

DIPLOMADOLGOZAT

**GUHR ESZTER
NÖVÉNYORVOS, MSC**

**KESZTHELY
2023**



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Georgikon Campus
Növényorvos MSc Szak

Szántóföldi egyszikű gyomnövények laboratóriumi csírázása

Belső konzulens: Pacseszákné Dr. Kazinczi
Gabriella Márta
egyetemi tanár

Belső konzulens: Dr. Pásztor György
egyetemi adjunktus

Készítette: **Guhr Eszter**
oslwky
nappali tagozat

Intézet/Tanszék: Növényvédelmi tanszék

KESZTHELY

2023

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzés	1
2. Irodalmi áttekintés	3
2.1 A gyomnövény fogalma	3
2.1.1. A gyomnövények jelentősége.....	3
2.2. A gyombiológiai sajátosságok szerepe a gyomnövények elleni védekezésben	5
2.3. Csírázás	7
2.3.1 Csírázás biokémiája.....	8
2.3.2. A csírázást befolyásoló külső tényezők.....	10
2.4. A magnyugalmi állapot	11
2.4.1. A magnyugalmi állapot okai	12
2.4.2. A dormancia típusai.....	12
2.4.3. A dormancia feloldásának lehetőségei	13
2.4.4 A különböző tárolási módok és az életkor hatása a gyommagvak nyugalmi állapotára	14
2.5. Egyszikű növények jellemzői.....	16
2.6. A vizsgált gyomfajok csírázásbiológiai sajátosságai.....	17
2.6.1. Országos gyomfelvételezések eredményei a vizsgált három egyszikű faj tekintetében.....	19
2.7.1 Morfológia.....	21
2.7.2. Szaporodás.....	22
2.8. Termesztett köles (<i>Panicum miliaceum</i>)	23
2.8.1. Morfológia.....	23
2.8.2. Szaporodás.....	24
2.9. Fakó muhar (<i>Setaria glauca</i>).....	25
2.9.1. Morfológia.....	25
2.9.2. Szaporodás.....	25
3. Anyag és módszer	27
3.1. Maggyűjtés, tisztítás és tárolás	27
3.2. Csíráztatási vizsgálatok.....	28
4. Eredmények és értékelésük	30
4.1. Fenyércirok (<i>Sorghum halepense</i>) csírázásának elemzése	31
4.2. Termesztett köles (<i>Panicum miliaceum</i>) csírázásának elemzése	34
4.3. Fakó muhar (<i>Setaria glauca</i>) csírázásának elemzése	37
5. Következtetések és javaslatok	40
6. Összefoglalás.....	42
Köszönetnyilvánítás	44

Szakirodalmi jegyzék	45
----------------------------	----

1. Bevezetés és célkitűzés

A kultúrnövények termesztésével évezredek óta foglalkozik az emberiség. Amióta ezt a tevékenységet űzi, folyamatos kihívásokat jelent a gyomnövények elleni küzdelem. Ehhez, a mai modern, kemikáliákkal és a növénytermesztésre specializálódott gépekkel dolgozó rendkívül intenzív gazdálkodási formáig hosszú, rögös út vezetett [Szárnyas, 2000]. Alapjaiban változtatta meg a kb. 10.000 éve tartó földművelés a különböző népcsoportok életvitelét. A kezdetben még gyűjtögető, vándorló életformát felváltotta a letelepedés, eleinte még kisebb falvak, majd a nagyobb városok. Az elsajátított földművelési praktikák által szervezettebb, modernebb civilizáció alakult ki. A kontinensek és megannyi terület felvirágozásához és fellendüléséhez alapjául szolgált a hatékony és eredményes növénytermesztés. A nagymérvű modernizálások és folyamatosan megújuló módszerek ellenére is, újabb és újabb problémák merültek, illetve merülnek fel a mai napig. Annak köszönhetően, hogy bekövetkeztek a nagy földrajzi felfedezések, a mai ember számára már a világ legtávolabbi pontja sem ismeretlen [Szárnyas, 2000]. A civilizáció fejlődése hozta magával a kereskedelem fellendülését is. Az ember kereskedelmet folytatott állatokkal és növényekkel, ezzel sokszor önkéntelenül is előidézett bizonyos problémákat. A földművelés elterjedésével egyre jelentősebb teret hódítottak meg, a már korábban is őshonos, azaz archeophyton gyomnövények, valamint az újvilági adventív fajok is sikeresen megküzdöttek az új klimatikus viszonyokkal. Számos siker elkönnyelhető a megfelelően kivitelezett adaptáció kapcsán [Szárnyas, 2000]. Míg az új jövevények meg tudták tartani vitalitásukat és alkalmazkodóképességüket, addig természetes ellenségeik eredeti hazájukban maradtak, ezzel biztosítva maguknak a sikeres honosodást. A növénytermesztés növekedésével egyre inkább jellemzővé vált a beszűkült vetésváltás, monokultúra, amihez nagy mennyiségű műtrágya, illetve herbicid-felhasználás társult [Szárnyas, 2000].

Termőterületeken károsító fajok közül az évelők mindig nagyobb és komolyabb problémát jelentettek és jelentenek napjainkban is, mint az évelő társaik. Az egyoldalú herbicidhasználat számos, nem várt következményeket és megoldandó feladatokat idézett elő. Magyarországon tudományosan is elismert, nagymérvű gyombiológiai kutatások már hosszú múltra tekintenek vissza. [Holm és mtsai, 1977], mindezekről Magyar (2013) összefoglaló tanulmányában olvashatunk. Dr. Ujvárosi Miklós (1952) nemzetközi viszonylatban kiemelkedő és elismert gyomfelvételezési módszere meghatározó jelentőséggel bír. Jelenleg már a hatodik, az egész

országra kiterjedő gyomfelvételezési adatsorral büszkélkedhet a hazai növényvédelem. A folyamatosan változó gyomnövényzet összetételének köszönhetően, elengedhetetlenül fontos jelentőségű a gyomfajok biológiájának ismerete. E nélkül eredményes gyomirtás hosszú távon nem végezhető [Hunyadi és mtsai, 2011].

Munkám célja, hogy három hazai körülmények között rendkívül jelentős károkat okozó, egyszikű gyomnövény biológiájának egyik legfontosabb területét, a csírázásbiológiáját vizsgáljam. Vizsgálataim során, laboratóriumi körülmények között hajtottam végre csíráztatási tesztek. Ezen témakörön belül tanulmányoztam, hogy miként hatnak a magok csírázó képességére a különböző tárolási módok, valamint a gyommagvak életkora, miként befolyásolja azt. Számos tudományos vizsgálat alátámasztotta azt a tényt, hogy a magok képesek megőrizni több évig vagy akár évtizedekig csírázókéességüket. Ennek megfelelően növényenként, két különböző életkorú és tárolású magállományt hasonlítottam össze. A frissen szedett, kísérlet kezdetéig fagyasztva tárolt magokat hasonlítottam össze, a MATE Georgikon Campus Növényvédelmi Tanszék magbankjában lévő, több éve fagyasztva tárolt magokkal. Részletesen elemeztem a fenyércirok (*Sorghum halepense*), fakó muhar (*Setaria glauca*) és a termesztett köles (*Panicum miliaceum*) magjainak dormanciáját, az ebből való feloldódás körülményeit. A célok elérése érdekében nagyszámú laboratóriumi vizsgálatok kerültek beállításra. Az eredmények alapján adatokat kaphatunk a fenyércirok (*Sorghum halepense*), fakó muhar (*Setaria glauca*) és a termesztett köles (*Panicum miliaceum*) biológiájáról, csírázókéességéről.

2. Irodalmi áttekintés

2.1 A gyomnövény fogalma

Gyomok által okozott károsításról, bántalomról akkor beszélhetünk, ha bizonyos növényfajok vagy egyes fajok csoportja zavarja az ember termelőtevékenységét, valamint az egészségére hatással van [Fryer, 1979]. A „gyom”, mint fogalom nem tudományos kifejezés, sokkal inkább köznyelvi, mely körbe számos növény tartozik [Wells, 1978]. Azokat a növényeket, amik szúrósak, tüskések esetleg kevésbé tetszetősek, szintén gyomnak tekintik. Ezen felül természetesen azokat is, amik zavart okoznak a mezőgazdaság bármely területén. Számos törekvés irányult már arra, hogy tudományos definíciót rendeljenek ehhez a kifejezéshez. Az egyik nehezítő körülmény a közelmúltból ered. Mivel az emberiség száma folyamatosan növekszik, ezen okból törekednek arra, hogy minden olyan területet, amit még nem, vagy nem mezőgazdasági céllal művelnek bevonják a termelésbe. Ebből kifolyólag egyre több növény kerül a „gyom” kategória körébe [Wells, 1978].

A gyomnövények csoportosítása termőhelyhez kötöten is meghatározható. Így tehát szántóföldi, kertészeti, vízi, ruderalis és erdészeti csoportok alakultak ki. Minden növény lehet gyomnövény, ha az ember annak tekinti őket. Tudományos, objektív megfogalmazás hiányában, rendkívül szubjektív szemléletmóddal közelíthető meg ez a kérdés. Abban viszont mindegyik megegyezik, hogy minden esetben haszontalan, nem kívánatos, negatív jelleget takar.

Hunyadi (1974) megfogalmazása szerint: „Gyomnövénynek nevezünk bármelyik fejlődési stádiumban lévő olyan növényt vagy növényi részt (rizóma, tarack, hagyma, hagymagumó stb.), amely ott fordul elő, ahol nem kívánatos.”

2.1.1. A gyomnövények jelentősége

Csaknem 200.000 növényfaj él a Földön, melyből 6700 gyomnövény hatással van a mezőgazdasági termelésre. Világviszonylatban is problémát okozó gyomnövények száma mindössze 200 faj [Holm és mtsai., 1977]. Legveszélyesebb gyomnövények közé 76 faj sorolható, ezen belül 18 faj kiemelkedő fontossággal bír [Hunyadi és mtsai., 2000]. A gyomfajoknak közel 40%-a két növény családba tartozik, melyek a *Gramineae* és *Compositae*. A gyomnövények 65%-a 10 növény családba jegyezhető. Magyarországon és világviszonylatban is a két növény család, *Gramineae* és *Compositae* gyomjai dominálnak. Fontos kiemelni azt a tény, hogy azon felül, hogy e két család rendelkezik a legjelentősebb

gyomnövényekkel, *Gramineae* családba tartoznak a világ legfontosabb kultúrnövényei is. Ezek pl. a búza (*Triticum aestivum* L.), kukorica (*Zea mays* L.), rizs (*Oryza sativa* L.), köles (*Panicum mileaceum* L.), cukornád (*Saccharum officinarum* L.) továbbá, de nem utolsó sorban, árpa (*Hordeum vulgare* L.) stb. [Kazinczi és mtsai., 2011].

Napjainkban már megannyi gyomnövény okoz gondot és károsít szántóföldjeinken, melyeknek elterjedése és felszaporodása gyors és nagymértékű. Ezekkel szemben a védekezés nehéz, épp ezért kiemelt jelentőségű. Ezek – többek között - a következők: fenyércirok (*Sorghum halepense*), köles fajok (*Panicum spp.*), parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*), nagy széltippan (*Apera spica-venti*), selyemmályva (*Abutilon theophrasti*) stb. [Kazinczi és mtsai., 2011]. Az évelők közül a vegetatív és generatív úton egyaránt szaporodó fajok elleni védekezés nehezebb, hiszen különböző eljárásokat kell alkalmazni a magról kelők és a vegetatív úton szaporodók esetében (pl. fenyércirok).

A magról kelő egyszikű gyomfajok terjedésének mértékére kifejezetten ügyelni kell. A kapás kultúrában gyors és eredményes felszaporodásának köszönhetően mára már előkelő helyen szerepelnek, a legutóbbi Országos Szántóföldi Gyomfelvételezések eredményei alapján összeállított listán, a muhar fajok (*Setaria spp.*) és a köles fajok (*Panicum spp.*) egyaránt [Novák és mtsai., 2020].

2.2. A gyombiológiai sajátosságok szerepe a gyomnövények elleni védekezésben

Az egyéves gyomnövények tekintetében rendkívül meghatározó pont, a gyommagvak képződése, mivel ezeknek a növényeknek a legbiztosabb túlélési stratégia alapját képezik. Az életképes, csírázásnak indult magvak száma, valamint a csíranövények mennyisége nagyban befolyásolja a kultúrnövény alakulását egy adott területen. A potenciális fertőzöttség mértékét a talajban található életképes magvak száma adja. Az egyéves gyomnövények vonatkozásában, a magok tekinthetők akár egy átmeneti összeköttetésként a régi és az új életciklus között. Már többször említett megállapításhoz kapcsolódóan, miszerint a gyommagvak életképessége a talajban több évtizedig fenntartható a nyugalmi állapotoknak köszönhetően, fontos kitérni a védekezés lehetőségeire. Ugyanis a talajban, nyugalmi állapotban lévő magok ellen a vegyszeres védekezés hatástalan. Ez a gátló tényező minden bizonnyal a nyugalmi állapot alatt kis mértékben folytatott anyagcserére vezethető vissza. Jelenleg a megoldás a csírázás indukálásában keresendő [Chepil, 1946; Kazinczi és mtsai., 2011].

Az évelő gyomnövények mellett, hogy maggal történő szaporodási stratégiája szintén hatékonynak bizonyul akár csak az egyéves gyomnövényeké, rendelkezik egy másik, ennél jelentősebb szaporodási módszerrel: vegetatív szaporodási stratégia.

A tarackokkal/rizómákkal/szaporítógyökerekkel rendelkező gyomnövények esetében, az apikális dominanciának ismerete kulcsfontosságú. Apikális dominancia egy olyan védekező mechanizmus, mely a rizómák és tarackok regenerálódását szolgálja, oly módon, hogy szabályozza az axilláris rügyek nyugalmi állapotát. Ennek a szaporodásbiológiai szerepe, hogy a nyugalmi állapot fenntartásával vagy kialakításával, biztosítja a nyugalmi állapotú axilláris rügyek regenerálódását [Kazinczi és mtsai., 2011]. Eszerint regenerálódnak azok a gyomnövények, melyeknek szaporítógyökerei a talajban, különböző talajmunkák következtében feldarabolódott a rizóma, illetve tarackrendszere. Tehát bármilyen talajművelés vagy herbicid használat után, a faj fenntartásához szolgáló axilláris rügyek rendelkezésre állnak a gyomnövény regenerálódásához. Ennek segítségével jelentős tápanyagokat őriznek meg a szaporítógyökerek. A szaporítógyökerek axilláris rügyei és hajtásai között a regenerálódási periódus második hetében induló korrelatív gátlás következtében, a rizómákon, illetve tarackokon egy, talán két hajtás indul növekedésnek, ez idő alatt a többi hajtás nyugalmi állapotban marad vagy esetleg ismét gátlódik [Hunyadi, 1978]. Fontos ezen mechanizmus ismeretének elsajátítása, ugyanis, ha a vegyszeres védekezés abban az időszakban megy végbe, amikor a nyugalmi állapot fennáll (nem akkor, mikor a járulékos rügyek hajtásnak indulnak),

akkor kevésbé transzlokálódik a herbicid, ezért hatékonysága csökken, ennek következtében a szaporítógyökerek túlélése nő [Lukács és mtsai., 1998].

Hasonlóképpen a magokhoz, a vegetatív szaporítószervekre is jellemző a periodicitás, mely az aktivitásukat határozza meg. A herbicidek hatékonyságát elsősorban annak mértéke határozza meg, hogy a gyomnövényben milyen szinten képes transzlokálódni. Mivelhogy a transzlokálódás szorosan összefügg a floémtranszporttal, vagyis az anyagcsereszinttel, ezért nélkülözhetetlen az ismerete a funkcionális szervek regenerálódás folyamatának és annak aktivitásának. Magyarországi viszonyok között Hunyadi (1978) kutatásokkal támasztotta alá azt a tényt, miszerint, a szaporító szerveknél – egyes évelő fajok esetében - a téli időszakban nem lép fel a nyugalmi állapot, mindössze a külső környezeti hőmérséklet szabja meg fejlődésüket. Az őszelel kijuttatott herbicid áramlásának nem szab gátat a nyugalmi állapot [Kazinczi és mtsai., 2011].

Nagymértékben befolyásolja a gyomok elleni védekezés hatékonyságát a növények fenológiai fázisa. Növekedés alatt a gyomnövény szerves anyagainak irreverzibilis, vagyis visszafordíthatatlan gyarapodása megy végbe, mely a térfogat, valamint tömeg vonatkozásában nyilvánul meg. Feltételezhetően a fejlődés minden esetben növekedéssel, illetve a növekedés új minőség megjelenésével jár. Akár elméleti, akár gyakorlati szempontból vizsgálva meg ezt a lényeges kérdést, egyaránt fontos mind a kettő jelentősége. Ennek ismerete nélkülözhetetlen, mivel a növényvédőszeres és a műtrágyák kijuttatása minden esetben a növények fenológiai stádiumához igazodik. Talajherbicidek a csírázó gyomnövények ellen alkalmazhatók, a gyomnövény 2-4 szikleveles fenológiai stádiumánál a levélherbicidek hatékonysága kiemelkedő. Évelők elleni védekezésnél a hajtáshossz méretéhez igazodva érhető el a kívánt herbicidhatás, mely a 20-25 cm hosszánál optimális a szisztémikus levélherbicidek kijuttatása. A BBCH decimális skála megalkotóinak köszönhetően (BASF, Bayer, Ciba-Geigy, Hoechst), egységes kódolási rendszerbe helyezhetjük egy- és kétszikű kultúr, valamint gyomnövényeink fejlődési stádiumát. A kompetíciós vizsgálatoknál szintén alapvető a fenofázisok ismerete [Kazinczi és mtsai., 2011].

A gyomnövények és a kultúrnövények közötti versengés Clements és munkatársai (1929) szerint: „A kompetíció tisztán fizikai folyamat. Két növény, bármilyen közel is legyen egymáshoz, mindaddig nem verseng egymással, amíg a víz, a tápanyagkészlet és a fény mindkettő szükségletét meghaladja. Amikor a közvetlen ellátás egyetlen szükséges tényezőből a növények együttes szükséglete alá csökken, megkezdődik a versengés.” Általánosan elfogadott tény, hogy amíg valamennyi környezeti erőforrás rendelkezésre áll a legtöbb növényi egyed számára, addig kompetíciós versengés nem jön létre. Ebből kifolyólag elmondható, hogy

egy bizonyos szintig minden kultúrnövény képes tolerálni a gyomnövényeket. Azonban, ha a kritikus kompetíciós periódus alatt nem biztosított a kultúrnövény számára gyommentes terület, a növekedés későbbi szakaszában képtelen lesz elnyomni a gyomnövényállományt [Nieto és mtsai., 1968]. További megállapítások szerint, minden kultúrnövény a teljes fejlődési idejének egyharmadában, illetve egynegyed részében igényli a gyommentességet. A kritikus kompetíciós periódust megelőzően elvégzett gyomírtással megakadályozható a termés kiesés, mely komoly gazdasági kártételre alkalmas [Kasasian-Seeyave, 1969].

Napjainkban már nem újdonság annak ismerete, hogy a természetes növénytársulások egyes képviselői képesek más fajok betelepülésének gátlására. Ez a hatás némely esetben olyan nagymértékben észlelhető, hogy a kompetíciós versengés már nem ad megfelelő magyarázatot. Ebben az esetben csak az egyik faj számára látványos a negatív hatás. Ezen jelenség magyarázatára az úgynevezett allelopátia szolgál. Ennek értelmében bizonyos növényi fajok olyan kémiai vegyületeket bocsátanak ki a környezetbe, melyek befolyásolják más növények életfolyamatait, csírázását, növekedését és fejlődését [Kazinczi és mtsai., 2011]. Rice (1974) megfogalmazása szerint, az allelopátia olyan serkentő, vagy gátló kölcsönhatás, mely a befogadó (akceptor) és az átadó (donor) növények között megy végbe.

2.3. Csírázás

A kiszáradt magok rendkívül jelentős nedvzívó képességgel rendelkeznek, tehát kifejezetten hidroszkóposak. Képesek a levegőből nedvességet felvenni és megkötni. Első lépésként, ahhoz, hogy a csírázás meginduljon nagy mennyiségű víz felvételére van szükség. Ez a felvett víz szívódhat a protoplasztba, vagy a sejt vakuolumába [James, 1963]. Miután megtörtént ez a felvétel, az eddig szikkadt, redős, összezsugorodott magok megduzzadnak, nagyobbodnak valamit fesszé válnak, felületük ráncmentes lesz. Továbbá a felszívott vízmennyiség miatt a magok teljes súlya növekszik. Nagy szívóerő jellemzi azokat a magokat, melyek kolloidjai még nem teljesen telítettek vízzel, amint ez bekövetkezik, a szívóerő jelentősen csökken [James, 1963]. A vízzel telített kolloidok megduzzadva nagymértékű térfogat növekedésen esnek át, ennek következtében, ha a maghéj kevésbé rugalmas vagy túlságosan feszes, képesek azt szétrepeszteni. Fontos megjegyezni, hogy a legtöbb esetben a maghéj kellően rugalmas, és a nagymértékű növekedéssel együtt tágul, felrepedés nélkül. Kezdetét veszi ismét az embrió növekedése amint a szövetek vízzel telítettek lesznek. Annak ellenére, hogy ennél a stádiumnál a mag már új anyagokat nem vesz fel, mégis jelentős átalakulások tapasztalhatók a saját, magon belüli anyagoknál. A sejtek növekedése folyamatos, osztódásnak indulnak, melynek

következtében egyre nagyobb helyet foglalnak el. Ez a növekedés, megnagyobbodás nem fejeződik be, szinte szakadatlanul folytatódik. Ezek a folyamatok magával hozzák, hogy a mag belsejében jelentős mértékben megnövekedik a nyomás. A maghéj által kifejtett ellenállás fajoként nagyfokú eltérést mutat [James, 1963]. Első szervként megnevezhető majdnem minden esetben, az embrionális gyökér vagy gyököcske, mely a magburok felrepszésével bújik elő. Ez az elsőként megjelenő kis gyököcske pozitív geotrópos, ami annyit tesz, hogy folyamatosan lefelé nő a talajban, függetlenül attól, hogy először a mag melyik részén tört elő. A gyököcskét követően rövid időn belül megjelenik a fiatal hajtás, mely ellentétes irányban, a talajfelszín felé kezd el növekedni. A talajfelszín felett megkezdődik a klorofill képződés, majd megindul az asszimiláció. A kifejlődött fiatal szár csúcsa alkalmatlan a talajon történő áthatolásra, ellentétben a fiatal gyökércsúccsal, így némely esetben erre speciális szervek jönnek létre. Ezek a speciális szervek segítik a fiatal szárat abban, hogy sikeresen elérjék a talajfelszínt. Ilyen speciális szervet képeznek pl. a *Gramineae* koleoptilja, amely egy úgynevezett védőhüvely. Morfológiailag megegyezik az első levéllel, azonban ez szilárd csúccsal rendelkezik és nagyjából 5 cm hosszú üreges cső. Ennek a szervnek a belsejében nő az első rendes levél, ami a csúcshoz közel található. Amennyiben ezek a magok 5-6 cm-nél mélyebben helyezkednek el a talajban, az első normális levél összezsavarodva marad, elhagyva a koleoptilt, egészen addig amíg fény nem éri. Más esetben a talajfelszínen való áthatolást úgy teljesítik, hogy a szár meggörbül és lényegében a görbület töri át a talajfelszínt, nem maga a hajtáscsúcs [James, 1963].

2.3.1 Csírázás biokémiája

Bizonyított tény, hogy a légzés és a légzés által létrejövő energiatermelés kifejezetten gyors a csírázás alatt és csíranövény fejlődésének korai stádiumában. A cukrok ennél fogva lebomlanak, és folyamatos térfogati növekedés észlelhető a csíranövény esetében, azonban súlya csökkenésnek indul, mivel széndioxid jut ki a légkörbe. A magvak tartaléktápanyagként felhalmozhatnak keményítőt vagy zsírt. Olajos magvakra az utóbbi jellemző. A nitrogén nem oxidálódik a légzés alkalmával, csírázás előtt és után is egyező mennyiségben van jelen. Súlyvesztés tehát oxigén, szén és hidrogén deficitből származik. Hamutartalmának mennyisége egyezik a csírázó, illetve a nem csírázó magok között. Ezen felül az ásványi anyagok mennyisége sem változik. Attól függetlenül, hogy ezeknek az elemeknek a mennyisége nem változik, ugyanúgy aktívan részt vesznek a csírázás folyamataiban, és megannyi változáson esnek át [James, 1963].

A raktározó szövetekből, melyekben a tartalék tápanyagok, azaz zsírok és keményítők vannak, következő lépésként felhasználódnak, cukrokká alakulnak, valamint egy része lebomlik a légzés alkalmával. A raktározó szövetekben képződő egyéb cukorfrakciók az embrió növekedésben lévő sejtjeihez eljutva, az új sejtalkotó anyagok részeként funkcionálnak tovább. Kiváltképp az újonnan létrejövő sejtfalak cellulózába épülnek be, emellett akár ismét keményítő formájában tűnnek fel, vagy az embrióban légzés által távoznak [James, 1963].

Száraz állapotban a keményítő nincs jelen, azonban kis mennyiségben általában az olajos magvakban fellelhető. Leginkább a zsír halmozódik fel a mag körül, majd kifelé haladva keményítővel cserélődik, tovább haladva a gyökércsúcsához pedig a cukrok dominálnak. Ezeknek a változásoknak a végbemenetele alatt, az endospermiumban található oldhatatlan fehérjék átalakulásuk során, vízben és sóoldatban oldható fehérjékké válnak. A fehérjehidrolízis különféle elemei, peptonok, aminosavak, polipeptidek egyszerre jelentkeznek eredményként a proteázok aktivitásának. Más enzimek aktivitása szintén megnövekedik ebben az időszakban. Az aminosavak és egyéb oldható nitrogén formák egy irányba, az embrió tenyészőcsúcsai felé áramolnak, ahol képesek beépülni az új szövetek fehérjéibe, melyek összetett nukleoproteidekből tevődnek össze [James, 1963]. Nincsenek jelen a száraz magban az aminosavak, peptonok és polipeptidek. A fiatal gyököcske kitörését követően a merisztéma bővelkedik fehérjékben. A gyökér élethosszáig ez az állapot fennmarad. Ehhez a fehérje felhalmozódáshoz hasonló az oldalgökerek merisztémáiban végbemenő folyamat is, mely már akkor megtörténik, mikor a főgyökér kérgén áttörnek az oldalgökerek. Az idősebb gyökerekben a felhalmozott tartalék tápelemek tekintetében megfigyelhető, a csúcstól visszafelé haladva egy szabályos sorrend. A csúcs környékén a gyökérsüveg-sejtek leginkább keményítőben gazdag, ezzel szemben a megnyúlási zóna és az idősebb gyökérrészek cukrokkal teltek. Legnagyobb mennyiségben a nukleoproteidek egyből a gyökérsapka mögött található, ezt követően fehérjék, peptonok majd aminosavak helyezkednek el.

A felhalmozott ásványi elemek, melyek a tartalékszövetekben vannak jelen, hasonlóképp viselkednek, mint a nitrogén és a szén. Az oldhatatlan vegyületek átformálódnak oldható vegyületekké, ezeknek a transzlokációs helye az embrió merisztémái és ott beépülnek a növekedő szövetek vegyületeként.

A foszfor a száraz magvakban oldhatatlan formában pl. lecitin vagy fitinként fordul elő. Csírázás folyamata alatt ezek lebomlanak, és helyettük lebomló szerves foszfátok keletkeznek. Idővel ezek a szerves anyagok szintén az embrió felé veszik útjukat. Nukleinsavak képzésében fontos szerepet játszanak, amik egyszerű fehérjékkel kapcsolódva

nukleoproteideket alkotnak. Vannak azonban olyan elemek, melyek a kezdetektől fogva oldható formában vannak jelen, ilyen többek között a kálium is [James, 1963].

2.3.2. A csírázást befolyásoló külső tényezők

A mag érését követően, a csírázás megindulásához és sikerességéhez, bizonyos környezeti tényezők nélkülözhetetlenek. Legfontosabb feltételek közé tartozik az oxigén, megfelelő nedvesség, optimális fényviszonyok és hőmérséklet. Ezeken kívül egy-két magnak az igényei ennél nagyobbak, ez alatt értve azt, hogy a csírázáshoz szimbionta gombák jelenléte szükséges, melynek hiányában az embrió nem differenciálódik. Léteznek olyan parazita növények pl. az *Orobanché* család képviselői, melyek csírázása akkor indul meg, ha kontaktusba lép a gazdanövény gyökereivel. Ezeknek a fajoknak a csíranövényei egyből megtámadják a gazdanövényt [James, 1963].

Oxigén

Oxigén hiány esetén a magok nem képesek csírázni, mivel ilyenkor a lélegzésük anaerob módon történik. Ez akkor esik meg, amikor a magok teljes felületét víz veszi körül, ezzel megakadályozva az oxigénhez való hozzáférést. Ebből az okból kifolyólag a magok nem képesek kicsírázni a vízzel elárasztott, vagy az esetlegesen túl tömör talajból. Vélhetően a teljesen száraz magok héja a gázok számára áthatolhatatlan. A légkör nedvesedése esetén, a maghéj vízfelvétele megkezdődik, ezáltal átjárható lesz a levegő számára is a hártya. Tehát maga a vízfelvétel nem csak a nedvesség biztosítására szolgál, hanem szabad utat nyit az oxigén és a gázok számára [James, 1963].

Hőmérséklet

A különböző növényi fajok mindegyikének meghatározható az optimális csírázási hőmérséklete, mely alatt minimum és maximum értékek értendők. Ez az érték rendkívüli módon változékony fajonként. Az általánosságban elmondható, hogy a mérsékelt, hideg éghajlaton honos fajok csírázási hőmérséklete alacsonyabb, mint azoknak a fajoknak esetében, melyek a melegebb éghajlaton fejlődnek. Azok a megduzzadt magvak, melyek átlépik a maximális hőmérsékletet, elpusztulnak. Ennek a valószínűsíthető oka, hogy a magvakban lévő fehérjék és enzimek kicsapódnak. Azonban az, hogy a minimum és maximum értékek között a mag képes a csírázásra nem jelenti azt, hogy ezen intervallumban minden hőmérsékleti fok egyformán kedvező. Ezt, az egymástól eltérő csírázások sebessége jól mutatja. A csírázási sebesség megvizsgálását követően, megállapítható, hogy az optimális hőmérséklet általában a

tartomány közepe. A túlzottan magas hőmérséklet nem hat kedvezően a csírázás későbbi periódusára, mely kedvezőtlen hatás az enzimek koagulálása okozhatja, mivel a folyamat lelassul. A hőmérséklet mindezekon felül nagyban befolyásolja, hogy mekkora sebességgel jut a víz a magba. Egyenesen arányos a hőmérséklet emelkedése a vízfelvétel sebességének növekedésével [James, 1963].

Fény

A fény szerepe a csírázás intenzitásában kevésbé egyértelmű, mint a nedvesség, hőmérséklet vagy akár az oxigén. A magvak között erős különbség alakul ki annak tekintetében, hogy miként reagálnak a fényre. Leegyszerűsítve felosztható világosban és sötétben csírázó magokra. A sötétben csírázó magokra gátló hatással van a fény, vagyis megakadályozza annak képességét a csírázásra. A világosban csírázó magoknak az előbbivel szemben viszont szükséges bizonyos mértékű fény. A világosban csírázó magok számára a szükséges fény intenzitása és hossza is igény szerint eltérő. Léteznek olyan növények, melynek magjai számára a teljes sötétségben elegendő akár egy pillanatnyi villanó fény, ahhoz, hogy csírázást indukáljon. Úgy tűnik, hogy a fény, hatással van a maghéjra oly módon, hogy az oxigén és víz számára átjárhatóvá teszi [James, 1963].

2.4. A magnyugalmi állapot

A mag kialakulásának végeztével, megannyi növényi faj magjai egyből csírázásnak indulnak. Azonban emellett gyakran egy nyugalmi állapot, vagyis dormancia lép fel annak ellenére is, hogy minden környezeti tényező adott az aktív csírázáshoz. A dormancia alatt a légzés és minden működési folyamat szinte teljesen leáll [James, 1963]. A protoplazma ilyenkor válik a legstatikusabbá, és képes elveszíteni azt a tulajdonságot, hogy állandóan változik, amely a normál állapotnál fennáll. Nem bizonyított, hogy ezek az életműködési folyamatok teljesen leállnak, viszont az tény, hogy képes olyan mértékben lecsökkenni ezeknek az intenzitása anélkül, hogy csírázókéességük elveszne. A magok csírázókéessége rendkívül ellenálló, legnagyobb mértékű kiszáradás esetén, akár -250°C -os hidegnek kitéve is megőrzi ezt a képességet. Fajonként nagyon változó, hogy a nyugalomban lévő sejtek meddig tartják meg csírázókéességüket. Azok a sejtek melyek dormanciában vannak, alacsonyabb víztartalommal rendelkeznek, mint az aktív állapotban lévő sejtek. Nyugalmi állapotra jellemző a 10-20 %-os víztartalom, míg az aktív állapotra a 80-90 %. A dormancia különféle kezelésekkel feloldható (hűtéssel, melegítéssel, éteres kezeléssel stb.), viszont az okai még kevésbé ismeretesek [James, 1963].

2.4.1. A magnyugalmi állapot okai

Külső környezeti tényezők sok esetben gátolják a magvak csírázását, ezzel nyugalmi állapotban tartva a különféle magokat addig, amíg ezek a feltételek, tényezők kedvezővé nem válva, újra megindul a csírázás. A dormancia gyakorta belső okok miatt is képes fennmaradni. Számos esetben tapasztalható, hogy maga az embrió fejlődése nem teljes. Ilyenkor a földre hullott magvak teljesen megegyező külső megjelenésű a valóban érett magokkal, az embrió csak részben volt képes differenciálódni. Ezeknek a magoknak a fejlődése a földön fekvé meg végbe.

Utóérés esetén az embrió teljesen fejlettné látszik, amikor a magok szóródása történik. Ez esetben különféle belső változások zajlanak le a magokban, legfőképp az enzimek aktivitásának növekedése.

Az át nem eresztő maghéj szintén képes fenntartani a dormanciát, méghozzá úgy, hogy gátolja a víz, valamint a levegő beáramlását az embrióhoz [James, 1963].

2.4.2. A dormancia típusai

Harper (1957); Magyar (2022) véleménye szerint három fő típusa különböztethető meg a magvak nyugalmi állapotának:

- endogén vagy primer dormancia
- indukált dormancia
- kényszerdormancia

Endogén magnyugalom

Azoknál a magoknál áll fenn ez az állapot, melyek optimális környezeti tényezők közé helyezve, csírázási hajlamot nem mutatnak [Nyikolajeva 1967; Kazinczi és mtsai., 2011]. Leginkább meghatározó tényezője ennek a magnyugalmi állapotnak a magvak életképességéhez köthető, ám ezen felül, az állapotot különféle tényezők befolyásolják és számos dolog képes kiváltani. A primer, vagyis endogén magnyugalom kialakulását előidézheti a fejlett embrió vagy a benne lévő inhibitorok jelenléte, ami miatt a dormancia sokáig fennállhat. Továbbá befolyásolja kifejeletlenség, kevésbé rugalmas maghéj, mely megakadályozza a növekedést, valamint a gázcsere folyamatait is. Genetikailag szabályozott mechanizmusok ellenére, a környezet jelentős hatást gyakorolhat a felsorolt tényezők

mindegyikére [Kazinczi és mtsai., 2011]. Ebből kifolyólag a magnyugalom erőssége egyenesen arányos az magvak érettségi állapotával. A gyommagvak polimorfizmusa tovább nehezíti az endogén magnyugalom szabályszerűségét, ugyanis ez alatt értendő az a képesség, mely ugyanazon gyomnövény képes eltérő fejlettségi stádiumban lévő magot egyszerre produkálni [Kazinczi és mtsai., 2011].

Indukált magnyugalom

Az indukált magnyugalmi állapotot a kedvezőtlen környezeti feltételek váltják ki. Ez az indukált állapot képes még fennmaradni abban az esetben is, ha a kedvezőtlen környezeti tényezők, melyek gátló hatással vannak a csírázásra, megszűnnek. Az indukció legtöbb esetben a fényigényhez fűződik [Kazinczi és mtsai., 2011]. Elmondható, hogy a másodlagos nyugalmi állapot előidézhető az imbibált gyommagvak esetében, amennyiben a hőkezelés oxigénhiányos közegben megy végbe [Villiers, 1972]. A gyomnövények döntő részénél eltérő hosszúságú endogén nyugalom lép fel, ezért lényeges az indukált és az endogén magnyugalmi állapot kapcsolata. A magvak életképessége jelentős mértékben befolyásolható és növelhető, amennyiben talajba való bedolgozása megtörténik [Kazinczi és mtsai., 2011].

Kényszernyugalom

Kényszernyugalmi állapot abban az esetben lép fel, ha az amúgy teljesen életképes magok, melyek nem állnak semmilyen nyugalmi állapot hatása alatt, csak a csírázást valamilyen környezeti tényező akadályozza. Legjelentősebbek a víz és a hőmérséklet. Amint ezek a gátló tényezők eltűnnek, a csírázás szinte azonnal megkezdődik. Viszont, ha a gátlás megszűnését követően a magvak nem jutnak hozzá ahhoz a serkentő faktorhoz, indukált nyugalmi állapot léphet fel [Kazinczi és mtsai., 2011]. A különböző nyugalmi állapotok egymástól eltérő formái megkülönböztethetők, valóságban ezek már kevésbé sikeres elszeparálások. Egyes vélemények szerint a nyugalmi állapotok eltérő fajtái „egymást szorosan követő események láncolata” a „legintenzívebb” állapottól egészen a „legkevésbé intenzív” állapotig [Taylorson, 1987] [Kazinczi és mtsai., 2011].

2.4.3. A dormancia feloldásának lehetőségei

A magnyugalmi állapotban lévő magok csírázásának megkezdéséhez, szükséges valamilyen külső tényező behatása, mely képes megtörni és kizökkenteni a magokat a dormanciából. Ezek a tényezők lehetnek belső, azaz endogén eredetűek, mint pl. a növényi hormonok. Továbbá külső, azaz exogén eredetű hatások, melyek a hideg, tartósan magas vagy épp gyorsan változó hőmérséklet, nedvesség, fény, sötétség. Kiváltó tényezők lehetnek az ionok, melyek

fajspecifikusan okoznak élettani hatást [Szabó, 1980; Baskin és Baskin 1998; Tóth, 2015]. A különböző dormancia típusok nem természetes úton történő megszüntetésére eltérő módokat fejlesztettek ki [Hilhorst és mtsai., 2007]. Az a nyugalmi állapot, melyet valamilyen élettani hatás idéz elő, megszüntethető a nitrogén, nedvesség és fény kontrollálásával. A maghéj eltávolításával (részleges vagy teljes) a fizikai nyugalmi állapot feloldható. Morfológiai szempontok alapján kialakuló dormancia, mely adódhat az embrió éretlenségének következtében kialakuló utóérésből, megtörhető hormonok segítségével [Rajjou - Debeaujon, 2008; Tóth, 2015]. Long és munkatársai (2012) véleménye szerint, a leggyakrabban alkalmazott eljárás, mellyel a keményhéjúság következtében kialakuló dormancia megszüntethető, az úgynevezett szkarifikációs eljárás, melynek keretein belül a maghéj mechanikai úton történő roncsolása megy végbe. További lehetőségek, amik alkalmasak a legutóbb felsorolt nyugalmi állapot feltöréséhez a mesterséges hőhatás, savas kezelés vagy vízzel történő forrázás.

2.4.4 A különböző tárolási módok és az életkor hatása a gyommagvak nyugalmi állapotára

Számos kutató mélyreható kutatásainak és vizsgálatainak köszönhetően, újabb és újabb felfedezéseiken keresztül, segít közelebb kerülni és megérteni miként képes megőrizni a mag, akár több évtizeden keresztül is életképességüket. Életképesség alatt két, nagyon szorosan összefüggő, ám eltérő fogalmak értendők. A csírázása alkalmas magok aránya a csírázóképesesség, valamint a csírázóképesesség megőrzésének ideje az élettartam, melyek együttesen adják a magok életképességét [Murdoch - Ellis, 2000]. Az életképességet több környezeti és genetikai tényező jelentősen befolyásolja. A magok tárolása és elfekvése, valamint a nyugalmi állapot típusa ezen tényezők közé sorolható [Tóth, 2015].

Az újonnan fejlődő magok, a teljes érést megelőző utolsó fázist, rendszerint nyugalmi állapotban töltik, mely a primer, vagyis elsődleges dormancia. Ezzel ellentétben, azok a magok melyek a szekunder, vagyis másodlagos nyugalmi állapotban vannak, már érettek és ezzel reagálnak a kedvezőtlen éghajlati tényezőkre. Az átlagos élettartam növény családonként jelentős eltérést mutat. Az egyik szélsőséges család pl. *Cyperaceae*, mely akár egy éven belül, nagymértékben csökkenő csírázóképes magállománnyal rendelkezik [Van der Valk és mtsai., 1999]. Ezzel szemben pl. *Fabaceae* családot képviselik olyan fajok, melyek csírázóképesége rendkívül hosszú ideig fennáll [Leino és mtsai., 2010]. A magvak életképessége változást mutat az idő függvényében, melyre hatással van a faj, tárolási hőmérséklet, valamint a relatív páratartalom [Ellis és mtsai., 1991; Nagel - Börner 2010]. Az idő előrehaladtával, a magok

öregedésével romolhat a csírázókéesség, ugyanakkor a fizikai dormancia eltérő volumenben fel is oldódhat [Baskin - Baskin, 2014]. A gyommagvak élethosszára számtalan biotikus és abiotikus tényező van hatással, ezért közel sem elhanyagolhatók a tárolási és elfekvési körülmények. A magokat tárolás előtt tisztítani szükséges, annak érdekében, hogy minél hosszabb ideig képes legyen megőrizni életképességét. Szintén tárolás előtt, a nagy gonddal átválogatott magállomány, és ennek köszönhetően a sérült magvak, valamint a szennyeződések elkülönítése, nagymértékben segítheti a különböző mikroorganizmusok elterjedésének meggátolását. Hosszútávú életképesség megőrzésére és tárolására csak az érett, egészséges magok alkalmasak. Az eredményes tárolás fontos kritériuma a légzésintenzitás csökkentése, mely feltétel biztosítható szárítással, oxigénkoncentráció és hőmérséklet csökkentésével [Rao és mtsai., 2006].

2.5. Egyszikű növények jellemzői

Az egyszikű növényeket, mint rendszertani osztályt, a zárvatermők törzsén belül lehet megkülönböztetni a kétszikű növények osztályától. Zárvatermők törzséről, amiből ez a két osztály ered, elmondható, hogy a magok a termésen belül találhatóak, ott fejlődnek és termésen belül maradnak a beérést követően is. Az egyszikűek legjellemzőbb tulajdonsága, hogy magjában található sziklevelek száma egy, tehát egy sziklevéllal csíráznak. Ez a sziklevél a csírázást követően a talajban marad, nem tör a talajfelszínre [Internet, 1]. Fontos tisztázni, hogy a többi jellemvonás inkább általánosságban mondható el, mivel a kétszikű növények körében fellelhető néhány kivétel. Az embrionális gyökér, vagyis a gyököcske, ami előbújik a felrepedt magból elsatnyul, így a főgyökér nem tud kialakulni. Ennek helyét és feladatát, egyenrangú mellékgyökerek veszik át. Az új gyökérrendszernek két kialakulási helye határozható meg, miszerint vagy az elsorvadt gyököcske felületén képződnek, vagy pedig a szik alatti hajtásrészletén differenciálódnak a sejtek gyökerekké [Internet, 1]. A bojtos mellékgyökér a fejlődés előrehaladtával olyanná válik, mint az eredeti főgyökér. A mellékgyökér terjeszkedése a talajban ortotrópos, azaz mélyen, függőlegesen helyezkedik el, míg az oldalgyökerek plagiotróposak tehát, vízszintesen növekednek.

Továbbra is általánosságban mondható el, hogy az egyszikűek hajtásrendszere kollaterális zárt nyaláb, azaz nem található kambium (másodlagos osztódószövet) az edény háncs és farésze között [Internet, 1]. Ez azt jelenti, hogy képtelenek másodlagos vastagodásra tehát, a szár gyarapítását az elsődleges osztódószövet végzi a hajtáscsúcsban. A faedények gyakran erősen megvastagodnak és nagyobb, tág üregek fedezhetők fel, erre jó példa a kukorica (*Zea mays*). Az edénynyalábok szórtan helyezkednek el, nem körben, mint a kétszikű növények esetében [Internet, 1].

A levél lehet lándzsaszerű, vagy akár jól tagolt lomblevél is, erezete általában párhuzamos lefutású. A levél csúcsán és alapján interkaláris merisztéma alakult ki, mely lehetővé teszi a keskeny, hosszú szalagszerű levelek létrejöttét, valamint ugyanúgy a nagyfelületű nyeles levelek kialakulását is.

Virágban a takarólevelek nem különülnek el, egynemű lepellé alakultak át. Ezek a virágok állhatnak önállóan, magányosan egyesével, illetve alkothatnak virágzatot. Az egyszikűek körében általában a hármas szám és annak többszöröse jellemző a virágokra [Internet, 1].

2.6. A vizsgált gyomfajok csírázásbiológiai sajátosságai

A dolgozatban taglalt három egyszikű gyomnövény közül, kettő egyéves T₄-es életformarendszerbe tartozik: termesztett köles (*Panicum miliaceum*) és a fakó muhar (*Setaria glauca*). T₄-es életformához hűen, ezek a gyomfajok melegigényesek és csírázásuk tavasszal indul, mely fajonként eltérő lehet. Szintén nagy differenciát mutatnak az egyes gyomfajok hidegtűrő képessége, azonban a szakmai vélemény egyetért abban, hogy a 0 °C-ot már nagyon nehezen, kizárólag mag formájában képesek tolerálni a talajban [Kazinczi és mtsai, 2011]. A termesztett köles (*Panicum miliaceum*) optimális csírázása a 10 °C-ot elért talajhőmérsékletnél kezdődik. Csírázást követően virágzásuk, akár már a 30. napon beindulhat [Pásztor, 2020]. Továbbá kutatások bizonyítják, hogy a sötétebb színű magok héja vastagabb, ezért a csírázási folyamatok nehezebben indulnak be, mivel a szükséges nedvesség optimális szintjéhez több idő szükséges. Viszont ennek következtében az ilyen magok életképessége hosszabb, mint a világosabb színű magvaké [Khan és mtsai, 1996; Pásztor, 2020].

A fakó muhar (*Setaria glauca*) optimális csírázási hőmérséklete 15 °C, mely tavasztól nyár végéig húzódik. Virágzásuk nyár közepétől, ősz közepéig, októberig is eltarthat [Kazinczi és mtsai, 2011].

A dolgozat harmadik gyomfaja, a fenyércirok (*Sorghum halepense*), mely életformarendszerét tekintve évelő G₁-es csoportba tartozik. Ezen csoport képviselői közül kerülnek ki a szántóföldek legveszélyesebb gyomnövényei. Módosult vegetatív szaporító képletük a talajban található, elősegítve az áttelelést és a rendkívül hatékony ivartalan szaporodást [Kazinczi és mtsai, 2011]. Optimális csírázási hőmérséklete a 10-15 °C-os talajhőmérséklet, így májustól akár nyár végéig is elhúzódhat. Virágzása nyár elejétől kora őszig is tarthat [Taylorson, 1975]. Rizómái rendkívül hatékonyan regenerálódnak, mihez társul az igen nagy jelentőséggel bíró, magtermelési képessége is [Kazinczi és mtsai., 2011]. Tovább fokozza veszélyességét, hogy kialakultak szulfonil karbamid hatóanyaggal szembeni rezisztens egyedek [Gracza és mtsai 2011].

Különböző kutatások, vizsgálatok irányulnak arra vonatkozóan, hogy a magok életképességét miképp befolyásolják a tárolási körülmények. Egyes adatok szerint, tárolás során hosszabb ideig életképesek azok a magok, melyek nagyobb perzisztenciát mutatnak [Probert és mtsai., 2009]. Fontos megjegyezni azonban, hogy nagy differencia alakulhat ki, nem csak az egyes fajok között, de még növénycsaládokon belül is [Van Treuren és mtsai., 2013]. Walters és munkatársai (2005) megállapítása szerint, azok a magok, melyek száraz és meleg éghajlatról származnak, tovább őrzik meg életképességüket, mint azoknak a növényeknek magjai, melyek

mérsékelt, esetleg hideg éghajlaton honosak. Ez a ténymegállapítás lehetővé teszi annak feltételezését, hogy a hűvös, nedves, hideg éghajlatról származó magok kevésbé alkalmasak a különféle magbankokban történi tárolásra, azokkal a társaikkal szemben, melyek száraz, meleg éghajlatról származnak. További kutatások bizonyítják, hogy az érettség szintén befolyásolja a tárolás hatékonyságát, ugyanis az éretlen magok kevésbé tolerálják a hűtött körülmények között történő tárolást [Godefroid és mtsai, 2010]. Az esetlegesen túl korán begyűjtött magok tárolásának időtartama rövidebb lehet, mivel azon képessége, hogy tolerálja a szárítást, fejlődésük alatt megy végbe [Hay-Smith, 2003].

2.6.1. Országos gyomfelvételezések eredményei a vizsgált három egyszikű faj tekintetében

Jelen táblázat esetében, az első 5 Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés eredményei kerülnek ismertetésre.

1.táblázat: Az I-V. Országos Szántóföldi Gyomfelvételezések eredményei Magyarországon a 2007-2008. évi adatok szerint (Novák és mtsai. 2009)

Gyomfaj neve	I. Országos Gyomfelvételezés (1947-1953)		II. Országos Gyomfelvételezés (1947-1953)		III. Országos Gyomfelvételezés (1947-1953)		IV. Országos Gyomfelvételezés (1947-1953)		V. Országos Gyomfelvételezés (1947-1953)	
	f.sor	bor.%	f.sor	bor.%	f.sor	bor.%	f.sor	bor.%	f.sor	bor.%
<i>Setaria glauca</i>	7.	1,1054	4.	1,9544	7.	0,7208	19.	0,4872	5.	1,6324
<i>Panicum miliaceum</i>	199.	0,0032	192.	0,0045	23.	0,2905	13.	0,6027	10.	0,9600
<i>Sorghum halepense</i>	-	-	94.	0,0249	18.	0,404	11.	0,8204	14.	0,8213

(Megjegyzés: fsor. = fontossági sorrend, bor. % = borítási %.)

Az 1. táblázat adatai alapján, a fakó muhar (*Setaria glauca*), egy gyomfelvételezés kivételével, minden esetben a 10 legnagyobb jelentőséggel bíró gyomnövényeink egyike. Az egész ország területén megtalálható, talajtípustól függetlenül. Általában a zöld és a fakó muhar egyszerre fordul elő. Leginkább a homok és vályog talajokon érzi jól magát [Kazinczi és mtsai., 2011].

A termesztett köles (*Panicum miliaceum*) esetében látható, hogy minden újabb gyomfelvételezésnél egyre jobban lépeget előre, sőt az V. Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés eredménye alapján, már a 10. helyet foglalta el. Amennyiben az első gyomfelvételezésen elért helyezést vesszük alapul, és ehhez viszonyítjuk a táblázatban szereplő utolsó gyomfelvételezés adatai, rendkívül figyelemreméltó felzárkózás látható. Potenciális veszélyforrásnak tekinthető. Fontos megjegyezni, hogy ma már nemcsak a termesztett köles kivadult változatai, hanem egyéb, inváziósak számító kölesfajok dominanciája is releváns (pl. kései köles, parti köles [Kazinczi, 2020]. Elvadulva már sokfelé található, leinkább a kukorica számára jelent egyelőre nagyobb gondot [Kazinczi és mtsai., 2011].

A fenyércirok (*Sorghum halepense*) ahhoz képes, hogy az első gyomfelvételezés során még nem volt oly mértékben számottevő, hogy adatokat lehetett volna gyűjteni, mostanra már rohamos iramban tör a fenyegetést jelentő helyezések felé.

Leginkább a melegebb régiókban van jelen, de egyre nagyobb fagyűrő képességű rizómái, folytonos potenciális veszélyforrást jelent [Kazinczi és mtsai., 2011].

A hatodik Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés (2018-2019) összesített adatai alapján, a fenyércirok (*Sorghum halepense*) a 4. helyet foglalta el. A fakó muhar (*Setaria glauca*) az 5.-et, míg a termesztett köles (*Panicum miliaceum*) a 19. helyen szerepelt. Ez az új felmérés is alátámasztja ezen gyomnövények jelentőségét [Novák és mtsai., 2020].

2.7. Fenyércirok (*Sorghum halepense*)

Hazánkban már az 1800-as években feljegyezték jelenlétét, viszont ekkor még nem tartozott azon gyomnövények körébe, melyek jelentős gazdasági károk előidézésére alkalmasak. Ekkortájt elsősorban az elhanyagolt területeken volt fellelhető [Dobszai-Tóth, 2010]. Jelentősége a XX. század kezdetétől figyelemre méltóvá vált. Ujvárosi Miklós (1970) úgy vélte, hogy az olyan területeken melyeken hideg tél, illetve fagy előfordul, gátat szab a megtelepedésnek és felszaporodásnak [Dobszai-Tóth, 2010]. Az idő előrehaladtával valamit a szélesebb körű biológiai vizsgálatoknak, megfigyeléseknek köszönhetően ez az elmélet már kevésbé volt helytálló. Ezek a kutatások azt a tényt támasztották alá, hogy a fenyércirok (*Sorghum halepense*) rizómái ellenállóak a fagy tekintetében [Dobszai-Tóth, 2010].

Elterjedésére számos külső tényező kedvező befolyással bírt. Nagyüzemi mezőgazdasági tevékenységek elősegítették a fenyércirok nagymértékű elterjedését, mivel viszonylag rövid idő alatt nagy távolságra juttatták el a művelőeszközökön megült magokat. Másfelől a fenyércirok megtelepedése tökéletesen reprezentálja az egyoldalú szerhasználat káros hatásait. Az atrazin nagymértékű kijuttatása előnyhöz juttatta ezt a gyomnövényt, mivel hatástalannak bizonyult a fenyércirok ellen, azonban számos másik gyomnövény eltűnését eredményezte. Ez ahhoz vezetett végül, hogy lényegében versengés nélkül fejlődhetett. Továbbá azt sem elhanyagolható, hogy a talaj mélyszántása biztosította a rizómák áttelelését [Hunyadi és mtsai.,2005; Dobszai-Tóth, 2010].

Jelenleg a föld minden mediterrán és trópusi országában megtalálható, felmérések alapján a világ hatodik gazdaságilag jelentős gyomnövénye [Holm és mtsai., 1977]. Szívós mivoltának köszönhetően rendkívül jól alkalmazkodott a hidegebb éghajlathoz, így elterjedési köre tovább szélesedett. Magyarország képezi a felső határát terjedésének, mivel rövidnappalos növény, ezért észak felé haladva, magterméke radikálisan csökken [Hunyadi és mtsi.,2005]. Fenyércirok fő gazdasági kártétele leginkább a kultúrnövényekkel szemben létrejövő erős elnyomóképesség és közvetlen konkurencia által keletkezik [Takács, 1973; Dobszai-Tóth, 2010].

2.7.1 Morfológia

Az érett magokat öleli körül a hegyes pelyvalevél, melyeket sárga, barna, piros és fekete színek különböző árnyalatai és ezeknek kombinációi jellemeznek [McWorter,1961]. Két nyelecske ered a hasi pelyva tövéből, ennek hosszúsága a szem kétharmada. A pelyvalevelek funkcionalitása a toklászokéhoz hasonlítható [Behrendt - Half, 1979]. A tojásdad, kissé hosszúkás alakú termés típusa szemtermés, mely 4-5 mm hosszú, szélessége pedig 1-2 mm

[Dobszai-Tóth, 2010]. A tavasszal kicsírázó mag első levele lilás, vöröses színű és hosszúkas. A fenyércirok méretét tekintve, 60 cm-től akár a 250 cm-t is elérheti. Szalmaszára egyenesen felfelé álló, szárcsomókról levél, illetve virághajtások erednek (1. ábra). Virágbugája erőteljesen ágas, több örvben helyezkednek el a bugaágak, melyeket pirosas szőrök borítanak [Dobszai-Tóth, 2010].

2.7.2. Szaporodás

A fenyércirok szaporodási stratégiája két, egymástól eltérő módon történhet. Értve ezalatt, hogy évelő növény léte képes maggal szaporodni, valamint a föld alatti szaporítógyökerekkel, azaz rizómákkal szintúgy [Dobszai-Tóth, 2010]. Kutatások eredményei alapján, a gyomnövény zöld tömege nagyobb abban az esetben, ha a szaporodás rizómákkal történik. Ezzel szemben a fenyércirok növekedési üteme gyorsabb, ha a szaporodás maggal történt [Mitskas és mtsai., 2003; Horowitz, 1972; Dobszai-Tóth, 2010]. További kutatások eredménye értelmében, 20-40%-a a fenyércirok magjainak keményhéjú. Csírázási arány növelhető a pelyvák eltávolításával. A magok 3-6 évig életképesek maradnak a talajban, és primer nyugalmi állapot lép fel a szemek érését követően, melynek időtartama 4-5 hónap is lehet [Mikulás, 1979; Dobszai-Tóth, 2010].



1. ábra: Fenyércirok (*Sorghum halepense*)

(forrás: <https://quizlet.com/398759420/gyomnovenyek-flash-cards/>)

2.8. Termesztett köles (*Panicum miliaceum*)

A pázsitfűfélék (*Poaceae*) családjának rendkívül népes képviselője a köles (*Panicum*) nemzetség. Felmérések szerint több mint ötszáz faj tartozik ehhez a nemzetséghez [Barkworth, 2007; Pásztor, 2020]. Attól függetlenül, hogy a kölesek termesztés céljából is hasznosítják, legalább 50 faj sorolható a gyomnövény kategóriába [Holm és mtsai., 1979; Pásztor, 2020]. Különféle felmérések alapján elmondható, hogy hazánkba keletről érkezett, valamint egyes kutatók véleménye szerint, Kína termesztette elsőként a történelem során. A köles, mint kultúrnövény hatodik helyen szerepel a világ legjelentősebb gabonanövényei között [Pásztor, 2020]. Magyarországon 1995-ben 9000 hektáron termesztették a kölest, 2014-re a vetésterülete a felére csökkent [Pásztor, 2020]. Jelenleg hazánkban leginkább másodveteményként takarmányozási célra termesztik, valamint a reformkonyhának köszönhetően kap nagyobb szerepet [Bocz és mtsai., 1992; Pásztor, 2020]. Az intenzív növénytermesztés és a növekvő herbicidhasználat eredményeként átalakult veszélyes, problémát okozó gyomnövény [Pásztor, 2020]. Terjedését elősegítette a klóramino-triazin hatóanyag nagymértékű felhasználása, mivel az egyszikű köles ellen hatástalan. Ebből kifolyólag versengés nélkül fejlődhetett, továbbá kedvező életteret nyújtott a monokultúrában termesztett kukorica kultúrnövény [Pásztor, 2020].

2.8.1. Morfológia

A tavasszal csírázó növény hegyes, rövid levele, valamint levélhüvelye szőrökkel borított. Levéllyelve hiányzik, hasonló funkciót a szörkoszorú lát el. Az egyéves egyszikű kifejlett növény 90-120 cm, vastagszárú, viszonylag magas és erős növekedésű [Pásztor, 2020]. Buga virágzata nagy méretű, tömör, lefelé hajló és füzérkéket alkotnak (2. ábra). Ezek a füzérek általában szálkátlanok. Pelyvalevek (gluma) száma három, túlnyomó részben a magok toklászokban találhatók, de ritkán csupaszon is megtalálhatók [Pásztor, 2020]. Szemtermés 3-3,5 mm nagyságú, mind a két oldalán domború, kissé tojásdad. Termés színe különböző, de a fehér, sárga, szürke, piros és barna színskálán mozognak, valamint ezeknek a kombinációjával is rendelkezhetnek [Pásztor, 2020]. Növény egyedek rendkívül változatosak lehetnek, mivel az egymástól eltérő alakok keveredhetnek [Pásztor, 2020].

2.8.2. Szaporodás

A termesztett köles (*Panicum miliaceum*) szaporodási stratégiája egyéves T₄-es növény lévén, kizárólag a magokon alapul. Kutatások eredményei alapján igen nagy magprodukcióval kell számolni ezen gyomnövény esetében, mivel átlagosan akár 48.000 mag/növény produktumra képes [Eberlein és mtsai., 1990; Pásztor 2020]. A termesztett köles önbeporzó, tenyészideje rövidnek mondható, mivel 60-90 napra tehető. A frissen beért köles magok rendkívül jó csírázási %-ot érnek el (90%) [Pásztor, 2020]. A termesztett köles magjainak döntő többségénél nem figyelhető meg magnyugalmi állapot, azonban, ha mégis, abban az esetben is csak ~5%-nál. Ennek oka, a magot szorosan körbezárt toklászok, melyek akadályozzák a csírázáshoz szükséges víz mennyiségét. A termesztett köles alakkörébe tartozó típusok magmorfológiában is különböznek, ami maga után vonhatja a csírázásbiológiai sajátosságokban (is) megnyilvánuló különbözőségeket [Czimer - Hartmann, 2006; Magyar és mtsai, 2015; Pásztor 2020].



2.ábra: Termesztett köles (*Panicum miliaceum*)

(forrás: <https://quizlet.com/398759420/gyomnovenyek-flash-cards/>)

2.9. Fakó muhar (*Setaria glauca*)

A fakó muhar a pázsitfűfélék (*Poaceae*) család nagymértékben elterjedt faja. Kutatások szerint a fakó muhar Euráziában őshonos, azokon a területeken kozmopolitának tekinthető, mely a mérsékelt éghajlati övezethez tartozik [Ohwi, 1965]. Rendkívül nagy alkalmazkodóképességének köszönhetően ez a gyomnövény a legkülönbözőbb területeken megtalálható, úgymint szántóföldeken, útmenti területeken, vízpartokon, háztáji területeken [Alex - Switzer, 1976]. Gyomnövényként csökkenti a terméshozamok mértékét, valamint magjai beszennyezik a kultúrnövény betakarított garmadáját [Santelmann, 1963]. Konkurenciát jelent a kultúrnövény számára, az élettérért folytatott versengés miatt a fejlődő haszonnövények növekedése vontatottá válik, ami könnyen termés kieséshez vezethet. Azonban az a tény sem elhanyagolható, hogy a jó beltartalmi értékek miatt, a vadon élő állatok számára fontos táplálékforrás [Martin és mtsai., 1951]. Hazánkban a *Setaria* fajok nagymértékben elterjedtek, az ország bármely pontján fellelhetők. Egynyári gyomnövény, általában évenkénti egy nemzedékkel rendelkezik, rövid idő alatt képes szétterjedő vastag szőnyeget képezni. A növekedés 5-8 cm-es állapotig viszonylag lassú, majd ugrásszerűen felgyorsul [Peters és mtsai., 1963].

2.9.1. Morfológia,

A kifejlett növény mérete 20-100 cm. Levelei 4-10 mm szélesek, 30 cm hosszúságúak, enyhén csavartak (3. ábra). Nyelvecske található a szár és a levél találkozásánál, ami egy rojtos szegély 3 mm nagyságú csillós szőrök összessége. A virágzat jellegzetes hosszú sörtéi a magok védelmére szolgálnak, valamint segítik azok terjedését. Elterjedési helyétől függően, a növényenkénti toklászok száma 3-47 db között képződik, ebből adódóan a növényenkénti magok száma 540- 8400 db között mozog [Petres és mtsai., 1963]. A sörték 3-10 mm hosszúak, színe változatos: sárga, narancssárga, barna, bronz, vörös. A fakó muhar magja hosszanti irányban elliptikus, keresztirányban pedig tojásdad alakú, 2,5-3,5 mm hosszú, 1,5-2,2 mm széles és 1-1,5 mm vastag [Dore-McNeill, 1980]. A szemtermést pelyvalevél veszi körül.

2.9.2. Szaporodás

A gyomnövényre autogámia jellemző. Csírázási hőmérséklete 15 °C, április végétől számítani lehet jelenlétére. Az érett magok legtöbbször nyugalmi állapotba kerülnek [Dawson - Bruns, 1975]. Ennek oka általában a nedvesség hiánya, vagyis a perikarpán keresztül nem szívódik fel nedvesség. A magok legkönnyebben, miután megtörtént az utóérés, hűvös, nedves helyen zökkennek ki a nyugalmi állapotból [Dawson - Bruns, 1975]. Azok a magok, melyek nem

csíráztak ki és nem kerülnek egyből a primer dormancia állapotába, kényszernyugalmat idéznek elő. Legtöbbször ez a nyugalmi állapot akkor alakul ki, ha a magok június közepéig képtelenek kicsírázni, következtetve arra, hogy a következő időszak magas hőmérséklete ellen védekeznek ezáltal [Dawson - Bruns, 1975]. Óriási magprodukciónak köszönhetően a mezőgazdasági területeken sűrű állományt képes alkotni. Azonban fontos megjegyezni, hogy a kedvezőtlen élettér nagymértékben képes visszafogni a gyomnövény növekedését, toklászok számát és a magprodukción [Dawson - Bruns, 1975].



3.ábra: Fakó muhar (*Setaria glauca*)

(forrás: <https://quizlet.com/398759420/gyomnovenyek-flash-cards/>)

3. Anyag és módszer

3.1. Maggyűjtés, tisztítás és tárolás

A vizsgálatban szereplő három faj magtételének a begyűjtését magam végeztem. E három faj a fenyércirok (*Sorghum halepense*), termesztett köles (*Panicum miliaceum*) és a fakó muhar (*Setaria glauca*). A gyűjtést 2022 nyár végén kezdem meg és ősz közepére sikerült a kellő magállományhoz jutnom. A gyűjtés helyszíne a fakó muhar és a fenyércirok esetén Baranya vármegye, Szederkény község területe volt. A termesztett köles gyűjtése, Somogy vármegye, Buzsák nevezetű község területén belül történt.

Konzulensem, témavezetőm tanácsára minden fajból 600-1000 db mag szedése volt a cél.

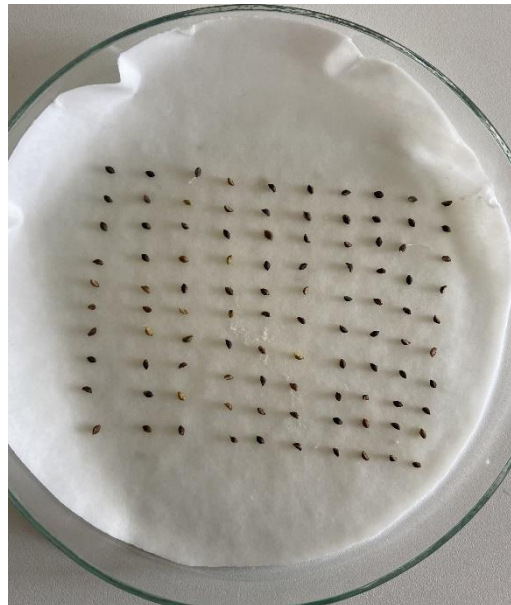
A kellő magmennyiség tulajdonában immár el tudtam kezdeni a tételek tisztítását. Rao és mtsai (2006) módszereire hagyatkozva, a magmintákból kikerültek a szennyeződések, felesleges növényi részek, léha, sérült magok. A minták tisztítása kézi átválogatással történt. További egyeztetés alapján a begyűjtött magtétel 2022. decemberi hónapjától kezdve -20 °C-on tárolásra kerültek, a saját tulajdonomban lévő melyhűtőben. Amíg a laboratóriumi csíráztatás nem vette kezdetét, addig a tárolási módon változtatva nem lett. Laboratóriumi csíráztatás 2022. március 15.-én vette kezdetét. A kísérlet keretein belül az új, frissen szedett magokat hasonítottam össze a több évtizede tárolt magtételekkel. A régóta tárolt magokat a MATE Georgikon Campusán, a Bioinnovációs Központ Növényvédelmi Tanszék laborjában felállított magbankból használtuk fel. A fenyércirok (*Sorghum halepense*) magbankban lévő magjai 1984 óta állnak tárolás alatt, a termesztett köles (*Panicum miliaceum*) szintén 1984 óta, és a fakó muhar (*Setaria glauca*) magtétele pedig 1994 óta tároltak. A hűtvetárolt magokat a laboratóriumban -20 °C-os hőmérsékleten tartják.

3.2. Csíráztatási vizsgálatok

A laboratóriumi csíráztatási tesztek 2023. március 15-én kerültek beállításra.

Helyszín: MATE, Georgikon Campus, Bioinnovációs központ, Herbológiai laboratórium

A kísérletben szereplő gyomfajok magjait 12 cm átmérőjű Petricsészébe helyeztem 10x10-es kötésben, mely így 100 db/Petricészé mennyiséget adta ki (4.ábra). A magok elhelyezését megelőzően a Petricsészébe elhelyezett dupla réteg szűrőpapírt 15 ml csapvízzel itattuk át. Ez 4 ismétlésszámmal ment végbe a frissen szedett magok esetében, valamint a régóta tárolt magoknál is. Így fajonként 8 db Petricsésze került megfigyelés alá, benne a 100-100 db-ot tartalmazó magokkal. A teljes csíráztatás folyamata alatt ezeknek a beállítási paramétereknek értelmében, összesen 24 db Petricsésze vizsgálata történt.



4.ábra: Laboratórium és Petricsészébe helyezett magok (10x10-es kötésben)

(forrás: saját készítésű képek)

Miután a magok szűrőpapírra történő elhelyezése megtörtént, egy speciális Binder típusú termosztátba kerültek a Petricsészek (5. ábra). A termosztát minden csírázási protokollnak megfelel, hűthető, fűthető. A tárolóüvegek beazonosíthatósága érdekében, mindegyiket elláttam a gyomnövények Bayer-kódjával és a gyűjtés dátumával, ezen felül mindegyik kapott, egy 1-től 4-ig terjedő sorszámozást, hogy a vizsgálati időpontokon minden alkalommal ugyanaz a Petricsésze legyen párosítható a már feljegyzett adatokhoz. A Petricsészéket műanyag zacskóba egyesével becsomagoltam (kiszáradás elkerülése végett), majd a termosztátba helyeztem.

24 °C volt a beállított állandó hőmérséklet, ezen változtatás nem történt a csíráztatás alatt.

Az első vizsgálat, 2023.03.20-án történt, mely alkalmával minden egyes Petricsészében történő változás (csírázás) saját magam által szerkesztett jegyzőkönybe jegyezve lett. Ezt a folyamatot 2 naponta ismételtam, kicsírázott magok számát feljegyeztem. Mikor a csírázási dinamika stagnálni látszott, az utolsó két alkalommal 4-5 nap elteltével kerültek újra vizsgálat alá a tételek.



*5.ábra: Binder termosztát és a belehelyezett magtételek
(forrás: saját készítésű képek)*

4. Eredmények és értékelésük

A csíráztatási folyamat 23 nap leforgása alatt ment végbe. Ezen időszak alatt, 7 alkalommal jegyeztem fel adatokat. Csírázás %-os aránya a darabszámmal megegyezik, emiatt a 10x10-es kötésben való elhelyezés került megvalósításra. Az alábbi táblázatban (2.táblázat) az eredmények átlagolva láthatók, oly módon, hogy dátum szerint lebontva a 400 db friss és régi magtételek kerültek kiértékelésre. Bayer- kódot alapján a következők értendők: SORHA-fenyércirok (*Sorghum halepense*), PANMI-termesztett köles (*Panicum miliaceum*) és SETGL-fakó muhar (*Setaria glauca*).

2.táblázat: Átlagolt csírázási %
(forrás: saját vizsgálati jegyzőkönyv)

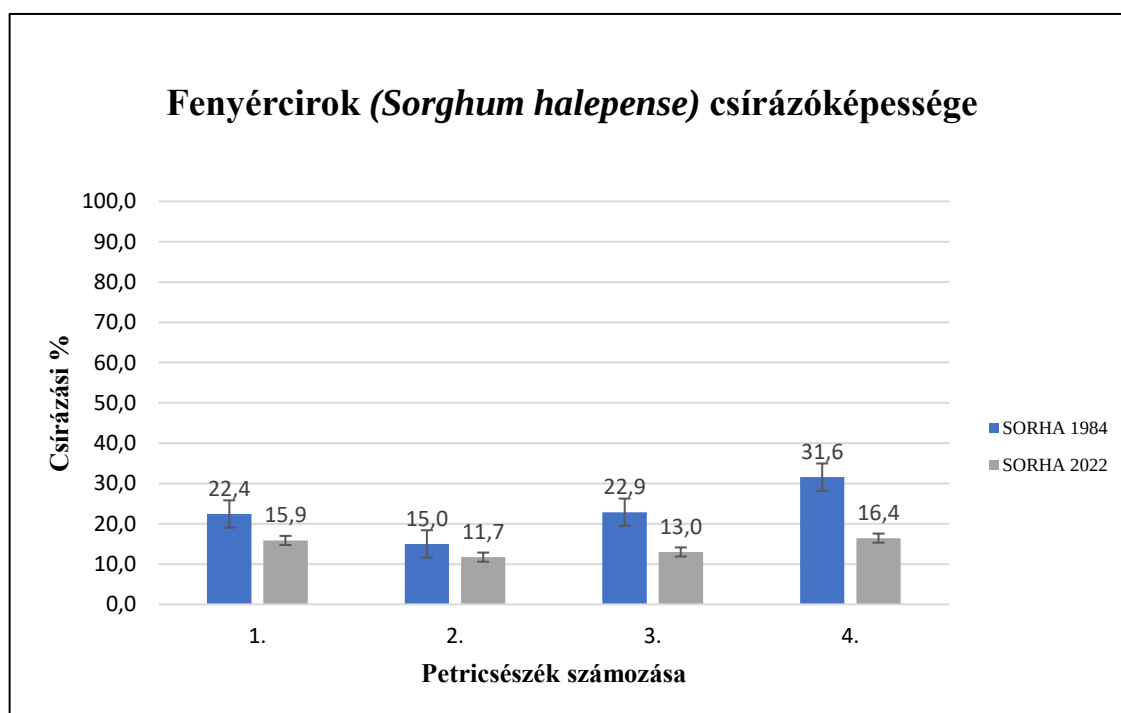
Vizsgálat dátuma	SORHA 1984 (db)	SORHA 2022 (db)	PANMI 1984 (db)	PANMI 2022 (db)	SETGL 1994 (db)	SETGL 2022 (db)
2023.03.20	21,50	13,25	99,50	89,00	3,50	0,75
2023.03.22	22,75	14,00	99,50	92,00	6,50	1,00
2023.03.24	23,00	14,50	99,75	92,00	8,50	1,00
2023.03.27	23,00	14,50	99,75	93,50	9,00	1,00
2023.03.29	23,00	14,50	99,75	95,50	9,00	1,00
2023.04.03	23,00	14,50	99,75	95,50	9,25	1,00
2023.04.06	23,00	14,50	99,75	95,50	1,25	1,00

A fenti eredményekre az egytényezős varianciaanalízis került lefuttatásra, melynek segítségével meghatározható az eltérés mértéke. Amennyiben az ún. p-érték nagyobb mint 0.05, akkor ez esetben nincs szignifikancia a tételek csírázási arányában. Analízis által kapott p-érték: $3,573 \cdot 10^{-195}$. Ebből az értékből megállapítható, hogy kevesebb mint 0.05, ezért a tételek csírázását tekintve szignifikáns eltérés mutatkozott.

4.1. Fenyércirok (*Sorghum halepense*) csírázásának elemzése

Hartmann (1990) feljegyzései szerint, a fenyércirok átlagos csírázási százaléka 10-20% körül mozog, életképességét pedig 10 éven át őrzi. Az alacsony csírázási százalék nem tekinthető veszélytelennek, mivel a növény magprodukciója elérheti a 80.000 db/növényt [McWhorter, 1989]. Egyéb vizsgálati adatok azt az eredményt hozták, hogy a fenyércirok magjainak 20-40%-a keményhéjú, mely a csírázás sikerességét visszafogja, emellett azonban a pelyvák eltávolítása növelte a sikerességet [Mikulás, 1979]. A fenyércirok laboratóriumi csíráztatásának felmérése problémás lehet, mivel rosszul csírázik ezen felül a tárolás szintén negatív hatással van a csírázóképessegre [Mikulás, 1979].

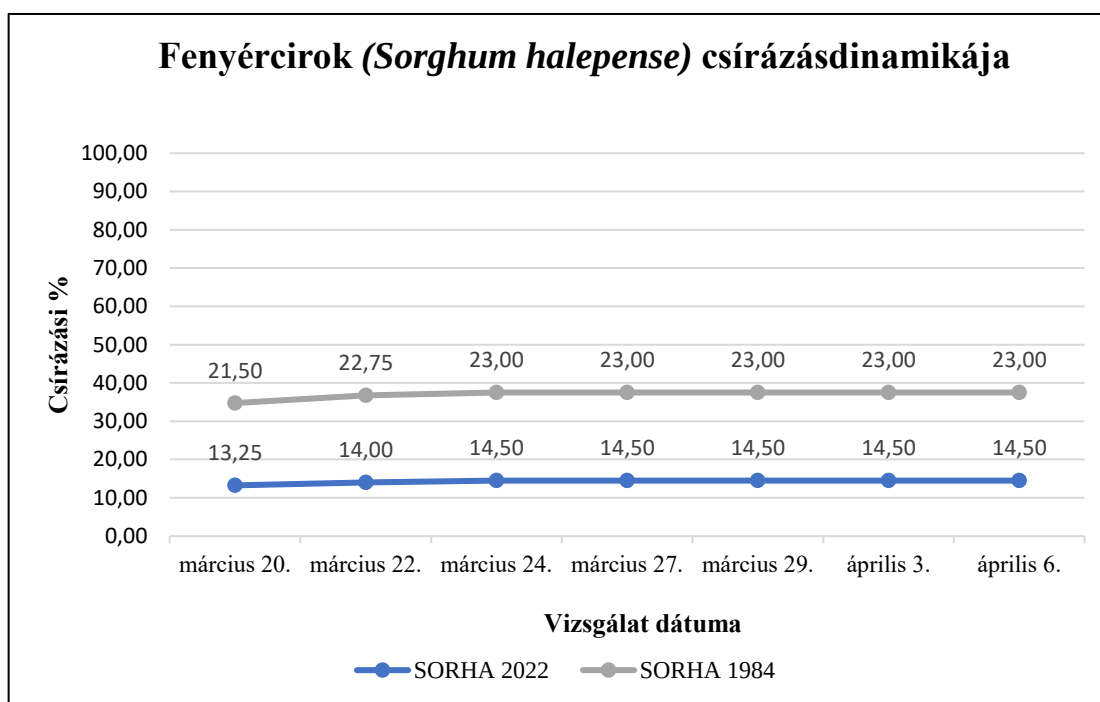
A 7 vizsgálati alkalom során feljegyzett csírázási darabszámot átlagoltam és a Petricsészékre vetítettem le (6.ábra). Eredmények alapján az 1984-ben gyűjtött és azóta tárolt magoknál nagyobb csírázási különbség volt tapasztalható a 4x100 db minta esetében, mint a 2022-ben gyűjtött magoknál. A régóta tárolt magok közötti legnagyobb különbség 16,6%, míg az újonnan tárolt magoknál ez csupán 4,7%. Az 1984 óta tárolt magok csírázása 22,98% volt, ehhez képes elmaradva, a 2022-es frissen szedett magok csírázása 14,25% (6.ábra).



6.ábra: Fenyércirok (*Sorghum halepense*) vgső csírázási %-nak alakulása
(forrás: saját vizsgálati jegyzőkönyv)

Az 1984-ben gyűjtött és fagyasztva tárolt magok esetében az első vizsgálati alkalommal átlagolva már 21,5%-os csírázás volt feljegyezhető. Tehát kezdődött egy viszonylag nagyobb ugrással, majd a 3. vizsgálati alkalommal 23%-ra nőtt, és ez a szám stagnált a kísérlet végéig (7.ábra).

A 2022-ben begyűjtött friss magoknál nem volt akkora megugrás tapasztalható az első vizsgálati alkalommal, 13,25%-os csírázás került a jegyzőkönyvbe. Hasonlóság fedezhető fel az 1984-es magokkal, miszerint a 3. vizsgálati alkalom után stagnált, leállt a csírázás. Ebben az esetben a kísérlet végére, 14,5%-os csírázás történt.



7. ábra: Fenyércirok (*Sorghum halepense*) csírázásának alakulása a vizsgálati dátumokhoz igazítva.
(forrás: saját vizsgálati jegyzőkönyv)

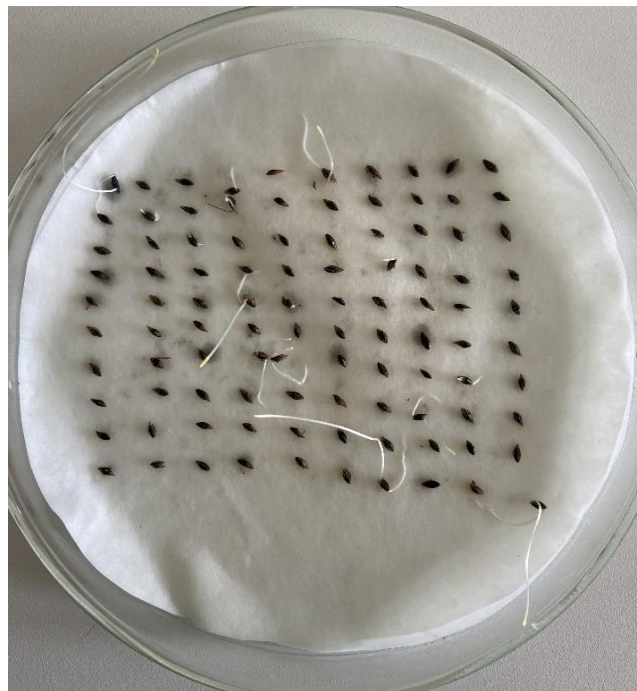
Összességében megállapítható, hogy az 1984-ben gyűjtött és azóta fagyasztva tárolt magok magasabb csírázási %-ot mutattak. Erőteljesebb indítás volt tapasztalható a régóta tárolt magok esetében, azonban mind a két tételnél, azaz az 1984 és 2022-ben gyűjtött magoknál 9 nap után a csírázás leállt és stagnált (7.ábra).

Továbbá az is megállapítható, hogy alacsonyabb csírázási százalékot produkáló frissen szedett 2022-es magok esetében, a csírázás egyenletesebbnek bizonyult, mint a régóta tárolt magoknál.

Az 1984-ben gyűjtött magok csírázása 22,75%, 2022-ben gyűjtött magoknál 14,25%. Szignifikáns különbség volt tapasztalható a két tétel között.



8.ábra: 1984-es fenyércirok (*Sorghum halepense*) csírázása 2023.03.20.-án, a kísérlet beállítását követő 5. napon.
(forrás: saját készítésű kép)

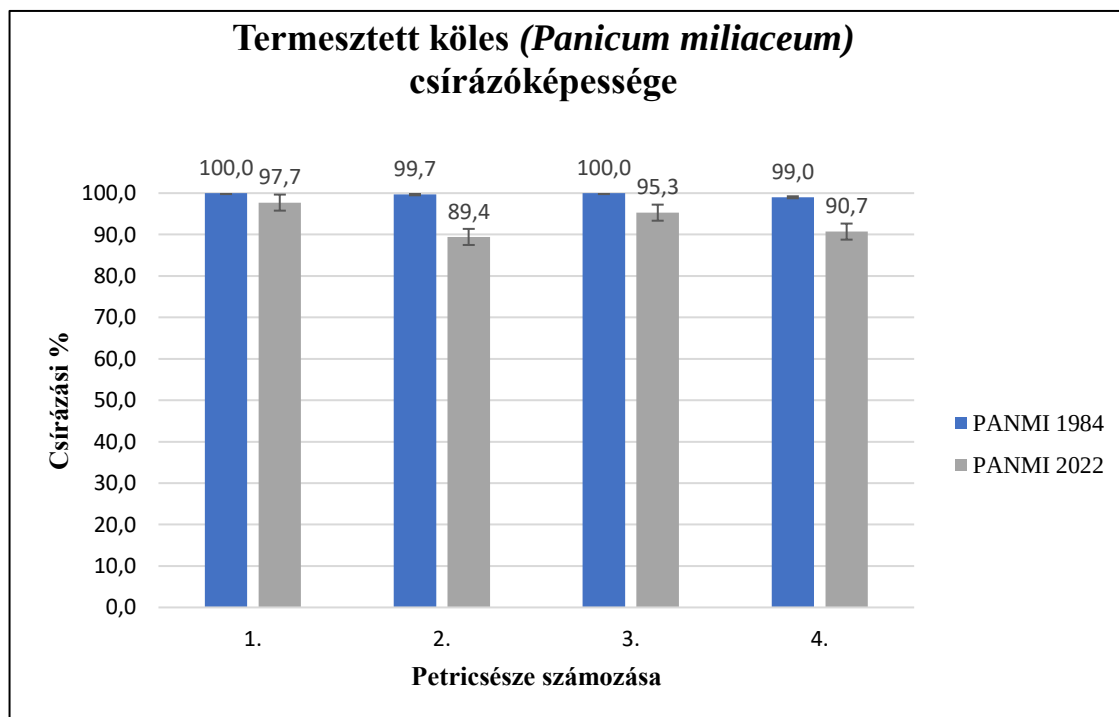


9.ábra: 2022-es fenyércirok (*Sorghum halepense*) csírázása 2023.03.20.-án, a kísérlet beállítását követő 5. napon.
(forrás: saját készítésű kép)

4.2. Termesztett köles (*Panicum miliaceum*) csírázásának elemzése

Különböző vizsgálatok bizonyítják, hogy a köles fajok rendkívüli mértékben csírázóképesek. A magvak 30 napos utóérését követően akár teljes mértékben, 100%-ban képesek csírázni. Ennek oka, hogy magnyugalmi állapot nem igazán áll be ezen fajok esetében [Csala, 1975; Eberlein és mtsai., 1990; Czimber - Hartmann, 2006; Pásztor, 2020]. A magvak elenyésző százalékában (5-8%) felmerülhet szekunder nyugalmi állapot, amely magyarázható azzal a morfológiai tulajdonsággal, hogy a toklászok melyek a szemtermések körül vannak, rendkívül szorosan képesen bevonni a magokat, így a csírázáshoz szükséges nedvesség nem jut a maghoz olyan könnyen [Czimber - Hartmann, 2006; Pásztor 2020].

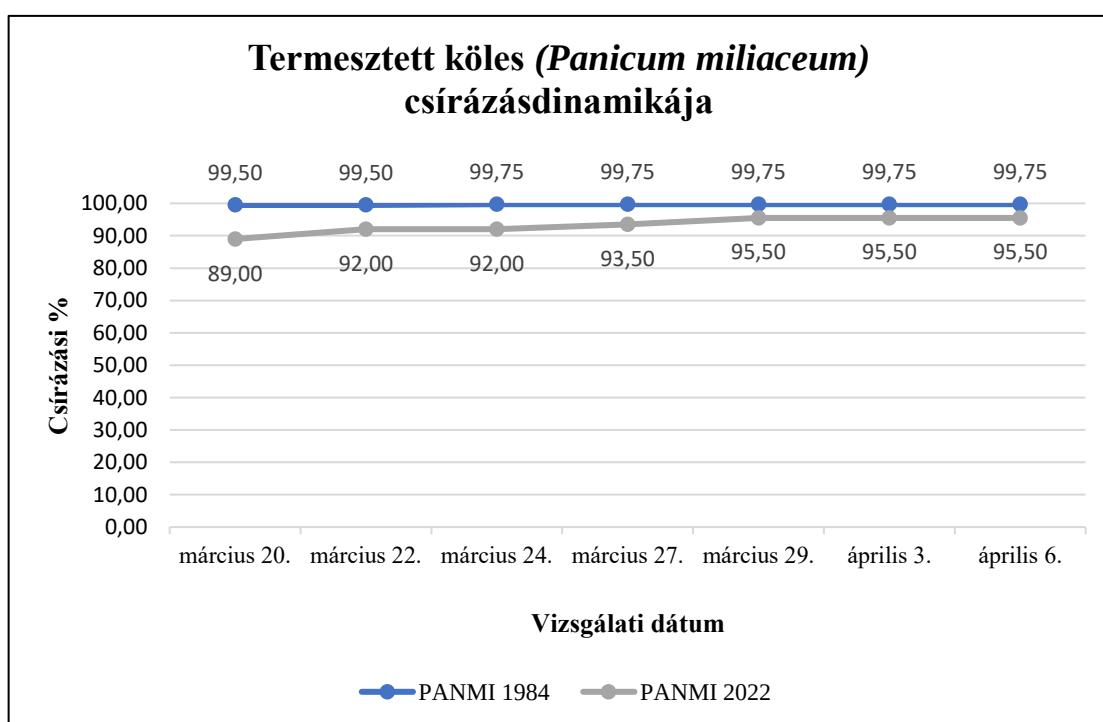
A 7 vizsgálati alkalom során a kapott csírázási darabszámot átlagoltam és a Petricsészekre vetítettem le (10.ábra). Ennek eredménye értelmében látható, hogy a 2022-ben gyűjtött és rövid ideig tárolt magoknál, nagyobb csírázási különbség volt tapasztalható a 4x100 db minta esetében, mint az 1984-ben gyűjtött és azóta tárolt magoknál. A régóta tárolt magok között szignifikáns eltérés nem volt tapasztalható (legnagyobb eltérés csupán 1%), míg az újonnan tárolt magoknál keletkezett különbség 8,3%. Az 1984 óta tárolt magok csírázása majdnem teljes volt: 99,68%, ehhez képes minimálisan lemaradva, a 2022-es frissen szedett magok csírázása 93,28% (10.ábra).



10.ábra: Termesztett köles (*Panicum miliaceum*) végső csírázási %-nak alakulása
(forrás: saját vizsgálati jegyzőkönyv)

Az 1984-ben gyűjtött és fagyasztva tárolt magok esetében már az első vizsgálati alkalommal átlagolva 99,5%-os csírázást mutatott. Az első két alkalomnál mért majdnem teljes csírázást követően, a harmadik alkalommal mindössze 0,25%-kal növekedett az arány, ami a vizsgálat utolsó napjáig stagnált (11.ábra).

A 2022-ben begyűjtött friss magoknál kismértékben ugyan, de az 5. vizsgálati dátumig növekedés volt észlelhető. Első vizsgálatnál azonban szintén egy erőteljes csírázási arányt tapasztaltam, hasonló erős kezdéssel, mint a régóta tárolt magok esetén. Az első alkalommal 89%-os csírázást követve enyhe százalékelemelkedéssel, 95%-os stagnálás mellett zártam a kísérletet (11.ábra).



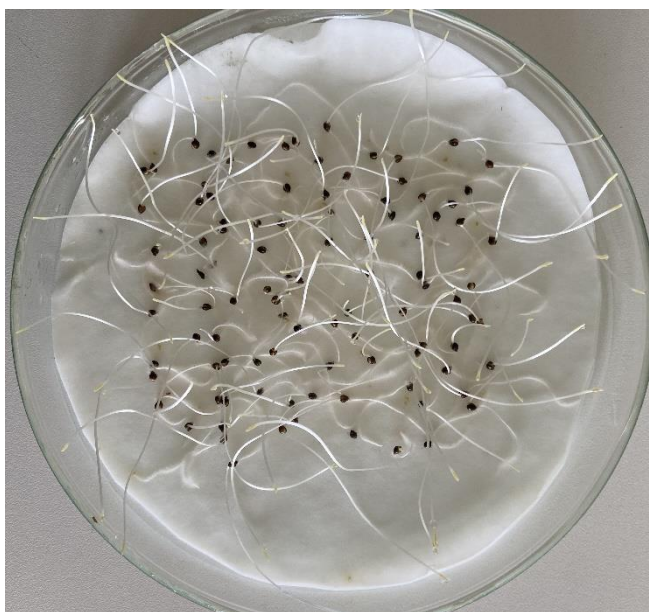
11. ábra: Termesztett köles (*P. miliaceum*) csírázásának alakulása a vizsgálati dátumokhoz igazítva.
(forrás: saját vizsgálati jegyzőkönyv)

Összességében megállapítható, hogy a termesztett köles csírázási aránya, dinamikája igazolta jelen esetben is a szakirodalmakat, kísérleteket. Mind a két esetben egyenletes, rendkívül gyors csírázást produkáltak a magok. A kísérlet az 1984-ben gyűjtött magoknál és 2022-ben gyűjtött magoknál egyaránt 95% feletti csírázási %-kal zártam.

Átlagolt csírázás 99,68% volt az 1984-ben gyűjtött magtételnél, 93,29%-os csírázási arány a 2022-ben gyűjtött magok esetében. Szignifikáns különbség a két tételnél nem volt.



12.ábra: 1984-es termesztett köles (*Panicum miliaceum*) csírázása 2023.03.20.-án, a kísérlet beállítását követő 5, napon.
(forrás: saját készítésű kép)

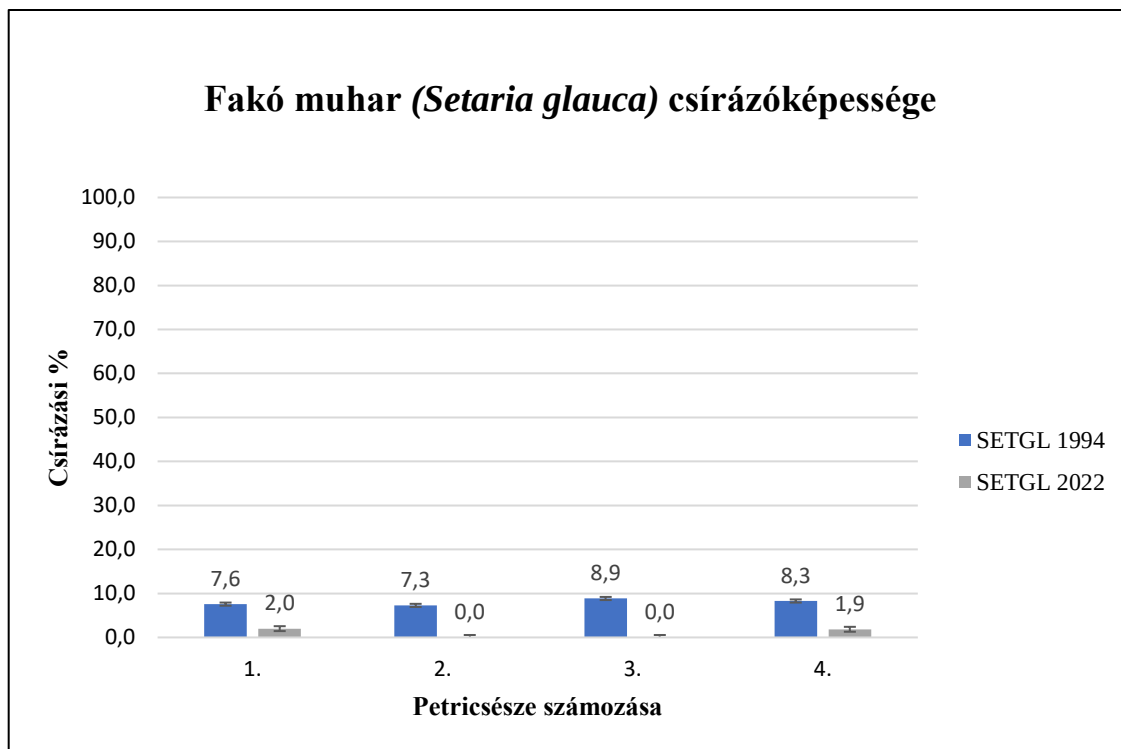


13.ábra: 2022-es termesztett köles (*Panicum miliaceum*) csírázása 2023.03.20.-án, a kísérlet beállítását követő 5, napon.
(forrás: saját készítésű kép)

4.3. Fakó muhar (*Setaria glauca*) csírázásának elemzése

Povilaitis (1956) szerint, a frissen begyűjtött magoknál nyugalmi állapot uralkodik. Egyes kutatások szerint, a frissen szedett, ám 3-5 hónapos száraz tárolási körülmények után, 5%-os csírázási arányt produkált [Peters - Yokum, 1961]. Povilaitis (1956) kutatásai szerint a legmagasabb csírázási arány 9%. Az erős nyugalmi állapotot a csírázáshoz szükséges optimális nedvesség hiánya okozhatja [Peters - Yokum, 1961]. Az endogén nyugalmi állapot feloldódását követően hamar beállhat az indukált dormancia, mely a kedvezőtlen környezeti feltételek következtében könnyen kialakul [Dawson - Bruns, 1975].

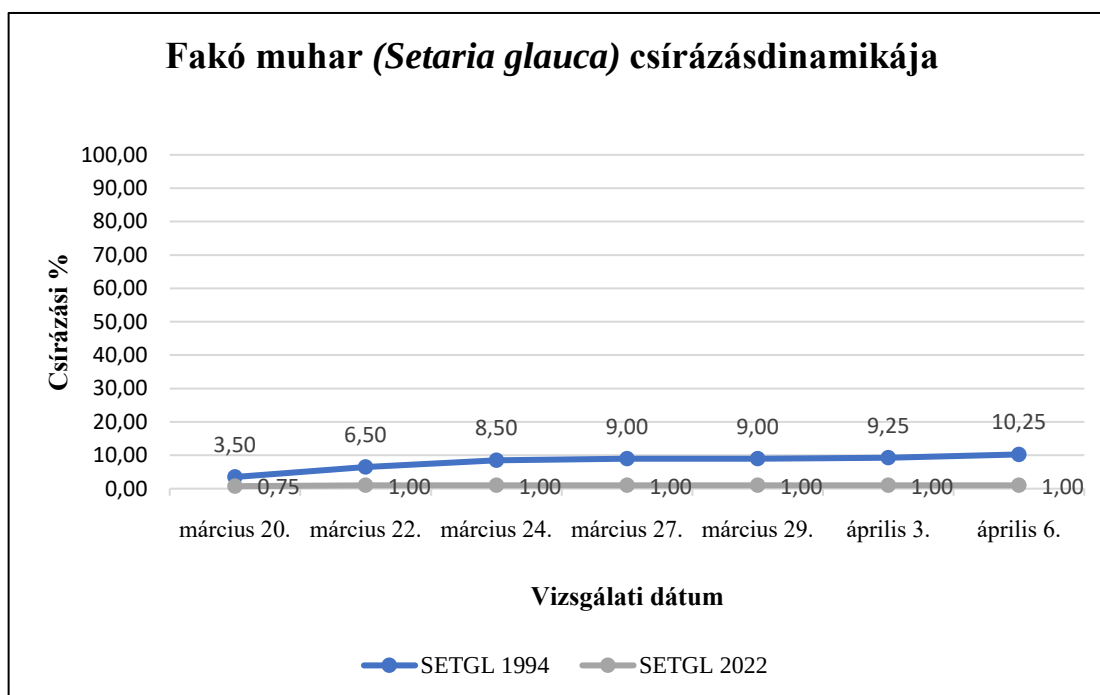
A vizsgálataim során mely 7 alkalommal végeztem, a feljegyzett csírázási darabszámot átlagoltam és a Petricsészekre vetítettem le (14.ábra). Eredmények alapján az 1994-ben gyűjtött és azóta tárolt magok nagyobb csírázási arányt mutattak, mint a 2022-ben gyűjtött magok. A régóta tárolt magok közötti legnagyobb különbség 1,6%, csírázása egyenletesnek bizonyult a 4x100 magtétel esetén. A 2022-ben gyűjtött magokat vizsgálva, 2 db Petricsésznél csírázás nem történt. Az 1984 óta tárolt magok csírázása átlagolva 8,03% volt, ehhez képes elmaradva, a 2022-es frissen szedett magok átlag csírázási aránya 0,98% (14.ábra).



14.ábra: Termesztett köles (*Panicum miliaceum*) végső csírázási%-nak alakulása
(forrás: saját vizsgálati jegyzőkönyv)

Az 1994-ben gyűjtött és fagyasztva tárolt magok esetében első vizsgálati alkalommal átlagolva 3,5%-os csírázást mutatott. A kísérlet végéig nagyon lassú, kismértékű, de folyamatos aránynövekedést tapasztaltam. A 7. és egyben utolsó alkalom jegyzőkönyvem feljegyzése szerint, 10,25%-os csírázás volt megfigyelhető. (15.ábra).

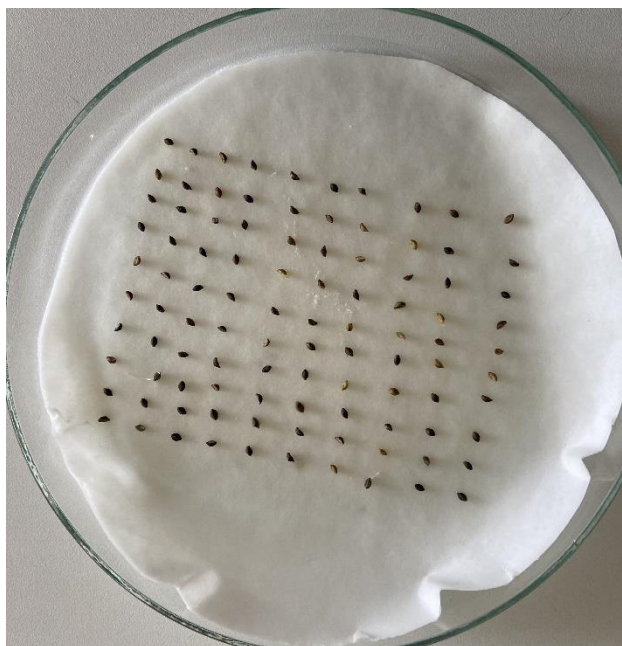
A 2022-ben begyűjtött friss magok minimális csírázást produkáltak. Első vizsgálatnál 0,75%-os átlag csírázást jegyeztem fel, majd a második vizsgálati időponttól kezdve stagnált. 1%-os csírázással zártam a kísérletet. (15.ábra).



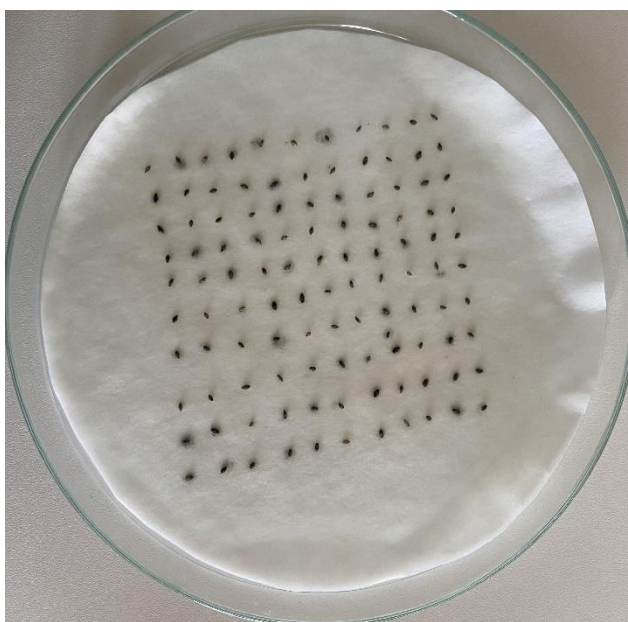
15. ábra: Fakó muhar (*Setaria glauca*) csírázásának alakulása a vizsgálati dátumokhoz igazítva.
(forrás: saját vizsgálati jegyzőkönyv)

Összességében elmondható, hogy a kísérletem eredményei alapján, a fakó muhar csírázási aránya teljes mértékben megegyezett a szakirodalmakban lejegyzett csírázási %-kal. Rendkívül gyenge csírázóképesége a begyűjtött és vizsgált magoknak, arra enged következtetni, hogy a nagyfokú nyugalmi állapotra való hajlam vizsgálataim során is megmutatkozott.

Az 1994-ben gyűjtött magok esetében a csírázási arány átlagolva, 8% volt, a 2022-ben szedett magoknál ez mindössze 0,96%. A két vizsgálati magtétel között szignifikáns különbség volt tapasztalható.



16.ábra: 1994-es fakó muhar (*Setaria glauca*) csírázása 2023.03.20.-án, a kísérlet beállítását követő 5, napon.
(forrás: saját készítésű kép)



17.ábra: 2022-es fakó muhar (*Setaria glauca*) csírázása 2023.03.20.-án a kísérlet beállítását követő 5, napon.
(forrás: saját készítésű kép)

5. Következtetések és javaslatok

Diplomamunkám során, három nagy jelentőséggel bíró egyszikű szántóföldi gyomnövény (fenyércirok, fakó muhar, vadköles) csírázásbiológiáját vizsgáltam, laboratóriumi Petricsészés csíráztatási tesztekben (bioassay). A gyommaggyűjtés idejétől, a magvak életkorától, a tárolási feltételektől és a fajoktól függően a csírázási % jelentősen változott; 1 és 100% között alakult. Legmagasabb volt a köles csírázása (közel 100 %), míg a legkevésbé a fakó muhar magjai (szemtermései) csíráztak. A kapott eredmények is rámutattak arra, hogy milyen nagyfokú eltérés van jelen egyes fajok között a növényvilágban. A gyomnövényekre irányuló kutatások már évszázadok óta folynak. Számtalan eredmény áll rendelkezésünkre, azonban a gyomnövények jelentőségét mi sem mutatja jobban, mint az a tény, hogy folyamatos megújulásuknak és variánsaiknak köszönhetően a jelenkor számára szüntelen problémát jelentenek. Rendkívül nagy mértékben képesek lényeges gazdasági károk okozására, ezért újabb és újabb kihívások elé állítanak bennünket.

A fenyércirok (*Sorghum halepense*) évelő növényként egyre nagyobb fenyegetést jelent hazánkban. Az Országos Gyomfelvételezések eredményei alapján is egyre növekvő jelentőséggel bír. Ugyan nem kimagasló a csírázási képessége, azonban nagymennyiségű magtermelésének köszönhetően kiváló túlélési és terjedési stratégiát folytat. Mivel rizómái áttelelés mellett szaporodását is elősegíti, így véleményem szerint ennek tükrében elengedhetetlen a megfelelő növénybiológiai ismeret, amennyiben hatásosan szeretnénk ellene védekezni. Agrotechnikai eljárásokkal hozzájárulhatunk a gyomnövény terjedését illetően. Épp ezért, a vegyszeres védekezés nélkülözhetetlen a hazai mezőgazdasági termelésben. Megfelelő körülményekkel és szakmai felkészültséggel vegyszerek által mérsékelhető, gazdasági küszöbérték alá csökkenthető jelenlétük.

A termesztett köles (*Panicum miliaceum*) kivadult fajával folytatott vizsgálatom eredményei megegyeztek Hunyadi és munkatársai (2011) által megállapított tényre, miszerint a termesztett köles nem rendelkezik magnyugalommal, vagy amennyiben igen, rendkívül hamar feloldódik. Ennek következtében képes a folyamatos csírázásra. Kísérletem első szakaszában már szinte 100%-os csírázást mutatott. Jelentős magtermelés szüntelenül gyarapítja a talaj magbankját. Eredményeim arra engednek következtetni, hogy az intenzív és folyamatos csírázása, amennyiben elegendő nedvesség biztosított, egész tenyészidő alatt komoly fenyegetést jelent. Vegyszeres védekezés a gyomnövény ellen leginkább kukoricában sarkalatos pont.

Véleményem szerint, szintén elengedhetetlen a szakmai felkészültség, a biológiai sajátosságok ismerete a hatékony védekezés elérése érdekében.

A fakó muhar (*Setaria glauca*) gyommagjai erőteljesen hajlamosak hosszú ideig nyugalmi állapotban lenni. Ezzel növelve a talaj gyommagbankját. Egész országban, mindenhol megtalálható a legkülönbözőbb területeken. Személyes tapasztalatom alapján családi gazdaságunkban a bolygatatlan területeken hamar egybefüggő állományt produkál. Kazinczi (2011) tudományos feljegyzései alapján, azonban gyenge kompetíciós képességgel rendelkezik, így hamar kiszorítják már gyomnövények. Megfelelő agrotechnikával lényegesen csökkenthető a területen lévő jelenléte, azonban vegyszeres kezelések által rendkívül jól irtható.

Ahhoz, hogy megállapíthassuk az alacsony csírázási %-ok okát, életképesség vizsgálatokat is kell végezni (pl. TTC teszt), ugyanis a nem csírázó magok is lehetnek életképesek. Minden csírázóképes mag életképes, de nem minden életképes mag csírázik ki a nyugalmi állapot fennállása miatt. A fakó muhar és a fenyércirok alacsony csírázási %-ának oka lehet a magnyugalmi állapot (dormancia) is, ahogyan ezt már sok más gyomfaj esetében már bebizonyították [Csontos 2010; Kazinczi és mtsai. 2017], de lehet a csökkent mértékű életképesség is. A jövőben indokoltnak tartjuk az ilyen jellegű vizsgálatok tovább folytatását, kiegészítve életképesség vizsgálatokkal és olyan kezelésekkel, amelyek a magnyugalmi állapot feloldására irányulnak. Ez különösen fontos a gyakorlatban azért, mert csak a csírázó gyomok ellen tudunk védekezni, tehát a nyugalmi állapot feloldása után a csíranövényeket tudjuk hatékonyan pusztítani (fizikai vagy mechanikai eljárásokkal).

6. Összefoglalás

Örökös problémát jelentő küzdelem a gyomnövények ellen a jövőre nézve kritikusabb területté válhat. Számos tényező vezetett ahhoz, hogy az idő előrehaladtával ez a problémakör egyre növekvő kihívást jelenthet. A nem megfelelő eljárásoknak köszönhetően, az egyoldalú szerhasználat következtében számos esetben megfigyelhető a gyomnövények körében változó genetikai állomány, mely rezisztenciát biztosít bizonyos herbicidekkel szemben. Rendkívül nagy variabilitás, fajon belüli diverzitás tovább nehezíti az ellenük való védekezést.

Még inkább súlyosbítva ezt a helyzetet, az egyre szűkülő növényvédőszeres palettája révén, kevesebb lehetőségünk marad a védekezésre.

Diplomamunkám során három nagy jelentőséggel bíró egyszikű szántóföldi gyomnövény (fenyércirok, fakó muhar, vadvölgy) csírázási biológiáját vizsgáltam laboratóriumi Petricsészési csíráztatási tesztekben (bioassay). A gyommaggyűjtés idejétől, a magvak életkorától, a tárolási feltételektől és a fajoktól függően a csírázási % jelentősen változott; 1 és 100% között alakult. Legmagasabb volt a köles csírázása (közel 100 %), míg a legkevesebb a fakó muhar magjai (szemtermései) csíráztak.

A laboratóriumi kísérletem során hét alkalommal jegyeztem fel a csírázási arányokat mindhárom gyomnövény esetében. A csíráztatás 4 ismétlésszámmal folyt, melynek eredményeit minden esetben átlagolva adtam meg. A csíráztatás első szakaszában, mikor még látványos eredmények voltak várhatók, kétnaponta végeztem a vizsgálatokat. A második felében mikor már az adatok kisebb változást, mutattak 4-5 naponta készült feljegyzés az arányokról.

A kiértékeléséhez kétmintás T-próbát alkalmaztam. Két adatbázis állítottam fel arra vonatkozóan, hogy miként alakult a csírázás. Az egyiknél a fajon belüli 4x100 db magmintát hasonlítottam össze Petricsészére lebontva, majd a két különböző gyűjtési időpontot tartalmazó Petricsészéket (4-4) egymással. A másik adatbázisnál vizsgálati dátumra vetítve átlagolva határoztam meg a csírázás dinamikáját.

Eredményeim alapján elmondható, hogy befolyásolja a tárolási idő és mód a csírázási képességet egyes esetekben. Ugyanis, ha a magvak számára kedvezőtlen körülmények között történik a tárolás, akár élettani, akár védekezési mechanizmusként magnyugalmi állapotba kerülhetnek. Ennek az állapotnak a feloldódása rendkívül változó fajonként.

Azonban nem minden fajnál áll fent dormancia még abban az esetben sem, ha hosszú éveken keresztül nem biztosított a kedvező feltétel a csírázáshoz. Ez is azt a tényt bizonyítja, hogy jelentős különbségek vannak az egyes gyomfajok túlélési stratégiái között.

Ahhoz, hogy megállapíthassuk az alacsony csírázási %-ok okát, életképesség vizsgálatokat is kell végezni (pl. TTC teszt), ugyanis a nem csírázó magok is lehetnek életképesek. A jövőben indokoltnak tartjuk az ilyen jellegű vizsgálatok tovább folytatását, kiegészítve életképesség vizsgálatokkal és olyan kezelésekkel, amelyek a magnyugalmi állapot feloldására irányulnak. Ez különösen fontos a gyakorlatban azért, mert csak a csírázó gyomok ellen tudunk védekezni, tehát a nyugalmi állapot feloldása után a csíranövényeket tudjuk hatékonyan pusztítani (fizikai vagy mechanikai eljárásokkal).

Végezetül, összességében elmondható, hogy a megfelelő szakmai felkészültség és tudatos gazdálkodás elengedhetetlen az eredményes mezőgazdasági tevékenységekhez. Hatékony védekezés csak megfelelő technikák alkalmazásával és alapos gyombiológiai ismeretekkel lehetséges. Minden esetben törekedni kell a helytelen és túlzott növényvédőszer felhasználásának elkerülésére, mellyel komoly lépéseket tehetünk élőhelyünk megóvása érdekében. Folyamatosan megújuló technológiák tovább segíthetik a helyes mezőgazdasági eljárásokat.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom konzulensemnek, Pacseszákné Dr. Kazinczi Gabriella Márta Professzor asszonynak, hogy nyitott volt felém és vállalta diplomamunkám irányítását. Segítséget nyújtott egész idő alatt, szakmai tanácsainak és iránymutatásának köszönhetően lehetővé tette számomra, hogy ez a dolgozat sikeresen létrejöhetett.

Köszönettel tartozom továbbá Dr. Pásztor György konzulensemnek, akihez szintén időtől függetlenül fordulhattam segítségért. Laboratóriumi vizsgálataim során útmutatásaival és szakmai tanácsaival biztosította ennek a dolgozatnak sikerességét.

Hálával tartozom Szabó Dalmának, ki segítséget nyújtott az eredményeim informatikai adatbázisának megteremtésében.

Végül, de koránt sem utolsó sorban, köszönettel és mélységes hálával tartozom Családomnak, Szeretteimnek, kik lehetővé tették tanulmányaim magasabb szintre emelését, állandó biztatásukkal, támogatásukkal átlendítettek a bizonytalan napokon. Türelemmel és szeretettel fordultak felém.

Szakirodalmi jegyzék

- Alex, J. F. and Switzer, C. M. 1976. Ontario weeds. Ontario Ministry of Agriculture and Food. Toronto, Ont. Publ. No. 505, 200 pp
- Barkworth, M. E., Anderton, L. K., Capse, K. M., Long, S., Piep, M. B. (2007): Manual of grasses for North America north of Mexico. Utah State University Press, 289-296.
- Baskin C. C., Baskin, J. M. (1998): Seeds- Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. San Diego, Academic Press. p. 666.
- Baskin, C. C., Baskin, J. M. (2014): Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. 2nd edn. Elsevier, San Diego, London, Waltham. 1600 p., pp. 145-166.
- Behrend, S., Hanf, M. (1979): A szántóföldek gyompázsitfűvei. BASF, Ludwigshafen. 105.
- Boncz E., Késmárki I., Kovács A., Ruzsányi I., Szabó M., (1992): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda kiadó, Budapest, pp. 354-356
- Chepil, W. S. (1946): Germination of weed seeds, I. Longevity, periodicity of germination, and vitality of seeds in cultivated soil. Sci. Agr. 26, 307-346.
- Clements, F. E. - Weaver, J. E. - Hans On, H. C. (1929): Plant competition-an analysis of community function. Publ. No. 398. Carnegie Institute, Washington D. C., 340 pp
- Czímber Gy., Hartmann F. (2006): Köles nemzetség (*Panicum miliaceum*). In: Benécsné Bárdi G. et al. (szerk.): Veszélyes 48, veszélyes, nehezen irtható gyomnövények és ellenük való védekezés Mezőföldi Agroforum Kft., Szekszárd, pp. 218-224
- Csala G. (1975): A bálolnai monokultúrában termesztett kukoricavetések gyomnövényzete, vegyszeres gyomirtása, különös tekintettel a nagyarányú gyomosodást okozó kölesre. Doktori értekezés, Mosonmagyaróvár. 171.
- Csontos P. (2010): Természetes magbank, valamint a hazai flóra magökológiai vizsgálatának új eredményei. Kanitzia 17:77-110.
- Dawson, J. H. and Bruns, V. F. 1975. Longevity of barnyardgrass, green foxtail and yellow foxtail seeds in soil. Weed Sci. 23: 437- 440
- Dobszai-Tóth V. (2010): A fenyércirok (*Sorghum halepense* L./Pers.) jelentősége, biológiája, kártétele és vegyszeres gyomirtásának lehetőségei. PhD értekezés, Keszthely.
- Dore, W. G. - McNeill, J. (1980): Grasses of Ontario. Agriculture Canada. Monograph 26. Hull, Que. 566 pp.
- Eberlein C. V., Lurvey E. L., Miller T. L., Michael J. L. (1990): Growth and development of wild proso millet (*Panicum miliaceum*) biotypes. Weed Technology 4. (2): 415-419
- Ellis, R., Hong, T., Roberts, E. (1991): Seed moisture content, storage, viability and vigour. Seed Science Research, 1 (4): 275-279.

- Fryer, J. D. (1979): Key factors affecting important weed problems and their control. Proc. EWRS Symp. Mainz, 13-23.
- Godefroid, S., Van de Vyver, A., Vanderborght, T. (2010): Germination capacity and viability of threatened species collections in seed banks. *Biodivers Conserv.* (19): pp. 1365-1383
- Gracza és mtsai. (2011): A fenyércirok (*Sorghum halepense* L.) szulfonil-urea rezisztens biotípusának megjelenése Magyarországon. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, p.48.
- Harper, J. L. (1957): The ecological significance of dormancy and its importance in weed control. 7th Int. Conf. Plant Prot. 4, 415-420
- Hartmann F. (1990): Védekezési lehetőségek alternatív technológiák a fenyércirok irtására. Komárom-Esztergom Megyei Növényegészségügyi és Taljavédelmi Állomás. Tata. 2.
- Hay, F. R., Smith, R. D. (2003): Seed Maturity: when to collect seeds from wild plants. Smith, R.D., Dickie, J. B., Linington, S. H., Pritchard, H.W., Probert, R.J. (eds.) (2000): Seed conservation: turning science into practice. London: Royal Botanic Gardens, Kew. p. 1046., pp. 97–133.
- Hilhorst H. W. M., Finch- Savage, W. E., Cadman Cs. C., Toorop P. E., Lynn J. R. (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. *Plant J.* (51): pp. 60-78.
- Holm, L. G.- Plucknett, D. L.- Pancho, J. V.- Herberger, J. P. (1977): The World's Worst Weeds. Distribution and Biology. Univ. Press Hawaii, 609 pp.
- Holm, L., Pancso, J. V., Herberger, J. P., Plucknett, D. L. (1979): A geographical atlas of World weeds. John Wiley & Sons, New York, NY. 391.
- Horowitz, M. (1972): Early development of Johnsongrass. *Weed Science.* 20. (3). 271-273.
- Hunyadi K. – Béres I. – Kazinczi G. (2011): Gyomnövények, gyombiológia, gyomirtás. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Hunyadi K. (1974): Vegyszeres gyomirtás, I. Általános rész. Egyetemi jegyzet Keszthely, 200 pp
- Hunyadi K. (1978): A tarackbúza (*Agropyron repens* (L.) Beauv.) biológiája és a védekezés lehetőségei. Kandidátusi értekezés. Keszthely, 150 pp.
- Hunyadi K., Béres I. (2000): Fontosabb herbicidcsoportok. In: Hunyadi K., Béres I, Kazinczi G (szerk.): Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia, Mezőgazda kiadó, Budapest, pp.397-439.
- Hunyadi K., Gara S., Nagy L (2005): Veszélyes 48. Mezőföldi Agrofórum kft. Szekszárd, pp. 250-259
- James, W., O. (1963): Bevezetés a növényélettanba. Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat. Budapest

- Kasasian, L.- Seeyave, J. (1969): Critical periods for weed competition. Pans 15, 208-212.
- Kazinczi G. (2011): Növényföldrajzi-ökológiai elemzések. In: Novák R: - Dancza I. - Szentey L. - Karamán J. (szerk.), Az Ötödik Országos Gyomfelvételezés Magyarország szántóföldjein. Primaprint, Budapest. pp.311-34.
- Kazinczi G. 2020. Inváziós gyomnövények a magyar mezőgazdaságban. Növényvédelem 56 (2): 56-66.
- Kazinczi G., Varga Á., Kerepesi I., Hoffmann R., Nagy M., Benécsné Bárdi G. (2017):. Az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) populációk reakciója herbicidekkel szemben – ellenállóképesség vagy technológiai hiba? Magyar Gyomkutatás és Technológia 18 (2): 17-35.
- Khan M., Cavers P. B., Kane M., Thompson K. (1996): Role of the pigmented seed coat of proso millet (*Panicum miliaceum*) in imbibition, germination and seed persistence. Seed Science Res., 7. 21-25.
- Leino, M. W., Edquist, J. (2007): Germination of 151-year old Acacia ssp. seeds. Genet resour Crop Evol. (57): pp. 741-746.
- Long Y., Tan, D.Y., Baskin, C. C., Baskin, J. M. (2012): Seed dormancy and germination characteristics of *a*(Fabaceae, subfamily Papilionoideae), a central Asian desert annual ephemeral. South African Journal of Botany (83): pp. 68-77.
- Lukács, D.- Hunyadi, K.- Kazinczi, G. (1998): Studies on the bud activity and nutrients uptake of freed [*Phragmites australis* (Cav.) Trin Ex Steudel]. Z. Krankh. Schutz, Sonderh. 16, 217-221.
- Magyar L. (2013) : A gyomnövények csírázásbiológiájával foglalkozó hazai kutatások története. Magyar Gyomkutatás és Technológia 14: 3-25.
- Magyar L. (2022): A gyomnövények másodlagos magnyugalma. Magyar Gyomkutatás és Technológia 23 (1-2): 3-30.
- Magyar L., Csiszár V., Nádasyné Ihárosi E., Magyar G. és Király G. (2015): A termesztett köles (*Panicum miliaceum* L.) alakkörének magmorfológiai vizsgálata. Magyar Gyomkutatás és Technológia 16 (1): 21-33.
- Martin, A. C., Zim, H. S. and Nelson, A. L. 1951. American wildlife and plants. A guide to wildlife food habits. Dover Publications Inc., New York. 500 pp.
- McWhorter, C.G (1961): Morphology and development of Johnsongrass from seeds and rhizomes. Weed 9: 558-562
- McWhorter, C.G. (1989): History, biology and control of johnsongrass. Rev. Weed Science 4: 85-121.
- Mikulás J. (1979): A fenyércirok (*Sorghum halepense* biológiája és a védekezés lehetőségei. Kandidátusi értekezés. Kecskemét, 150 pp.
- Mitskas, M. B., Tsoilis, C. E., Eleftherohorinos, I. G. (2003): Interference between corn and johnsongrass (*Sorghum halepense*) from seed or rhizome. Weed Science. 51 (4). 540-545.p.

- Murdoch, A. J., Ellis R. H. (2000): Dormancy, Viability and Longevity. In: Fenner, M. (ed.) (200): Seeds. The ecology of regeneration in plant communities. Cabi Publishing, Wallingford. p. 410.
- Nagek, M., Borner, A. (2010): The longevity of crops seeds stored under ambient conditions. Seed Science Res. 20 (1): pp. 1-12.
- Nieto J. H., Brends M. A., Gonzales J. J (1968): Critical periods of the crop growth cycle for competition from weeds. PANS (C.). 14. 159-166.
- Novák és mtsai (2020): A Hatodik Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés előzetes eredményei. Siófok, 2020.
- Novák és mtsai (2020): A Hatodik Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés előzetes eredményei. Siófok, 2020.
- Novák R.- Dancza I.- Szentey L.- Karamán J. (2009): Magyarország szántóföldjeinek gyomnövényzete. Ötödik Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés. VM, Budapest.
- Nyikolaveva, M. G. (1967): Fiziológiája glubokova pokoja szemjan. Izdatyelsztvo Nauka, Leningrád, 205 pp
- Ohwi, J. (1965): Flora of Japan. Smithsonian Institute, Washington, 1067 pp.
- Pásztor Gy. (2020): Adatok a köles fajok biológiájához és természetes vírusfertőzöttségéhez. PhD értekezés. Keszthely.
- Peters, R. A., and Yokum, H. C. (1961): Progress report on a study of the germination and growth of yellow foxtail (*Setaria glauca* (L.) Beauv.) NEWCC Proc. 15: 350-355.
- Peters, R. A., Meade, J. A. and Santelmann, P. W. (1963): Life history studies as related to weed control in the northeast. 2. Yellow foxtail and giant foxtail. Agric. Exp' Sta. Univ. of Rhode Island, Kingston. 18 pp.
- Povilaitis, B. (1956): Dormancy studies with seeds of various weed species. Int. Seed Test. Assoc. Proc. 21: 87-111.
- Probert, R. J., Daws, I. D., Hay F. R. (2009): Ecological correlates of ex situ seed longevity: a comparative study on 195 species. Annals of Botany, 104: 57-69.
- Rajjou, L., Debeaujon, I., (2008): Seed longevity: Survival and maintenance of high germination ability of dry seeds. C. R. Biologies (331): pp. 796-805
- Rao, N. K., Hanson, J., Dulloo, M. E., Ghosh, K., Novell, D., Larinde, M. (2006): anual of seed handling in genebanks. Handbook for Genebanks No. 8. Rome. Bioversity International. pl. 14e.
- Rice, E. L. (1974): Allelopathy. Academic Press, Inc. New York, 353 pp.
- Santelmann, P. W., Meadea, J. A. and Peters, R. A. (1963): Growth and development of yellow foxtail and giant foxtail. Weeds 11: 139-142.

- Szabó, L. Gy. (1980): A magbiológia alapjai. Budapest. Akadémia Kiadó. 391pp.
- Szárnay 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. Keszthely
- Takács L. (1973): A fenyércirok (*Sorghum halepense*) és a zártrendszerű kukoricatermesztés. Tolna Megyei Mezőgazdasági és Élelmiszertudományi Szemle, 2 (16): 3.
- Taylorson, R. B. (1975): Inhibition of prechill-induced dark germination in *Sorghum halepense* (L.) Pers. seeds by phytochrome transformations. Plant Physiol., 55, 1093-1097.
- Taylorson, R. B. (1987): Environmental and chemical manipulation of weed seed dormancy. Rev. Weed Sci. 3, 135-154.
- Tóth, K., M. (2015): Csírázási protokoll kidolgozása herbárium maganyagokra. Szakdolgozat. Budapest
- Ujvárosi M. (1970): Megjegyzések a fenyércirok (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) kérdéséhez. Növényvédelem, 6 (12):552-557.
- Van der Valk a. G., Brenholm, T. L., Gordon, E. (1999): Preservation of seed variability during 25 years of storage under standard genebank conditions. Genetic Resources and Crop Evolution 60 (4): pp. 1407-1421.
- Van Treuren, R., De Groot, E. C., Van Hintum, T. J. L. (2013): Preservation of seed viability during 25 years of storage under standard genebank conditions. Genetic Resources and Crop Evolution, 60(4): 1407-1421.
- Villiers, T. A. (1972): Seed dormancy. In: Kozłowski, T. T.(ed.), Seed Biology Vol. II. Academic Press, New York, 219-281.
- Walters, C., Wheeler, L.M., Grotenhuis, J.M. (2005): Longevity of seeds stored in a genebank: species characteristics. Seed Science Research, 15: 1–20.
- Wells, M.J. (1978): What is a weed? Environment 5, 6-7.

Internet 1.: Wikipédia: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Egyszik%C5%B1ek>

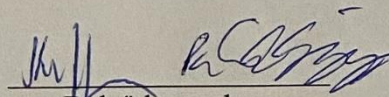
KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A GILLO ESZTER (név) (hallgató Neptun azonosítója: OSLWVY)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfólió¹ 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 nem^{*3}

Kelt: 2023. év 05. hó 08 nap


Belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendó.

³ A megfelelő aláhúzendó.