valamint a szignifikáns differencia ($SzD_{5\%}$) feltüntetésével ... 21

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném megköszönni témavezetőimnek, Prof. Dr. Pinke Gyulának és Dr. Magyar Lászlónak, hogy lehetővé tették számomra a kutatásban való részvételt, köszönöm útmutatásukat, szakmai támogatásukat a dolgozat elkészítésében és a TDK-ra történő felkészülésben.

Hálás vagyok szüleimnek, testvéremnek, nagymamámnak, hogy tanulmányaim alatt mindvégig hittek bennem, mellettem álltak minden megpróbáltatás során, együtt izgultak értem minden vizsgaidőszakban, köszönöm, hogy megkaptam Tőlük mindazt a biztatást, türelmet és szeretetet, amik erőt adtak ahhoz, hogy sikerüljön túllendülnöm az olykor nehéznek is tűnő pillanatokon.

A dolgozat elkészítését a EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.