



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

**FÉNYMAG ÉS SZÁRAZBORSÓ KULTÚRÁK GYOMVISZONYAINAK
ELEMZÉSE GYOMAENDRŐD ÉS SZARVAS TÉRSÉGÉBEN,
ÖKOLÓGIAI ÉS KONVENCIONÁIS TERÜLETEKEN**

DOI: 10.54598/007120

Doktori (PhD) értekezés

Kovács Endre Béla

Gödöllő

2024

A doktori iskola

megnevezése: Növénytudományi Doktori Iskola

tudományága: Növénytermesztési és kertészeti tudományok

vezetője: Prof. Dr. Helyes Lajos

Egyetemi tanár, PhD., D.Sc., az MTA doktora

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Kertészettudományi Intézet

Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék

témavezető: Dr. Zalai Mihály

Egyetemi docens, PhD

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Növényvédelmi Intézet

Integrált Növényvédelmi Tanszék

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS	5
2. CÉLKITŰZÉSEK	6
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	7
3.1 A fénymag botanikai és agronómiai bemutatása.....	7
3.1.1. Éghajlat- és környezetigény.....	8
3.1.2. Talaj- és tápanyagigény	8
3.1.3. Jelentőség	8
3.1.4. Agronómiai igény.....	9
3.1.5. Növényvédelem	11
3.1.6. A fénymag gyomnövényzete és gyomszabályozása	11
3.2 A borsó botanikai és agronómiai bemutatása	14
3.2.1. Éghajlat- és környezetigény.....	15
3.2.2. Talaj- és tápanyagigény	16
3.2.3. Jelentőség	17
3.2.4. Agronómiai igény.....	17
3.2.5. Növényvédelem	19
3.2.6. A borsó gyomnövényzete és gyomszabályozása	20
3.3. A gyomosodást befolyásoló tényezők bemutatása	23
3.3.1. Talajtani tényezők hatása a gyomosodásra.....	23
3.3.2. Gazdálkodási tényezők hatása a gyomosodásra	25
3.3.3. Éghajlati, időjárási, helyi, és geográfiai tényezők hatása a gyomosodásra	26
3.4. Gyomszabályozási lehetőségek.....	29
3.4.1. A gyomszabályozás célja.....	29
3.4.2. A gyomszabályozás agrotechnikai eszközei	29
3.4.3. A gyomszabályozás mechanikai eszközei	32
3.4.4. A gyomszabályozás fizikai eszköztára	35
3.4.5. A gyomszabályozás biológiai eszközei	36
3.4.6. A gyomszabályozás vegyszeres (kémiai) eszközei.....	37
4. ANYAG ÉS MÓDSZER	42
4.1 A vizsgálati helyszínek agronómiai és ökológiai bemutatása	42
4.1.1. A gyomaendródi terület bemutatása.....	45
4.1.2 A szarvasi terület bemutatása	47
4.2 A mintavétel és az adatfeldolgozás módszereinek összegző bemutatása	48
4.3. A kutatás módszerei	49

4.3.1. A vizsgált területek kultúrnövényi.....	49
4.3.2. A gyomfelvételezés módszere.....	50
4.3.3. A vizsgált táblák talaj-, környezeti- és gazdálkodási adottságainak felmérése.....	51
4.3.4. Adatelőkészítés és matematikai-statisztikai értékelés módszereinek bemutatása	54
5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....	56
5.1. A fénymag kultúrában végzett gyomnövényzet elemzés eredményei	56
5.1.1. A fénymag kultúra gyomnövényzetének áttekintő bemutatása	56
5.1.2. A leíró változók hatása a fénymag összes gyomborítására, a táblánkénti fajszámra és a Shannon féle diverzitási indexre	62
5.1.3. A leíró változók hatása a fénymag gyomflóra összetételére.....	64
5.2. A szárazborsó kultúrában végzett gyomnövényzet elemzés eredményei	71
5.2.1. A szárazborsó kultúra gyomnövényzetének áttekintő bemutatása.....	71
5.2.2. A leíró változók hatása a szárazborsó összes gyomborításra, a táblánkénti fajszámra és Shannon féle diverzitási indexre	73
5.2.3. A leíró változók hatása a gyomflóra összetételére	75
6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	84
6.1. A fénymag táblák gyomnövényzete	84
6.2. A szárazborsó táblák gyomnövényzete.....	86
6.3. Áttekintés a dolgozatban vizsgált kultúrák vonatkozásában	88
7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	91
8. ÖSSZEFOGLALÁS	93
9. SUMMARY.....	95
10. MELLÉKLETEK.....	98
10.1. Irodalomjegyzék	98
10.2. A vizsgált táblák talajtani és földrajzi elhelyezkedésének bemutatása	116
10.3. A vizsgált táblákon előforduló gyomnövények borítási értékei	121
10.4. A kutatás témájában megjelent publikációim jegyzéke.....	123
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	124

1. BEVEZETÉS

A növekvő igények az egészséges, követhető előéletű élelmiszer alapanyagok iránt, valamint a változékony, környezeti viszonyok – legfőképpen a szélsőséges csapadékeloszlás, a bizonytalan, szintén szélsőségek között mozgó terménypiac változtatásra, a termesztett növények körének újragondolására sarkallja a magyar gazdálkodókat, ezzel megváltoztatva a magyar szántóföldi növénytermesztést. (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY 2024).

A fénymag és a borsó hazánkban egyformán a kis területen termesztett növények közé tartoznak, azonban egyes régiókban szántóföldi területeken való termesztésük folyamatos, sikeres és rentábilis évtizedes gyakorlat. Jelenleg mindkét növénytermesztési volumene növekvőben van, valamint belföldi, és export piacukat is stabil kereslet jellemzi. (FAO 2022) Vetésfogóba jól beilleszthetők, kedvező előveteményei a kultúrnövények széles körének. Termesztésük a következő években várhatóan egyre szélesebb körben fog elterjedni. Mint minden szántóföldi növény termesztése során, úgy a fénymag és a borsó esetében is kritikus jelentőségű a hatékony gyomszabályozás (MARSHALL et al. 2003). Azonban a vizsgált kultúrnövények kezelésére rendelkezésre álló herbicid hatóanyagok listája igen szűk, mely az Európai Unióban és Magyarországon engedélyezett növényvédőszer hatóanyagok folyamatos kivonása mellett várhatóan még tovább csökken (AGROMÉDIUM 1, 2). A jövőben még fontosabb lesz az integrált gyomszabályozás elveinek maradéktalan betartása, figyelembevétele, felértékelődnek a herbicides gyomszabályozást mellőző gazdálkodási rendszerek.

A kutatómunkát 2017-2020 között végeztem szárazborsó esetében Békés és Csongrád-Csanád vármegyében: Gyomaendrőd és Szarvas városok külterületein, illetve fénymag esetében Békés vármegyében Gyomaendrőd város külterületén. Mind a négy évjáratban és mindkét kultúrában egyaránt vizsgáltam ökológiai és konvencionális területek gyomviszonyait. A célom az volt, hogy a kultúrnövények gyomosodását átfogóan értékeljem, a gyomflóra változásait befolyásoló változók figyelembevétele mellett. A felvételezett táblák talajtani, környezeti és gazdálkodási környezetének felmérése saját és gazdálkodói mérések, megfigyelések, feljegyzések alapján folyt, az elvégzett gyomfelvételezések adatainak termelési rendszerként, kultúráként, táblánként összegeztem, elemeztem. Melyet a különböző leíró változók gyomosodásra és gyomnövényzet összetételre kifejtett hatásának statisztikai vizsgálata követett.

2. CÉLKITŰZÉSEK

Munkám során a következő kérdésekre kerestem a választ:

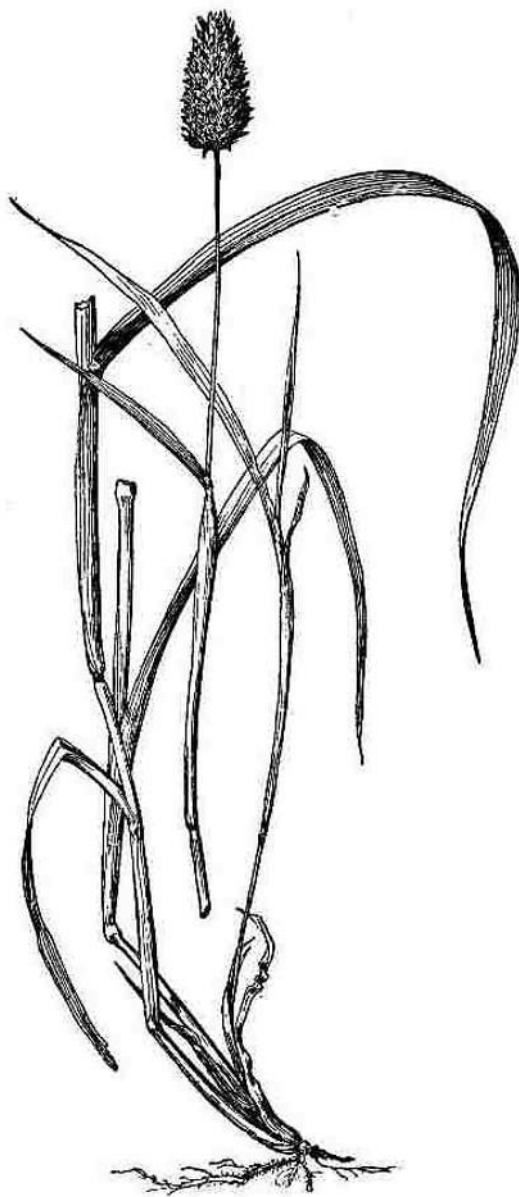
- A vizsgált térségben melyek a fénymag és a szárazborsó kultúrák jellemző gyomfajai és mekkora azok borításának mértéke?
- Herbicidek használata nélkül elfogadható szinten lehet-e tartani a gyomosodást a fénymag és szárazborsó kultúrákban?
- Melyek az ökológiai és konvencionális gazdálkodás veszélyes és problémát okozó gyomnövényei fénymag, illetve szárazborsó kultúrákban?
- Mely talajtani, környezeti és gazdálkodási változók befolyásolják legnagyobb mértékben a fénymag és a szárazborsó kultúrák gyomviszonyait?

Ezen kérdések megválaszolásával reményeim szerint elősegítem a fénymag és a szárazborsó gyomszabályozási problémáinak megoldását, termesztésük minél nagyobb volumenű terjedését, valamint az ökológiai termelési rendszer gyomszabályozási technológiájának szélesebb körű megértését, elfogadását, alkalmazását.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1 A fénymag botanikai és agronómiai bemutatása

A fénymag (*Phalaris canariensis* L.) 1. ábra a pázsitfűfélék (*Poaceae*) családjába tartozik (BOYE et al. 2013). Habitusát tekintve a köleshez hasonló, azonban attól nyúlánkabb 100-120 cm magas, vékony szárú, vékony hosszú levelű növény. Bugája 2-4 cm hosszú 1-2 cm széles (CLAYTON et al. 2016).



1. ábra: A fénymag (*Phalaris canariensis*) morfológiája (GOBOTANY 2024)

3.1.1. Éghajlat- és környezetigény

A fénymag (*Phalaris canariensis*) gyors növekedésű, melegigényes növény, amely jó szárazságtűrő képességgel rendelkezik. A csírázáskori hőigénye 6-8 °C, a késő tavaszi enyhébb lehűléseket jól tolerálja, azonban a tartósabb hidegebb, fagypont alatti hőmérséklet nagyobb károkat is okozhat a már megcsírázott növényben. Rövid tenyészidőszaka alatt mindösszesen 160-180 mm csapadékot igényel. Aszályra a szemképződés időszakában érzékeny, egyébként a száraz időszakot jól tolerálja (PUTMAN et al. 1996; PRIMAG 1 2024).

3.1.2. Talaj- és tápanyagigény

A fénymag a talajjal szemben kevésbé igényes növény. A homokos termőhelyek, egyéb extrém talajok kivételével szinte mindenhol eredményesen termesztethető. Leginkább a kötöttebb agyagos talajokat kedveli. A talaj pH értékére sem érzékeny, a szélsőségek kivételével potenciálisan mindenhol jól termelhető (COGLIATTI et al. 2011; PUTMAN et al. 1996; PFAF 2020).

A fénymag tápanyagigényes növény: fajlagos tápanyagigény 1 tonna szemtermésre vetítve: 70-90 kg N, 30-40 kg P, 50-60 kg K hatóanyag. A szerves trágyázás első éves hatását nem hálálja meg, különös tekintettel az esetleges gyomosító hatásra. UAN oldattal bokrosodás végéig, a stresszes időszakokat elkerülve, (éjszakai fagyok, herbicides kezelések) maximum 20 °C hőmérséklet alatt kezelhető (COGLIATTI 2014).

3.1.3. Jelentőség

A fénymagot vagy más néven kanárikölest főként a „magjáért” termesztik. Szemtermése kicsi, elliptikus alakú, a lenmagéhoz hasonló, fényes felületű. Terméséből egyes országokban téstát, kenyeret vagy kását készítenek, azonban a világ legnagyobb hányadban elsősorban madáreleséggként használják fel (ABDEL-AAL et al. 2010; COGLIATTI 2012, COGLIATTI et al. 2011; PELIKAN 2000; HEDRICK 1972; BALDINI 1993).

Legnagyobb területen Kanadában termesztik (CLAYTON et al. 2016; POWO 2020; AUSGRASS2 2015), emellett vetésterülete jelentős Csehországban, Magyarországon, Hollandiában, az USA-ban, Ausztráliában, Thaiföldön, Mexikóban és Argentínában is (USDA-ARS 2020). Egyes források szerint először 1632-ben jegyezték fel Britanniában vadon termő növényként (BSBI 2020) majd innen terjedt el Európa szerte, majd az Amerikai kontinensen is

(COGLIATTI 2012, VERLOOVE 2006, 2020). Más források szerint a nyugat-mediterránban őshonos (ORAM 2004).

A FAO adatai alapján (FAO 2022) 2000 és 2022 között vetésterülete 199 és 443 ezer hektár között ingadozott, a megtermelt volumen 150 és 377 ezer tonna között változott ebben az időszakban. Az európai fénymag-igények kielégítésében többek között Magyarország is jelentős szerepet tölt be. Hazánkban az 1800-as évek vége óta kísérleteznek termesztésével. Először a Magyaróvári Magyar Királyi Gazdasági Akadémia kísérleti terén és tangazdaságában végeztek szántóföldi kísérletek a fénymaggal (JÓVÉR et al. 2018).

A Magyarországon megtermelt fénymag túlnyomó része külföldön kerül feldolgozásra, azonban kedvező beltartalmi értékei, valamint az egyre szélesebb körben való elterjedése miatt, a hazai felhasználás is növekedést mutat (JÓVÉR et al. 2018).

Legfontosabb értékmérő tulajdonsága a szemek kémiai összetételében: keményítő, fehérje, aminosav- rejlik, így a megfelelő felhasználási területeken kifejezetten perspektivikus növény lehet. Magasabb fehérjetartalmú (22%), mint a zab (13%) és a búza (16%) (L'HOCINE et al. 2023). Fehérjéi a búzánál több lizint, treonint tartalmaznak, emellett jelentős még a cisztin, triptofán, fenilalanin tartalmuk is. Összességében a keményítő és a gluténszerű, triptofánban gazdag fehérjék összetétele egyedülálló táplálkozási tulajdonságokat ad a fénymag számára (ABDEL-AAL et al. 1997; RIKAL et al. 2023). Beltartalmi értékei miatt tradicionálisan használják magas vérnyomás és cukorbetegség kezelésére (ESTRADA-SALAS et al. 2014; URBIZO-REYES et al. 2021). A szemeket mikroszkopikus méretű szilíciumtűskék borítják, melyek súlyos bőrirritációt okoznak, potenciálisan rákkeltőek (ABDEL-AAL et al. 1997).

3.1.4. Agronómiai igény

Az előveteményekre nem érzékeny, azonban hasonló magméretű, növény után pl.: köles, szudánifű, len ne vessük, mivel az árvakelések szabályozása az állományban nem megoldott. Vetésváltása során célszerű figyelembe venni, a közös károsítók jelenlétét, például: *Fusarium* fajok, *Oulema melanopus*. A herbicidekre érzékeny növény, a területválasztás során figyelembe kell venni az elővetemény termesztése során felhasznált gyomirtók esetleges utóhatását is (COGLIATTI 2014).

Általában, az őszi és a tavaszi vetésű elővetemények gyomosító hatása eltér egymástól. A fénymag esetében a kukorica és a napraforgó a jó gyomszabályozási lehetőségeik miatt jó

előveteménynek számítanak. A cirokfélék, mint szintén tavaszi vetésű kapás kultúrnövények ezzel ellentétben állományukban rendelkezésre álló limitált egyszikűekkel szembeni szabályozási lehetőségek miatt kerülendőek. Az őszi vetésű elővetemények esetében is célszerű olyat választani, ahol az egyszikű gyomnövények felszaporodása nem várható, például őszi káposztarepce, őszi borsó, bükköny (FRIED et al. 2008; PINKE et al. 2012, 2013, 2016).

Mindezek mellett a legfontosabb azonban, hogy az elővetemény után megfelelő talaj-előkészítést lehessen végezni (JÓVÉR et al. 2018, PINKE et al. 2013).

A fénymag termesztésének alapja a megfelelő talaj-előkészítés. Az egységes, gyors kelés érdekében kellően tömörödött, aprómorzsás, sima magágyat igényel, azonban fontos az őszi középmező művelés elvégzése is. Igen korai vetésideje miatt a talaj előkészítést célszerű az őszi munkálatokra alapozni, így tavasszal a legkisebb bolygatás, talajszárítás mellett megfelelő magágyat tudunk készíteni (COGLIATTI 2014).

Vetésideje nagyban függ a tél végi, kora tavaszi időjárástól. Leghamarabb február végétől vethető, azonban általában március elején, közepén vetik. A talajhőmérséklet folyamatos fagypont fölé emelkedésével vetése elkezdhető, csírázáshoz 5-6 °C-ot igényel. A vetés mélysége 2-3 cm, vetőmagnormája 6-8 millió csíra/ha, amely 70-80 kg vetőmagszükségletet jelent, ezermag tömege 4,63 g (FORD et al. 2001, EARLE – JONES 1962). A fénymag csírázási aránya MATUS-CÁDIZ et al. (2001) vizsgálatai szerint igen széles skálán mozog. Kedvezőtlen körülmények között 66% is lehet, azonban kedvező körülmények között akár a magok 99%-a is csírázhat.

Hazánkban a fénymag rövid vegetációja miatt július közepén érik. Betakarítását gabonakombájnnal végezzük egy menetben. A biztonságos tároláshoz a 12-14 %-os nedvességtartalmat kell elérni. Betakarítási veszteséget a megdőlt állomány, túlrett bugából kipergett szem, helytelenül beállított kombajn okozhat. Cséplését megkönnyíti, ha teljes érésben aratás előtt megázik a buga, így a könnyebb cséplés miatt kevesebb veszteséggel tisztábban betakarítható (JÓVÉR et al. 2018).

A betakarított termény tisztítása hagyományos gabonarostával nehézkes, triőrös, vagy 3D rendszerű magtisztító berendezést igényel. A szemeket borító mikroszkopikus szilícium tüskék miatt súlyos bőrirritációt okozhat. A fénymag por kezelése külön figyelmet igényel (JÓVÉR et al. 2018).

3.1.5. Növényvédelem

A fénymag termesztését korlátozó, jelentős kórokozók és kártevők rövid felsorolásszerű bemutatása mellett a kultúra termesztését korlátozó gyomnövények bemutatására a „3.1.6. A fénymag gyomnövényzete és gyomszabályozása” fejezetben kerül sor.

Vetőmag csávázása monokultúrás termesztés, illetve kalászos gabona elővetemény esetén hasznos lehet a *Fusarium* spp. vagy egyéb közös szártőbetegségek miatt. A zöld növényi részeket károsító kórokozók (*Claviceps purpurea*, *Spodoptera frugiperda*, *Schizaphis graminum*, *Metopolophium dirhodum*, *Gibberella zea*, *Rhynchosporium secalis*) megjelenése ritka, gazdasági szempontból fungicides védekezést nem igényelnek. (Cholango-Martinez et al. 2016, 2019) Az állományban rovarkártevők jelenléte ismert (*Elateridae*, *Melolonthidae*, *Opatrum sabulosum*, *Zabrus tenebroides*), azonban az *Oulema melanopus* kívül gazdasági kárt ritkán okoznak. Az *Oulema melanopus* ellen a kalászos gabonákban megszokott módon védekezhetünk (CORDO et al. 2004; JÓVÉR et al. 2018).

A fénymag termesztésének legnagyobb kihívását az állomány gyommentesen tartása jelenti melyet a megfelelő, okszerű területválasztással, talaj-előkészítéssel segíthetünk elő. JÓVÉR és munkatársai (2018) azt tapasztalták, hogy amennyiben a kultúrnövény csírázása, kezdeti fejlődése egységes, akkor a gyors, állományzáródásának köszönhetően a gyomosodás nem lesz kritikus mértékű.

3.1.6. A fénymag gyomnövényzete és gyomszabályozása

A fénymag termesztése során kritikus feladat a területek gyommentesen tartása, mivel koratavaszi vetésideje, gyenge kezdeti fejlődése, rossz gyomelnyomó képessége miatt érzékenyen reagál a gyomnövények okozta káros kompetícióra. A gyomnövények közvetlen – kompetíciós hatások, árnyékolás, toxikus anyagok termelése, valamint közvetett – gomba, vírusbetegségek terjesztése, termelési érték csökkentése, termelési költségek növelése, kártevők terjesztése kártételükkel nehezítik meg a rentábilis termelést (REISINGER 1996). A fénymag táblák legjellemzőbb gyomnövényei a T2, T3 és T4 életformacsoportba tartozó, valamint az évelő (G1 és G3) gyomnövények. Legnagyobb gondot okozó gyomnövényei a vadzabfajok (*Avena* spp.) a kakaslábfü (*Echinochloa crus-galli*), és a ragadós galaj (*Galium aparine*). Az ellenük való védekezés egyrészt igen nehéz, valamint felszaporodásuk esetén, a betakarított terményből nehezen távolíthatók el. Ezen gyomnövények felszaporodását kell megakadályozni, korai vetés alkalmazásával, a fénymag állomány kezdeti fejlődésének

támogatásával. Fontos az aprómorzsás, kellően nedves, gyommentes magágy, valamint az egyenletes talajfelszín kialakítása. Ha a kelés és a kezdeti fejlődés megfelelő, a melegigényesebb egyszikű gyomfajokkal, a fénymag sikerrel veszi fel a későbbi kompetíciós versenyt (MEZŐHÍR 1 2024, JÓVÉR et al. 2018).

A fénymag termesztése során különös figyelmet kell fordítani a kultúrában nehezen irtható gyomnövényekre, mint például az *Avena fatua*. A pázsitfűfélé - *Poaceae* családjába tartozó egyszikű gyomnövény a T3-as életforma csoportba tartozik. A fénymaghoz hasonlóan tavasszal kel, nyár elején érlel magot. Nehezen vontatottan csírázik, kelése elhúzódó, emiatt az ellene való védekezés időzítése nehéz feladat (PETRÁNYI –TÓTH 2000, GAZDAGNÉ et al. 2005). Az *Avena fatua* leginkább a gabonavetésekhez alkalmazkodott. Gyorsan fejlődik és betakarításra eléri az 50-120 cm-es magasságot. A növény nagyon hasonlít a termesztett gabonákhoz, levelei nagyok és szélesek. A virágzata buga virágzat, termése szemtermés (HUNYADI et al. 2000). A fénymag kultúrában-állományban nincs ellene hatékony kémiai védekezési lehetőség, az erősen fertőzött területeken kerülni kell a kultúrnövény vetését (DORNER – ZALAI 2015, ZALAI – DORNER 2013, ZALAI – LUKÁCS 2024, DOBSZAI-TÓTH 2024). Az *Echinochloa crus-galli* Magyarország egyik legjelentősebb gyomnövénye (NOVÁK et al. 2009) Az egész országban előfordul, szántóföldek, ültetvények és kertek gyakori károsító gyomnövénye. A talajjal szemben igénytelen, azonban a nedves termőhelyeket előnyben részesíti. Erős alkalmazkodóképességét mutatja, hogy igen száraz helyeken is előfordul. A termése csupasz, toklászos és pelyvás formában is előfordul. Szemtermése a fénymag betakarítása során a learatott terménybe kerül, abból maradéktalanul igen nehéz kitisztítani. (PETRÁNYI –TÓTH 2000) Az *Avena fatua*-hoz hasonlóan állományban nincs ellene hatékony kémiai védekezési lehetőség (DORNER – ZALAI 2015, ZALAI – DORNER 2013, ZALAI – LUKÁCS 2024, DOBSZAI-TÓTH 2024).

A fénymag esetében a mechanikai gyomirtást célszerű a vetést megelőző időpontra időzíteni. Vetés, kelés után már csak gyomfésűvel, küllőskapával lehetséges (JÓVÉR et al. 2018).

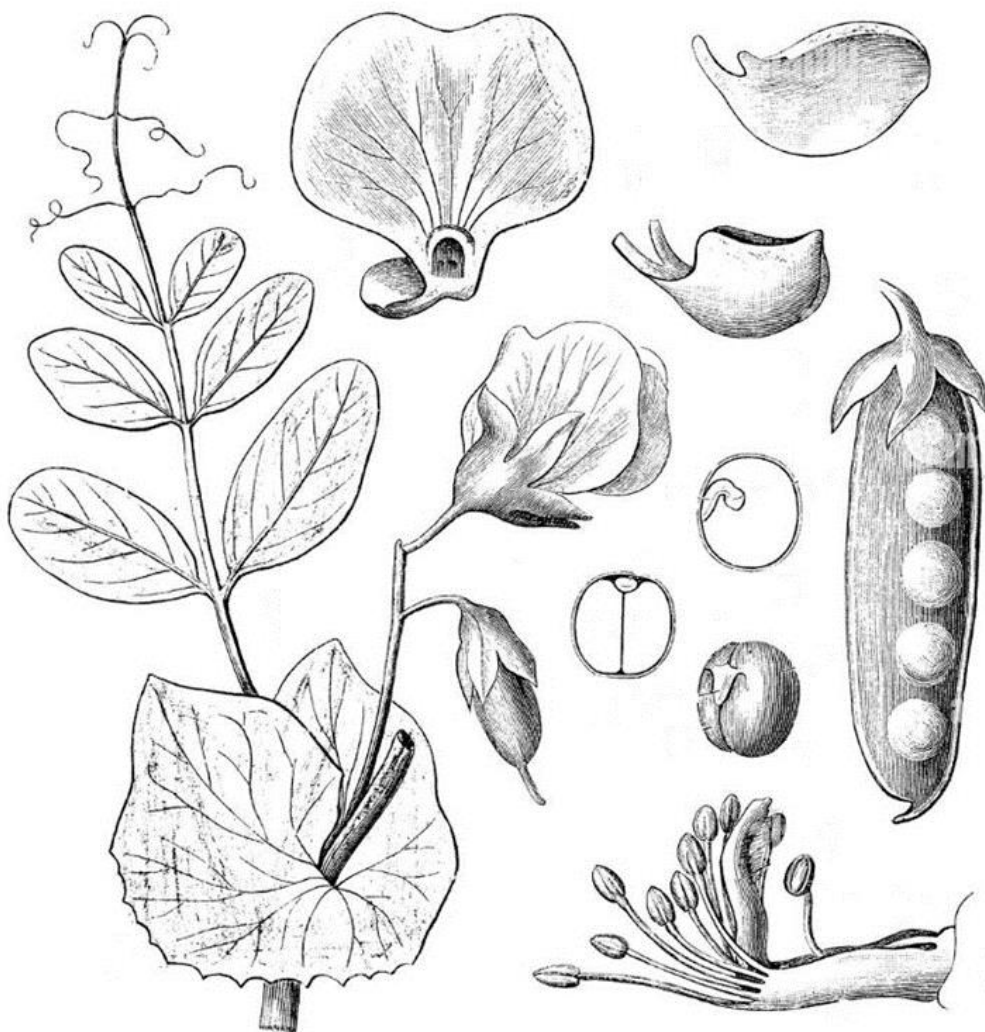
A fénymagvetésekben herbicides gyomszabályozásra is van lehetőség. Amennyiben a terület nem erősen fertőzött magról kelő, és évelő egyszikű gyomnövényekkel, az állományok posztemergens permetezése jól alkalmazható a gyomnövények ellen. Mint minden esetben a kémiai gyomszabályozás előnye itt is a költséghatékonyság, jó gépesítettségű fok, szelektív alkalmazási lehetőség. A herbicidek kijuttatásukat követően gyorsan hatnak, nagymértékű gyomosodás esetén is sikerrel alkalmazhatóak. Használatuk mellett nagyobb a rugalmasság

agrotechnikai oldalról, csökkenhet a talajművelések száma, elhagyott műveletek miatt korábban vethetővé válhat a terület (ZALAI – LUKÁCS 2024, AGROMÉDIUM 1, BERZSENYI 2000).

Herbicides állománykezelésére a Magyarországon felhasználható hatóanyagok listája igen rövid, mindösszesen az MCPA, karfentrazon-etil, 2,4-D + floraszulam tartalmú készítmények használhatóak (NÉBIH 2024). Az említett hatóanyagok a kétszikű gyomnövényekkel szemben hatásosak, így az egyszikű gyomok ellen kizárólag az integrált védekezés jelent megoldást (HOLT – HUNTER 1987). A fénymag herbicides gyomszabályozásának részletes bemutatására a 3.4.6 fejezetben kerül sor.

3.2 A borsó botanikai és agronómiai bemutatása

A borsó (*Pisum sativum*) (2. ábra) a pillangósok (*Fabaceae*) családjába tartozik. Lágyszárú, egyéves növény, melynek különlegessége a gyökérzetén tenyészidőszak alatt fejlődő *Rhizobium*-gümők. A hajtásrendszer tengelye kapaszkodó, szára elheverő dudvaszár. Átlagos magassága fajtánként nagy eltérést mutat, általában 30-150 cm. A levelei szórt állásúak, párosan szárnyasan összetettek, virágzata fürtvirágzat. Termése hengeres alakú, esetleg lapított, több magvú hüvelytermés (SOMOS 1975, SZABÓ 1980).



2. ábra: A borsó (*Pisum sativum*) morfológiája (ALAMY 2024).

A borsó fajtákat morfológiai sajátosságaik, illetve termesztési céljuk alapján három csoportra osztjuk:

- Kifejtőborsó: *Pisum sativum* L. *convar. glaucospermum* (ALEF)
- Velőborsó: *Pisum sativum* L. *convar. medullare* (ALEF)
- Cukorborsó *Pisum sativum* L. *convar. saccharatum* (SER)

A kifejtőborsó magjai éretten simák, gömbölydedek, a cukortartalmuk jellemzően rövid idő alatt keményítővé alakul. A maghéj a magállománytól könnyen elválasztható, így hántolásra alkalmas. A hántolt magot könnyedén kettéválaszthatjuk, az így létrehozott terméket sárga vagy zöld feles borsóként hozhatjuk forgalomba. A kifejtőborsók alapvetően kevésbé érzékenyek, igénytelenebbek, mint a velő és a cukorborsók (KISS 1980).

A velőborsók magasabb cukortartalmukat éréskor lassabban alakítják át keményítővé, emiatt betakarítást követően tovább zsengék maradnak a magok. A héjuk, nem hántolható, ráncos, kissé szögletes alakú. A gyakorlatban legtöbbször konzervipari céllal termesztik.

A többiektől jól elkülöníthető alakkört képez a cukorborsó, mely hüvelytermésének anatómiája eltérő, hüvelyének belsejéből hiányzik a pergamenszerű hártya, ezért hüvelyestől fogyasztható (BOCZ 1996, FEHÉR 1998).

A borsó, az egyik legrégebben domesztikált haszonnövény. Először a Földközi-tenger térségében termesztették, gyakran bükkönnyel és csicseriborsóval keverten, a mindennapi humán táplálkozás fontos része volt (HOPF – ZOHARY 2000). A *Pisum sativum* természetben is fellelhető képviselői Irán, Türkmenisztán, Elő-Ázsia, Észak Afrika és Dél Európa szerte terjedtek el első körben. Ezt követően több évszázados szelekciót és nemesítést követően jelenleg nagyon sok borsófajtát ismerünk (MAKASHEVA 1979, FORD-LLOYD et al. 2010).

3.2.1. Éghajlat- és környezetigény

A borsó hidegtűrő növény, megfelelő talaj nedvességtartalom mellett már 2-3 °C-on csírázik. A tenyészidőszak alatti hőösszegigénye szintén alacsony, 1300-1600 °C (SZABÓ, 1996). Optimális fejlődéséhez 14-15 °C -ot igényel, azonban fejlődési hőküszöbértéke 4,4 °C. A tenyészidőszak későbbi részében, virágzás idején 15-18 °C, éréskor 18-20 °C. 25 °C felett kényszerérő növény (ANTAL 2000, CSELÓTEI 1993, VELICH – CSIZMADIA 1985, SADRAS – LAWSON 2013).

Fényigénye alapján hosszúnappalos növény, miszerint rövidebb megvilágítás mellett vegetatívan, hosszabb megvilágítás mellett inkább generatívan fejlődik. Ebből következik, hogy Magyarországi viszonyok között a tavaszi borsófajtákat igen korán kell elvetnünk. Ebben az esetben a fény és hőigénnyel összhangban kora tavasszal a hűvös rövid nappalokon vegetatívan, később a melegebb hosszabb nappalok mellett generatívan képes fejlődni (BALÁZS 2004, FLEURY et al. 2010).

Vízigénye közepes, kezdeti fejlődéséhez kiegyensúlyozott vízellátást igényel, nagy mennyiségű vizet csírázáshoz, virágzáskor, és hüvelykötés idején vesz fel. Vízellátottság szempontjából kritikus fenológiai fázis a virágzás ideje, mivel száraz időjárás esetén virágai nem, vagy elégtelenül kötnek, mely nagymértékű termésdepresszióhoz vezet (MÁRTON 2004, FOULKES et al. 2009).

3.2.2. Talaj- és tápanyagigény

A borsó talajigényéről elmondható, hogy a mészben és humuszban gazdag, jó víz-, levegő- és hőgazdálkodású talajokat kedveli. A kedvező paraméterekre főként a gyökerén szimbiózisban élő nitrogénkötő *Rhizobium* baktériumok miatt van szükség. Megfelelő talajtípusok számára a löszön kialakult, vagy mészlepedékes csernozjom típusú talajok, megfelelő mész és humusztartalommal, semleges, esetleg enyhén lúgos kémhatással (6,5-8,0 pH), a barna erdőtalajok, és a homokos vályog talajok. Az agyagos, kötött réti talajok időszakos túlzott vízbőségükből adódó levegőtlenségük, a homoktalajok rossz víztartó képességük miatt, kevésbé alkalmasak (MEZŐHÍR 2 2024, WÁGNER 2012).

A borsó fajlagos tápanyagigénye 1 tonna fő és melléktermékre számolva 50 kg N, 17 kg P₂O₅, 35 kg K₂O, 32 kg CaO, 7 kg MgO (ANTAL 1987, BUZÁS et al. 1979, KÁDÁR 2005). A szerves trágyázást nem igényli, nagy termés eléréséhez megfelelő mennyiségű, összetételű műtrágya kijuttatása szükséges (BOCZ 1996). Magas nitrogén igénye arányosan kevés műtrágya kijuttatásával is kielégíthető, mivel kizárólag fejlődése kezdetén van szüksége nitrogén műtrágyára. Később, egészséges állomány esetén a *Rhizobium* gümők ellátják a növényt megfelelő mennyiségű nitrogénnel. A foszfor, kálium tartalmú műtrágyát célszerű vetése előtt ősszel egy adagban kijuttatni (ÁCS 1980, BÓDIS 1983).

3.2.3. Jelentőség

Világviszonylatban több mint 100 országban termesztik elsősorban szemterméséért, melyet, mind állati takarmányozásra, mind humán célra felhasználnak (LAKE et al. 2021). A szárazborsó vetésterülete az utóbbi húsz évben világszerte 6 és 8 millió hektár között ingadozik, a zöldborsó területek ezzel szemben folyamatos növekedést mutatnak, míg a kilencvenes évek közepén mindössze 1,1 millió hektáron volt jelen, napjainkban már 2,6 millió hektáron termesztik (FAO 2022). Magyarországon az egyik legnagyobb szántóföldi területen termesztett hüvelyes növény: termesztési volumene közel állandó, éves szinten 12 ezer hektár száraz, valamint 17 ezer hektár zöldborsó kerül elvetésre (KSH 1,2).

A borsó a vetésforgóba jól beilleszthető növény, mivel igen kedvező talajállapotot hagy maga után – korán lekerül a területről, nem zsarolja ki a talaj vízkészletét, a *Rhizobium* baktériumoknak köszönhetően nitrogénben gazdagítja a felső talajréteget (NAGY 1993). Nem csak főnövényként, zöldtrágyaként, zöldugarként, másodvetésben is kiválóan hasznosítható, növelheti az utóvetemény terméshozamát (ENDERS et al. 2023).

Humán felhasználása során különösen értékesé teszi az emberi szervezet számára nélkülözhetetlen szénhidrát és fehérje tartalma, melyet a zöld- és szárazborsó egyaránt nagy mennyiségben tartalmaz. Rostanyag-tartalma más zöldségfajokhoz viszonyítva is kiemelkedő. Vitamintartalma közül igen magas a C (25 mg/100 g), mellette jelentős még a B1, B2, D1, D2 vitamin tartalma is (NAGY 1999, 2000).

A borsó legjelentősebb felhasználása az állati takarmányozás, mivel igen kedvező beltartalmi értékekkel rendelkezik. Fehérjetartalma 21-25%, emellett nagy mennyiségű szénhidrátot és más emészthető tápanyagot (86-87%) tartalmaz. Aminosavakban gazdag, lizin, triptofán tartalma, melyeket a gabonaszemek kevésbé tartalmaznak, kiemelkedő. Ennek köszönhetően az állati takarmánykeverékek meghatározó összetevője. A borsó fajták humán fehérjeforrásként is kiválóak, a belőlük készített termékek világszerte ismertek és kedveltek (ENDRES et al. 2021).

3.2.4. Agronómiai igény

A borsó, és általában a hüvelyes növények kiemelt helyet foglalnak el a vetésszerkezetben. Vetésváltásba való beiktatásuk egyszerű, növelik az utánuk következő növények várható termésszintjét. A vetésforgóba beiktatott borsó 30 %-kal képes növelni a kukorica termésmennyiségét, búza előveteményhez képest (BAHL – PASRICHA 2000, BECKIE et al. 1997). A borsó 4 évig nem termesztendő önmaga után. Ha mégis ugyan oda vetjük vissza

úgynevezett „borsóuntság” alakulhat ki, amely különböző élettani okok miatt, már a csírázó magot is károsító, emellett a fiatal növényeken fellépő betegségek megjelenésével, terjedésével magyarázható. Szintén kerülendő a borsó előtt más pillangós virágú növény termesztése. Jó előveteménynek számítanak az őszi kalászosok, a gyakorlatban az őszi búza, őszi árpa, mivel korai betakarításuk miatt, elegendő idő marad a szükséges talajművelések jó minőségű elvégzéséhez, nem szárítják ki a talaj vízkészletét, valamint nem zsarolják ki a talajok tápanyagkészletét sem. Ezek mellett az egyik legfontosabb előnyük, hogy kedvező növényvédelmi helyzetet hagynak maguk után a borsó számára. Közepes előveteménye a kukorica, mivel a hosszú tenyészidejű, és kései betakarítású kukorica nem teszi lehetővé az igazán jó minőségű talajművelések elvégzését. Abban az esetben, ha mégis kukorica az elővetemény, célszerű rövid tenyészidejű kukorica hibridet választani. Rossz előveteményei a késői betakarítású növények, azok a növények, amelyek kihasználja a talaj vízkészletét, nagy mennyiségű szármaradványt hagynak maguk után, amelyeknek közös betegségük, kártevőjük van a borsóval (PRIMAG 2 2024).

Az igazán jó termésátlagok elérése érdekében a borsó igényli a talajok mély művelését, melyet szántóföldi nehézkeplével, közép-mély lazítóval egyes esetekben szántással végezhetünk el. Gyökérzetének 90 %-a a talaj művelt rétegében található, emiatt lényeges a mélyművelés jó minőségű elvégzése.

A korán lekerülő elővetemény például őszi kalászosok betakarítása után a tarló sekély művelésével alapozzuk meg a kellő átnedvesedést, annak érdekében, hogy a mélyművelés időpontjában a szükséges nedvességi állapot rendelkezésre álljon. A már megtárcsázott tarló ápolása fontos művelet, mivel így növeljük a kedvező állapotú talajréteg vastagságát, beindul a mikrobiológiai élet, csíráznak a gyomnövények, árvakelések, melyeket a következő művelettel elpusztítunk. A későn lekerülő elővetemény például kukorica után, már nem áll rendelkezésre annyi idő, hogy a talajművelést a fent említett minőségben, fokozatosan elvégezzük. A kukoricaszár zúzása, talajba forgatása után azonnal el kell végezni a mélyművelést. Kora tavaszi borsó esetében a vetés a talajban maradt, és még le nem bomlott nagy mennyiségű kukoricaszár miatt nem lesz egyenletes. Abban az esetben, ha a talajműveléseket és az őszi mélyművelést sikerül kellő időben és minőségben elvégezni, kora tavasszal a vetés előtt akár egy menetben elkészíthető a magágy, így elkerülhető a káros taposás (PRIMAG 2 2024).

A borsót nagy magva miatt mélyre, 6-8 cm-re vetjük, mely a vetés utáni esetleges madárkártétel megelőzésében is nagy segítség. A vetés gabonaszortávról 12,5-15,0 cm-re történik, fajtától, és ezermagtömegtől függően hektáronként 180-320 kg vetőmagnormával. A vizsgálatban szereplő

területekre minden esetben Nany fajta került elvetésre melynek ajánlott vetőmagnormája 100-150 kg/ hektár, ezermagtömege 75-100 g (PRIMAG 2 2024, WÁGNER 2012).

A szárazborsó betakarítása egy menetben, gabonakombájnnal történik. Ha az arató cséplőgép borsó adapterrel van felszerelve és jól be van állítva, a betakarításkori veszteség nem éri el a 9%-ot (PRIMAG 2 2024, ZÖLDSÉGINFÓ 2024, WÁGNER 2012).

3.2.5. Növényvédelem

A borsó termesztését korlátozó, jelentős kórokozók és kártevők rövid felsorolásszerű bemutatása mellett a kultúra termesztését korlátozó gyomnövények bemutatására a „3.2.6. A borsó gyomnövényzete és gyomszabályozása” fejezetben kerül sor.

A borsó termesztése során számos növényvédelmi problémával, kihívással szembesülünk. Számos betegség, kártevő és gyomnövény nehezíti meg a rentábilis termelést, így a megfelelő minőségű, és mennyiségű termés elérése érdekében az okszerű, átgondolt, integrált szemléletű növényvédelmi gondolkodás elengedhetetlen (PÁLINKÁS et al. 2021).

Jelentős károkozók a vírusbetegségek, mint például a borsó enációs mozaikvírusa (Pea enation mosaic virus), a borsó korai barnulás vírusa (Pea early browning virus), a borsó levélsodródás vírus (Pea leaf roll virus), a borsó maggal átvihető mozaik vírus (Pea seed-borne mosaic), a borsó közönséges mozaik vírus (Pea mosaic virus), és a lucerna mozaik vírus (Alfalfa mosaic virus), amelyek korai fertőzés esetén akár 50%-os termésveszteséget is okozhatnak. A baktériumos betegségek például a baktériumos zsírfoltosság és hervadás (*Pseudomonas syringae* pv. *pisi*) a csapadékos évjáratokban jelent problémát. A gombabetegségek közül a borsóragya (*Ascochyta pisi*, *Ascochyta pinodes*, *Ascochyta pinodell*a), borsórozsa (*Uromyces pisi*), borsólisztharmat (*Erysiphe pisi*), borsóperonoszpóra (*Peronospora pisi*), fuzáriumos tőhervadás (*Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi*) a legfontosabbak, ellenük átgondolt agrotechnikával, az állomány egészségének fenntartásával, és célzott fungicides kezelésekkel lehet hatékonyan védekezni. A kártevők elleni védekezés szintén a borsótermesztés alapja. Korai vetésideje, kelése miatt a talajlakó kártevők inkább a későbbi fenológiai fázisokban károsítanak. A fiatal növényeket a sávcsipkézőbarkó (*Sitona lineata*) károsíthatja. Későbbi kártevői a borsótripsz (*Kakothrips pisivorus*), zöldborsó-levéltetű (*Acyrtosiphon pisum*) borsózsizsik (*Bruchus pisorum*) borsóormányos (*Aoromius quinquepunctatus*), és az akácmoly (*Etiella zinckenella*) (PRIMAG 2 2024, GOLAWSKA et al. 2008).

3.2.6. A borsó gyomnövényzete és gyomszabályozása

Mint minden szántóföldi kultúra esetében, úgy a borsóknál is az egyik legfontosabb növényvédelmi feladat a táblák gyommentesen tartása. A gyomnövények közvetlen – kompetíciós hatások, árnyékolás, toxikus anyagok termelése, valamint közvetett – gomba, vírusbetegségek terjesztése, termelési érték csökkentése, termelési költségek növelése, kártevők terjesztése kártételükkel nehezítik meg a rentábilis termelést (REISINGER 1996). Általánosságban elmondható, hogy a kultúrnövény lassú kezdeti fejlődése miatt nagy teret enged a gyomnövények fejlődésének, azonban fenológiája későbbi fázisaiban sem olyan jó gyomelnyomó, mint a termesztett gabonafélék, így nem megfelelő integrált gyomszabályozás alkalmazása nélkül gyommentesen tartása nem megoldható (UJVÁROSI 1973; GIMESI 1980). A szárazborsó gyomflóra összetételét kora tavaszi vetése határozza meg. A T2-es és T3-as életformacsoportokba tartozó gyomfajok, melyek a gyomosodás első hullámát befolyásolják, a borsóval egy időben csíráznak. A gyomosodás második hulláma a kultúrnövény leveleinek leszáradásakor, a tenyészidő végén jelenik meg. Ebben az időszakban már, a nyárutói egyéves (T4) fajok válnak meghatározóvá. A T2-es életformacsoportba tartozó jellemző fajok, a pipitérfajok (*Anthemis* spp.), a ragadós galaj (*Galium aparine* L.), a székfűfélék (*Matricaria* spp.), a pipacs (*Papaver rhoeas*), és a ragadós galaj (*Galium aparine*). A T3-as életformacsoportba tartoznak a vadzab (*Avena fatua*), a vadrepce (*Sinapis arvensis*) és a repcsényretek (*Raphanus raphanistrum*). A második hullámban a kultúrnövény alsóbb leveleinek leszáradását követően a T4-es életformacsoportba tartozó gyomnövények nyernek teret. Nagy borítással jelenhet meg a szőrös disznóparéj (*Amaranthus retroflexus*), a fehér libatop (*Chenopodium album*), a kakaslábfű (*Echinochloa crus-galli*) és az árvakelésű napraforgó (*Helianthus annuus*) is. Az évelő fajok közül a mezei aszat (*Cirsium arvense*), az aprószulák (*Convolvulus arvensis*), és a fenyércirok (*Sorghum halepense*) a gyakori (REISINGER, 1997; 2000).

A T3 és a T4-es életformacsoportba tartozó gyomfajok adják a borsó területek gyomnövényzetének 60-100 %-t. Legfőbb gyomnövényekként a *Chenopodium album*, a *Sinapis arvensis*, az *Amaranthus retroflexus*, az *Echinochloa crus-galli*, és *Setaria glauca* említhető (KARÁBINSZKY 1981). A kétszikű gyomnövények károsítása borsóban nagyobb mértékű, mint az egyszikűeké (ALDRICH, 1984; MCDONALD, 2003). A kétszikű gyomnövények károsítása borsóban nagyobb mértékű, mint az egyszikűeké (ALDRICH, 1984; MCDONALD, 2003).

A borsó termesztése során különös figyelmet kell fordítani, a nehezen irtható, és élelmezés egészségügyi kockázatot okozó gyomnövényekre. A *Solanum nigrum*, T4-es életformacsoportba tartozó az egész ország területén gyakori gyomnövény. Talajjal szemben igénytelen kötött és laza termőhelyeken is előfordul. Termése 5 mm átmérőjű fekete bogyó, mely a borsó betakarításakor a terménybe kerülhet, ezért karantén gyomnövénynek számít. Termése a szervezetbe kerülve hányást, izgatottságot, légszomjat, fejfájást, izom- és emésztőrendszeri görcsöket, lázat, ájulást okozhat. Szélsőséges esetben a mérgezés halálos kimenetelű is lehet, a szervezetbe került mennyiségtől, a személy korától és szervezetének ellenállóképességétől függően. (PETRÁNYI –TÓTH 2000, GANGULY et al. 2009)

A *Cirsium arvense* évelő gyomnövény a G3-as életformacsoport tagja. Szaporodásának legfőbb módja ivartalan, gyökértarackokkal történik. Azonban magjai repítőkészülékkel ellátottak, így nagyobb távolságokra is eljuthat. Borítása szerint Magyarország egyik legjelentősebb gyomnövénye (NOVÁK et al. 2009). Talajjal szemben nem válogatós, minden termőhelyen, minden termesztési körülmény mellett előfordul. Termése kaszattermés, a még ki nem szóródott, egyben lévő magok a borsó betakarítása során a terménybe kerülhetnek, egészségügyi kockázatot okozva, az állati takarmányozási értéket rontva (PETRÁNYI – TÓTH 2000)

A *Datura stramonium* nyárutói egyéves növény. Tavasztól nyár elejéig folyamatosan csírázik, fő kelési ideje májusra tehető. Elsősorban a nitrogénben gazdag, semleges kémhatású lazább talajok gyomnövénye, azonban savanyú kötött talajokon is előfordul. Termése tüskével borított 4-5 cm hosszú, rajta barázdák találhatóak, amelyek éréskor felnyílnak, magjai kihullanak. Termőhelytől függően 500- 5000 db magja is teremhet, melyekből akár már 15 darab szervezetbe kerülése is halálos dózis lehet (PETRÁNYI – TÓTH 2000, GAIRE – SUBEDI 2013)).

A borsó esetében a gyomszabályozás hatékonyságát az agronómiai tényezők nagyban meghatározzák. A gyomnövények kompetíciója a kultúrnövény fejlődésének kezdeti időszakában a legkárosabb, ezért kulcsfontosságú a borsó gyors, egyenletes fejlődését biztosítani. A megfelelő fajtaválasztás, egészséges csávázott vetőmag, jól előkészített magágy, optimál időben - jó minőségben, precízen elvégzett vetés, mint egyszerű agrotechnikai műveletek nagyban segítik a borsó megfelelő kezdeti fejlődését (BODÓ – KOVÁCS 1994, AVOLA et al. 2008).

A borsó esetében a mechanikai gyomirtás a korai gyomfésülés kivételével leredukálódik a talajművelés eszközeire, melyekkel a vetés előtt gyommentesíthetjük a talajt. Állományban esetleg kézi kapálás alkalmazható, amely azonban körülményes, illetve nem rentábilis módja a gabona sortávra vetett növények gyomszabályozásának (BERZSENYI 2000).

A herbicides gyomirtásra lehetőség van a borsó kultúrában, jelentősége nagy, jól alkalmazható a gyomnövények okozta termés kiesés csökkentésére (HOFFMANN 1993). Előnye, hogy minimális emberi munkaerő igénye van, ezáltal csökkenti a költségeket, jól gépesített, szelektíven alkalmazható. A herbicidek kijuttatásukat követően gyorsan hatnak, nagymértékű gyomosodás esetén is sikerrel alkalmazhatóak. Használatuk mellett nagyobb a rugalmasság agrotechnikai oldalról, csökkenhet a talajművelések száma, elhagyott műveletek miatt korábban vethetővé válhat a terület (BERZSENYI 2000).

A borsó kultúrában lehetőség van Pre- és Posztemergens gyomirtásra is. A felhasználható herbicid hatóanyagok listája folyamatosan szűkül, a dolgozat írásakor (2024. augusztus 30.) hatóanyag állt rendelkezésre (NÉBIH 2024). A borsó herbicides gyomszabályozásának részletes bemutatására a 3.4.6 fejezetben kerül sor.

A gyomszabályozás során az integrált gyomszabályozás szerint nem cél a gyomnövények teljes kiirtása. Amire törekedni kell, az a gyomok kártételi küszöb alatt tartása (BERZSENYI 2000).

3.3. A gyomosodást befolyásoló tényezők bemutatása

3.3.1. Talajtani tényezők hatása a gyomosodásra

Talajszerkezet

A talaj különböző fizikai, kémiai tulajdonságai mind hatással vannak egymásra (NORDMEYER -HÄUSLER 2004). Így a talaj tulajdonságai rendkívül összetett módon befolyásolják a gyomok megjelenését, növekedését, kompetíciójukat. Az egyik ilyen fontos tulajdonság az áthaladó fény áteresztőképessége a talajnak, amely döntő befolyással bír a gyommagvak csírázására. A fény áteresztése függ a talaj részecskéinek méretétől, a nedvességtartalmától, a részecskék színétől és a szerves anyagok jelenlététől. Különböző kutatások megfigyelték, hogy a talaj szemcseméretének csökkenésével együtt csökken a talaj a fényáteresztő képessége is, amellyel a gyommagvak csírázásának erélye is megváltozik (HASHEM 2017; REPSIENE – OZERAITIENE 2006).

Kémhatás

A talaj kémhatásának kismértékű változása már nagymértékben befolyásolja a gyomok megjelenését és növekedését, amely az alumínium korlátozó hatásával is magyarázható. A növények a savasabb kémhatású talajokat általában nem részesítik előnyben, azonban bizonyos gyomok ilyen körülmények között előnyt élvezhetnek a kultúrnövénnyel szemben. A kultúrnövény versenyképességét mész hozzáadásával (LÉGÈRE et al. 1994, HASHEM 2017), valamint a szerves és az ásványi trágyázással tudjuk javítani (REPSIENE – OZERAITIENE 2006).

Az egyes növényfajoknak a talaj kémhatásával szembeni érzékenységének jellemzésére többféle értékelési skála létezik (pl.: ELLENBERG 1974, KÁRPÁTI 1978, ELLENBERG et al. 1991, BORHIDI 1993). Ezen skálák eltérő számú lépcsőben jellemzik a fajok kémhatással szembeni igényét, ugyanakkor közös jellemzőjük, hogy az erőteljesen acidofrekvens és bazofrekvens fajok az alkalmazott skálák két végén helyezkednek el. Például BORHIDI (1993) besorolása alapján az „Erősen savanyúságjelző, kifejezetten kalcifób növények” 1-es, míg a „Mész-, illetve bázisjelző fajok” 9-es skálaértéket vesznek fel. Ezen jellemzés alapján a szántóföldi gyombiológiai gyakorlatban gyakori *Ambrosia artemisiifolia*, *Echinochloa crus-*

galli és *Amaranthus* fajok (*A. retroflexus*, *A. powellii*) 7-es, a *Chenopodium album* és *Cannabis sativa* fajok 6-os skálaértéket vesz fel.

A műtrágyázás, mint a talaj tulajdonságait hosszútávon befolyásoló tényező, döntő szerepet gyakorol a gyomflórára és a gyompopuláció kialakulásában és a kompetícióban (FORCELLA 1998). Az egyik ilyen példa a *Sinapis arvensis*, amely fontos gyomnövény, de korábban még nagyobb problémát jelentett a savanyú talajokon, napjainkra jelentősége lecsökkent részben a meszezés és a műtrágyahasználat miatt (HAKANSSON 1983, 2003).

Sótartalom

A talajok szikesedése az egyik legkritikusabb talajtényező a terméshozamra. Világszerte a szántóföldi művelt területek 20%-át, ezen belül az öntözött mezőgazdasági területek 33%-át érinti a szikesedés. A mezőgazdasági haszonnövények a só stressz hatására többféle kedvezőtlen reakciót mutatnak, valamint a sótartalom a talaj több különböző tulajdonságát is kedvezőtlenül befolyásolja (HU – SCHMIDHALTER 2002). A sótartalom meghatározza a morfológiai, fiziológiai és biokémiai folyamatokat is, beleértve a magok csírázását, a növények növekedését, valamint a víz- és tápanyagfelvételét. Tehát a sótartalom meghatározó szerepet játszik a növények fejlődésének minden aspektusában, a csírázástól, a növekedési szakaszon keresztül egészen a szaporodásig (BANO – FATIMA 2009).

Tápanyagtartalom

A szántóföldi gyomfajok eltérő alkalmazkodó képességet mutatnak a talaj tápanyagtartalmával szemben. Alapvetően eltérő tápanyagigényekkel rendelkeznek, valamint különböző tápanyag ellátottsági szintekhez alkalmazkodtak (PYŠEK – LEPSŠ 1991, BLACKSHAW et al. 2017, KISMÁNYOKY 2010, ANEES – KHALIL 2016). Így egyes gyomfajok a talaj tápanyagtartalmának indikátoraként is szolgálhatnak.

A talajban megtalálható tápanyagok közül a leginkább korlátozó faktor a hozzáférhető nitrogén mennyisége, mely elsősorban a vegetatív szervek növekedését segíti (LEGHARI et al. 2016).

Nitrofrekvens (magas felvehető nitrogénkoncentrációt jelző, indikátor gyomfajok) ELLEMBERG (1974), illetve BORHIDI (1993) skálázása alapján a 9-es értéket – „Túltrágyázott hipertróf termőhelyek, romtalajok növényei” – például az *Amaranthus retroflexus*, *Galium aparine* vagy a *Rubus caesius* vesz fel, ami magyarázatul szolgál az

intenzív gazdálkodású agrárterületekhez való jó alkalmazkodásukra. Ezzel szemben a gyombiológiai gyakorlatban kevés 1-es skálaértéket adó – „Steril, szélsőségesen tápanyagszegény helyek növényei” – faj található meg, de példa lehet az ilyen fajok közül a *Cuscuta campestris* jelenléte.

3.3.2. Gazdálkodási tényezők hatása a gyomosodásra

A vetésforgó mellett különösen a talajművelés befolyásolja a gyomok kelését (CARDINA et al. 2002). Általánosságban elmondható, hogy a csökkentett talajművelési rendszerekben, mint például a forgatás nélküli talajművelés, a talaj gyommag készlete a talajfelszínhez közelebb rétegződik, míg az intenzív talajművelés egyenletes eloszlást biztosít a gyommagok számára a művelés mélységéig (ZALAI 2011, SOSNOSKIE et al. 2006).

A gyomfajok meglehetősen eltérően reagálnak a különböző talajművelési rendszerekre, egyes fajok száma a csökkentett művelésnél növekszik, míg más fajok előfordulása visszaesik. (KENNETH – NORMAN 2023).

A no-till talajművelési rendszer jelentősen segíti a *Capsella bursa-pastoris* elterjedését, ezzel szemben a *Viola arvensis* gyakrabban fordul elő a hagyományosan művelt parcellákon. Az *Echinochloa crus-galli* minden művelési rendszerben előfordul, a minimum-till mellett jelentősen megnövekszik a jelenléte, akár a teljes gyompopuláció 22%-át kiteheti (AUSKALNIENE et al. 2018).

A talajműveletek számának csökkentése, a forgatás elhagyása segít egyes gyomok visszaszorításában. A nagy magvú mélyről csírázó gyomfajok (*Abutilon theophrasti*, *Xanthium* spp., *Datura stramonium*) visszaszorulnak. Azonban az apró magvú és széles levelű gyomok, mint a *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Ambrosia artemisiifolia* és az egynyári fűfélék pl.: *Echinochloa crus-galli* és *Setaria* fajok előfordulása növekszik (BÚVÁR et al. 2000). Emellett elősegítheti az évelő gyomfajok, mint: *Epilobium ciliatum*, *Poa trivialis*, *Cirsium arvense*, *Taraxacum officinale*, *Equisetum arvense*, *Elymus repens* megtelepedését és kelését (LÉGÈRE et al. 1994, ZALAI 2011, PEKRUN – CLAUPEIN 2006).

Számos esetben kapcsolat áll fenn a gazdálkodási és talajtani változók között. A talajok tápanyagtartalmát legnagyobb mértékben a kijuttatott műtrágya mennyisége és összetétele befolyásolja (ANDREASEN et al. 1991). A talaj kötöttsége, valamint vízmegtartó képessége mesterségesen kevésbé befolyásolható tényező, jelentősen függ az agyagtartalomtól

(ANDREASEN – SKOVGAARD 2009), a pH érték és a kalcium tartalom ugyancsak kölcsönös viszonyban vannak egymással, azok hosszútávon javítható talajtulajdonságok (ANDREASEN et al. 1991). A talajok pH értéknek a gyomflórára való hatására történt korábbi vizsgálatok eredményei nem egységesek. SALONEN (1993), ERVIÖ et al. (1994), PYŠEK et al. (2005), LOSOSOVÁ et al. (2006), VIDOTTO et al. (2016) vizsgálatai szerint, a pH érték fontos változó a fajösszetétel szempontjából, míg CIMALOVÁ – LOSOSOVÁ (2009), ANDREASEN – SKOVGAARD (2009), PINKE et al. (2011) szerint a hatás nem szignifikáns.

A *Rumex acetosella*, a *Spergula arvensis*, a *Scleranthus annuus* kalcium hiányt tolerálnak, és gyakran acidofrekvens gyomokként is nevezik őket, míg a *Chenopodium album*, *Stellaria media*, *Tripleurospermum inodorum* a meszes talajokat kedvelik, és jobban tudják hasznosítani a műtrágyákat, mint a kultúrnövények. Utóbbiakat alkálifrekvens gyomoknak is szokták nevezni (LARCHER 1955; HANF 1999; ZIMDAHL 2007).

3.3.3. Éghajlati, időjárási, helyi, és geográfiai tényezők hatása a gyomosodásra

A mezőgazdaságban kiemelkedően fontos szerepet tölt be a klímaváltozás hatása, mivel az időjárási tényezők minden növény fejlődését alapvetően meghatározzák, beleértve nemcsak a kultúrnövényeinket, hanem a gyomokat is (DE MOL et al. 2015, CHAUHAN et al. 2014, SILC et al. 2009). Az időjárás hirtelen változásai stresszt okoznak a kultúrnövényeinknek, amelyek így érzékenyebbek és kevésbé versenyképesek a gyomokkal szemben (PATTERSON 1995).

A környezeti tényezők közül az éghajlati tényezőknek - elsősorban a csapadéknak és a hőmérsékletnek, melyek egyes évjáratokban igen eltérőek lehetnek (KÖVESPATÁKI et al. 2023) - kiemelkedő szerep tulajdonítható (PYŠEK et al. 2005, LOSOSOVÁ et al. 2004, PINKE et al. 2010, 2012, 2017, PÁL et al. 2013). Fontos megjegyezni, hogy korábbi kutatások eredményei arra utalnak, hogy a lehulló csapadék és a hőmérséklet értékek jelentősége lokálisan kisebb, mint tájszinten, gyomflórára ható befolyásuk a vizsgált területek nagyságával nő (LOSOSOVÁ et al. 2008, PINKE et al. 2017, DENK - BERG 2014).

ENZSÖLNÉ et al. (2011) és VARGA-HASZONITS et al. (2006) szerint a klimatikus viszonyokat vizsgálva általánosságban megállapítható, hogy Magyarországon ezek jelentősek és közülük a hőmérséklet, mint termikus tényező nagyobb hatással van a gyomosodásra, mint a csapadék mennyisége.

Az enyhébb és csapadékosabb telek legtöbbször növelik az egynyári gyomnövények áttelelését, mindemellett a termofil egynyáriak nagyobb intenzitással fejlődnek, valamint terjeszkednek ott, ahol elhúzódó és melegebb a nyár. A klímaváltozás olyan szántóföldi gyomok terjedését fogja eredményezni, mint például a *Datura stramonium*, mivel ennek a növénynek magasabb hőmérsékletre van szüksége a fejlődéshez (PATTERSON 1995; WALCK et al. 2011; HANZLIK – GEROWITT 2011, 2012).

A csapadékviszonyok és az éghajlatváltozással járó egyre gyakoribb szárazságok megváltoztatják a gyomok előfordulását és terjedését, ezáltal a növénytermesztésre gyakorolt hatásukat. A szélsőséges időjárási viszonyok egyre gyakoribbá válásával, a szárazsággal sújtott mezőgazdasági területek aránya várhatóan már a közeljövőben egyre nagyobb lesz. (GIANNINI et al. 2008, PINKE et al. 2017).

A gyomnövények földrajzi elhelyezkedését tekintve meghatározó szerepet tölt be a levegő hőmérséklete, mivel megváltoztatja a gyomok elszaporodását és kompetitív viselkedését a növényállományban (PYŠEK et al. 2005, PATTERSON et al. 1999; TUBIELLO et al. 2007). Számos gyomnövény, mint például az *Amaranthus retroflexus*, *Setaria* spp., *Digitaria sanguinalis*, *Sorghum halepense* további északra való terjeszkedését állapították meg (WEBER – GUT 2005; CLEMENTS – DITOMMASO 2011).

A gyomflóra fajgazdagsága összefüggésben van a termőhely tengerszint feletti magassággal is (FRIED et al. 2008, KOLÁŘOVÁ et al. 2013). Közép-Európában a gyomfajok száma jellemzően nagyobb a magasabban fekvő szántóföldeken. Azonban a tengerszint feletti magasság hatásának vizsgálata során olyan egyéb tényezőket is figyelembe kell venni, melyek az éghajlati tényezőkkel szorosan összekapcsolhatók (LOSOSOVÁ et al. 2004). Emellett a tengerszint feletti magasság növekedéseivel az intenzíven művelt területek száma csökken, aminek következményeként a gyomnövényzet fajgazdagsága nő (LOSOSOVÁ et al. 2004, FRIED et al. 2008, PÁL et al. 2013).

A környezeti tényezők hatásáról általánosan elmondható, hogy azok a területek, ahol a termelési feltételek kedvezőtlenebbek a gazdálkodás is extenzívebb, itt a környezeti faktorok hatása erősebb a gyomflóra összetételére (LOSOSOVÁ et al. 2004, FRIED et al. 2008, NOWAK et al. 2015).

A környezeti tényezők közé is soroljuk az edafikus hatásokat, melyek többsége a szántóföldi növények számára elengedhetetlen közeg, a talaj értékmérő tulajdonságai is egyben. Az egyes gyomfajok eltérő módon reagálnak a talajok különböző tulajdonságaira, összetételére. Ezen

tényezők közvetlen hatása a gyomflórára nehezen azonosítható, mivel minden szántóföldi területen sajátos termesztés zajlik (ANDREASEN – SKOVGAARD 2009). A talajok sajátosságainak szerepe kisebb, mint a többi változóé (CIMALOVÁ – LOSOSOVÁ, 2009). Ezt korábbi kutatások azzal magyarázzák, hogy a talaj tulajdonságai az üzemi növénytermesztés során a kultúrnövény igényeinek megfelelően befolyásoltak a különböző műtrágyás, növényvédőszeres kezelések, valamint a mechanikai talajművelés által (CIMALOVÁ – LOSOSOVÁ 2009, ANDREASEN – SKOVGAARD 2009).

3.4. Gyomszabályozási lehetőségek

3.4.1. A gyomszabályozás célja

Az integrált növényvédelem alkalmazása során a gyomnövények elleni védekezés – a gyomszabályozás, termelési rendszerre való tekintet nélkül kiemelt fontosságú, mivel a gyomok okozta gazdasági károk igen jelentősek lehetnek. Bizonyos megközelítés szerint a gyomszabályozás célja, a gyomok egyedszámának csökkentése, ideális esetben a célterületről az egész gyompopuláció kiirtása. Az integrált szemlélet szerint ez nem lehet cél, mivel egy gyomfaj végleges eltávolításához szükséges a vegetatív részei mellett a már talajban lévő gyommagok elpusztítása is, mely igen költséges, nagy környezetterheléssel járó folyamat. Éppen ezért leginkább üvegházakban, jellemzően, nagy értékű növénykultúrák termesztéséhez köthetően alkalmazzuk (BERZSENYI 2000).

A gyomszabályozás és a gyomirtás között gyakorlati, és szemléletbeli eltérés is van. A gyomszabályozás során az adott helyen előforduló gyompopuláció egyedszámának a kártételi küszöbérték alá szorítása a cél, míg a gyomirtás a teljes gyommentesség elérésére törekszik. (VINCZE 2001) Az integrált gyomszabályozás legalább kettő vagy több módszer együttes alkalmazását jelenti, ökológiai, technológiai és ökonómiai követelmények szem előtt tartásával. Miszerint a gyomszabályozás fő eszköze a megelőzés, amely a helyes vetésforgó megtervezésével indul, majd a talajművelésen át a fajtaválasztással, vetéssel, műveletek időzítésével, növénymaradványok kezelésével zárul. A közvetlen beavatkozásokat az integrált szemlélet másodlagosnak tekinti, ugyanakkor a hatékony gyomszabályozás kihagyhatatlan elemei az agrotechnikai, mechanikai, biológiai és a termikus gyomszabályozási módszerek különböző formái (BERZSENYI 2000, RADICS 2001).

Alapvető gazdasági követelmény a gyomszabályozás időpontjának okszerű megválasztása, úgy, hogy a kultúrnövény és a gyomnövények közötti korai versengést, káros kompetíciót megakadályozzuk. Optimálisnak tekinthető a kultúrnövény csírázásának időszaka, mely során a gyomnövények jelenléte még nem okoz termésdepressziót (ZALAI – DORNER 2013).

3.4.2. A gyomszabályozás agrotechnikai eszközei

Az agrotechnikai gyomszabályozásra a gyomnövények és a kultúrnövények alapvető ökológiai jellemzőiben való eltérés ad lehetőséget. A cél minden esetben a kultúrnövény fejlődésének elősegítése, valamint a gyomnövény növekedésének visszafogása. A tenyészidőszak alatt végig

azokat a tényezőket kell előnyben részesíteni, melyek a kultúrnövény kompetícióját növelik a gyomokkal szemben (MOHLER 1996, BERZSENYI 2000).

Vetésforgó

A vetésforgó a gyomszabályozás leghatékonyabb, és egyben legolcsóbb módszere. Feladata a gyomnövények, kórokozók és a kártevők elleni elsődleges preventív védelem mellett, a talaj szerkezetének okszerű javítása, termelékenységének fenntartása, eróziós, deflációs hatások mérséklése, megakadályozása (RADICS 2001).

Ha a vetésforgót megfelelően alkalmazzuk, a gyomnövények populációja nem tud alkalmazkodni a számára kedvezőtlen, hirtelen bekövetkező változásokhoz. Általánosan elfogadott, hogy a termesztett növény változtatásával, változnak a felhasznált technológiai elemek, ezzel az ökológiai feltételek is. Ennek következtében a gyompopuláció összetétele is évről évre más, így egyik gyomfaj előfordulása sem lesz kezelhetetlen mértékű (HARTZLER – OWEN 2003, BARBERI – CASCIO 2001).

Növényfaj, fajtaválasztás

Minden termesztett növényünket jellemzik bizonyos fokú gyomokkal szembeni kompetitív tulajdonságok, melyek sikerrel felhasználhatóak a gyomszabályozásban. A kultúrnövény fajok közötti eltérés nagy, mivel fejlődési erélyükben, térállásukban, levélformáikban különböznek (LÁNSZKI 1993). Fajokon belül a termesztett növények gyomszabályozó képessége fontos fajtajellemző. Ha a termesztési céllal párhuzamba hozható, minden esetben előnyben kell részesíteni a kedvező morfológiai, és kompetitív tulajdonságú fajtákat. Az erőteljes, gyors kezdeti fejlődés, jó növekedési erény, széles levélzet, szárazság és más stressztűrés mind a kedvező fajtajellemzők közé tartoznak (BENGA et al. 2001).

Vetés

A kultúrnövény helyesen megválasztott vetésideje, megfelelő minőségben történő elvetése előnyt biztosít a csírázó gyomnövényekkel szembeni fejlődés során. Ha túl korai, vagy túl kései vetést alkalmazunk a kultúrnövény kelése vontatott lesz, ezáltal lehetőséget ad a gyomnövények kompetíción alapuló kártételére (RADICS 2001, VITALOS – KARRER 2008).

A gyomelnyomó képességben a termesztett növényeink között csírákorban, illetve a fejlődésük korai szakaszában mutatkozik a legnagyobb különbség. Ez a térállással, csíraszámmal magyarázható. A sűrűsoros, magas csíraszámú növények, mint például a gabonafélék, fénymag, borsó mérsékelik a gyomok fejlődését, míg a kapásnövények fejlődésük kezdeti szakaszában általánosságban véve rossz gyomelnyomók. A vetéskori csíraszám növelésével, a térállás változtatásával növelhetjük a kultúrnövény gyomokkal szembeni kompetitív képességét (TOLLENAAR et al. 1994).

Köztes növények, takarónövények használata

A köztes növények termesztése világszinten egyre szélesebb körben alkalmazott növénytermesztés technológiai lépés. Számos más pozitív hatása mellett, adott területen képes csökkenteni a gyomnövények biomasszáját. Ez a gyomszabályozó hatás a kölcsönös kompetíció elvén alapul, mely szerint amennyiben két növény egymás mellett fejlődik, akkor versenyeznek az erőforrásokért (VAN DER MEER 1990, FUJITA et al. 1992, GHANBARI-BONJAR – LEE 2002, 2003, NÉMETH et al. 2003). A köztes növényi kultúrák alkalmazása lehetővé teszi a víz, tápanyag, fény jobb kihasználását, azonban a zöldtrágyanövény, vagy növények megválasztásánál figyelembe kell venni a termesztési környezet sajátosságait (FUKAI – TRENBATH 1993, NÉMETH et al. 2003).

A takarónövény megválasztásakor a legfontosabb szempont az, hogy ne legyen konkurens a kultúrnövénynek, az esetleges kompetíciós és kedvezőtlen allelopatikus hatásokat minden esetben figyelembe kell venni. A megfelelően megválasztott, fejlett takarónövény állomány fizikailag akadályozza a talaj felszínére jutó fényt, csökkenti annak mennyiségét, csökkenti a párolgást, növeli a talaj nedvességtartalmát, csökkenti a talaj hőmérsékletét, megakadályozza a gyommagok csírázását, és nem okoznak növényegészségügyi problémákat (BERZSENYI 2000).

Tápanyag utánpótlás

A helyes tápanyag-utánpótlás elsősorban a kultúrnövény termésátlagát hivatott növelni, azonban befolyásolja a gyomnövények fejlődését, gyompopuláció összetételét is. A legszélesebb körben alkalmazott termésnövelő anyagok a nitrogén tartalmú műtrágyák széles köre, melyek a nitrofrekvens gyomok felszaporodását segítik elő, mint például a *Chenopodium album*, *Stellaria media*, *Elymus repens*, *Atriplex patula*, *Poa annua* (HAAS – STREIBIG 1982).

Az istállótrágya alkalmazása gyomosító hatással bír, mivel igen nagy mennyiségű csíráképes gyommagot tartalmaz (UJVÁROSI 1973). Ezt a problémát hivatott megoldani a trágya kezelése, érlelése, forgatása, mely folyamatok során a gyommagvak elpusztulnak, csíráképtelenné válnak (GALAMBOS 2007). A nagy gyomosító hatása miatt a szerves trágyával kezelt területeken a vetésforgó úgy kell kialakítani, hogy a gyomszabályozási kihívások a következő kultúrnövények állományában kezelhetők legyenek (HUZSVAI et al. 2002).

A gyomnövények átlagosan kétszer hatékonyabban veszik fel a talaj tápanyagtartalmát, mint a kultúrnövények. Ez a tulajdonságuk elsősorban a mélyebbre hatoló, a talajt jobban átszövő gyökérzetükre vezethető vissza (MORRISH 1995, AYENI et al. 1984).

Kultúrnövény betakarítása, tarlóápolás

A betakarítás elhúzóda esetén egyes gyomfajok fölé nőnek, vagy egy szintre fejlődnek a kultúrával, megnehezítve annak betakarítását, rontva a termény minőségét, tisztaságát. A betakarítás során levágott évelő gyomfajok új hajtásokat növesztenek, tarlóápolás nélkül csíráképes magot nevelnek. A T4-es gyomok megfelelő hőmérséklet mellett fizikai talajtakarás híján szintén erőteljesen fejlődnek, fejlődésük során vizet és tápanyagot használnak fel, éréssel feltöltik a talaj gyommagkészletét. A tarlók kezelése, a tarlókon megjelenő gyomnövények még vegetatív fejlődési szakaszban történő irtása fontos agronómiai feladat, amely segíti a későbbi növényvédelmi munkákat (RADICS 2001).

3.4.3. A gyomszabályozás mechanikai eszközei

A mechanikai műveletek elsődleges célja sok esetben nem a gyomok szabályozása, hanem a megfelelő talajállapot kialakítása a kultúrnövények vetése előtt. Azonban a talaj bolygatásával minden esetben gyomszabályozási tevékenység is megvalósul. A mechanikai eljárások gazdaságosak, környezetkímélőek (NEMÉNYI 1998).

A mechanikai gyomszabályozás eszköztárába igen sok művelet tartozik. A talajművelés többféle módon hat a területen lévő gyomnövények különböző fenológiai fázisokban levő képleteire. Kitépi a növényeket a talajból, feldarabolja, szétvágja, szétszakítja azokat, ezáltal gyors deszikkációt okoz. Fotoszintézist gátol, mivel az esetleg egyben maradt növényi részeket talajjal takarja (BERZSENYI 2000).

Szántás

A gyomszabályozás szempontjából megkerülhetetlen mechanikai művelet a szántásos alapművelés. Elsősorban a mélyen gyökerező, nehezen irtható gyomfajokkal fertőzött területeken alkalmazandó. Nagy jelentősége van a *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Equisetum* spp. valamint egyéb kétéves és évelő gyomfajok szabályozásában. Természetesen a többi életforma csoportba tartozó - T1, T2, T3, T4 – már kikelt gyomokat is hatékonyan irthatjuk szántás alkalmazásával, azonban ezek ellen a gyomnövények ellen más mechanikai műveletek alkalmazása is hatékony (BERZSENYI 2000, VINCZE 2001).

Forgatás nélküli műveletek

A talaj szerkezetének, tápanyagtartalmának biológiai sokszínűségének megőrzése érdekében egyre nagyobb teret hódítanak a forgatás nélküli talajművelés eszközei. Mint olyan műveletek, melyek a talajfelszín bolygatásával járnak, minden esetben gyomirtás is történik alkalmazásukkal. Ez egyes esetekben elsődleges cél, máskor másodlagos hatás. A forgatás nélküli műveletek közé soroljuk a tárcsázást, grúberezést, talajlazítást szántóföldi kultivátorozást, kombinátorozást, kompaktorozást, germinátorozást, fogasolást és a boronálást. Alkalmazásukkal hatékonyan tudjuk szabályozni a területek gyompopulációját, azokat a kívánt fenológiai fázisban tudjuk tartani (SZÜLE 1998, VAN DER WEIDE et al. 2008, BLAIR et al. 2002).

Sorköz kultivátor alkalmazása

A kapásnövények sorközének kultivátorozása a tápanyag utánpótlás mellett, a talaj lazításával, porhanyításával, szellőztetésével is jótékony hatással van a későbbi terméseredményre. Ezeken felül legfontosabb előnye a gyomirtás (SZÜLE 1998). A gyomirtó hatás kiválóan érvényesíthető a néhány leveles fenológiában lévő gyomfajokra, mint a *Hibiscus trionum*, *Chenopodium* spp., *Amaranthus* spp., és egyéves egyszikű gyomnövények. A kifejlett G3-as életforma csoportba tartozó növényeket (*Cirsium arvense*, *Rubus caesius*, *Convolvulus arvensis*) nem, vagy rossz hatékonysággal irtja. A sűrű sortávú kultúrákban – mint a fénymag vagy a borsó – a sorközművelő kultivátorok nem alkalmazhatóak (RADICS 2001).

A termesztési gyakorlatban a kapás sortávra vetett növények sorköz kultivátorozása a kultúrnövény megsértése, betemetése nélkül annak már néhány leveles korától végezhető.

Időzítését mindig az aktuális ápolási munkák szükségességéhez, illetve az előforduló gyomok fenológiájához igazítjuk és 5-10 cm mélyen végezzük (MELANDER et al. 1997).

Gyomfésű

A gyomfésű elsősorban a gabonák gyomszabályozásának eszköze, azonban egyes kapás kultúrákban is sikerrel alkalmazható kelés előtti, de akár posztemergens kezelésre is (LÁSZLÓ 2000, NEMÉNYI 1998). Kalászos kultúrában a kora tavaszi gyomfésű alkalmazása későbbi herbicides kezelés alkalmazásával, hatékonyabb gyomszabályozás érhető el (BLAIR et al. 2002). A búza mellett árpában, zabban, olajretekben végzett gyomfésülés csökkenti a gyomnövények egyedszámát, a gyompopuláció dominancia sorrendjét megváltoztatja. (PÁLI et al. 2006).

Gyomkefe

A gyomkeféből két típus van használatban. A vízszintes tengelyen a sorokkal párhuzamosan forgó műanyag kefe, mely kitépi a csírázó gyomokat, a nagyobbakat pedig elvágja (PEDERSEN 1990).

A függőleges tengelyű gyomkefék a kultúrnövény sorjának két oldalán dolgoznak egymással szemben forgó kefékkel. Leginkább hagymában alkalmazzák, azonban sárgarépában is jól használható (MELANDER 1997, 1998, FOGELBERG DOCK – GUSTAVSSON 1998, 1999).

Kézi kapálás, gyomlálás

A kapálás, gyomlálás a gyomszabályozás legősibb, illetve legegyszerűbb módja, mára azonban kizárólag a nagy értékű, elsősorban kertészeti kultúrák gyomirtási technológiájában kap szerepet. Nagyüzemi körülmények között nem rentábilis, nem elég hatékony (FEJŐS et al. 2003).

A kapásnövények sorközének többszöri kapálásával kiváló eredmények érhetőek el a gyomszabályozásban, azonban a G3-as gyomnövények tarackjainak felaprításával inkább azok további terjedését segítjük elő (GÁL et al. 2006).

Kaszálás

Kaszálást a szántóföldi takarmánynövények, rétek, legelők, ruderalis területek, ültetvények esetében végzünk. A kaszálás időpontját a gyomnövények virágzásához célszerű igazítani a leghatékonyabb gyommentesítés érdekében. Így még magképzés előtt távolítjuk el a gyomokat a területről, többszöri ismétléssel kimeríthetjük az évelők tápanyagkészletét (BERZSENYI 2000, LOMMEN et al. 2018, ZALAI et al. 2017).

A tölevélrózsás gyomfajok, mint a *Taraxacum officinale*, *Bellis perennis*, néhány fűféle – *Cynodon dactylon*, *Digitaria sanguinalis*, valamint azok a gyomfajok, melyek virágai közvetlenül a talajfelszín közelében helyezkednek el a kaszálás nem hatékony. Fénymag és borsó kultúrában azok térállása, illetve agronómiai sajátosságai miatt nem alkalmazható módszer (BERZSENYI 2000).

3.4.4. A gyomszabályozás fizikai eszköztára

A fizikai gyomszabályozási módszerek költségesek, jellemzően kis területteljesítményűek. Elsősorban kertészeti kultúrákban relevánsak. Fénymag és borsó kultúrákban korlátozottan alkalmazhatóak, illetve nem rentábilisak.

Hőkezelés

A hőkezelés során a gyomnövényt érő hő stressz miatt sérülnek a sejtfalai, melynek következtében rövid időn belül elszárad. Nagy energiaigényű művelet, előnye az, hogy talajfelszín bolygatása nélkül érvényesül a gyomirtó hatás, így nem segítjük elő újabb gyomok csírázását (RADICS 2001).

A közvetlen lángolásnál, a szintén propán-bután felhasználásával működő infravörös sugárzó hatékonyabb módszer mert magasabb hőmérséklet érhető el vele (ASCARD 1998). Egyik legnagyobb hátránya a kis terület-teljesítmény, mivel legjobb hatásfok 1,5-2,5 km/h menetsebesség mellett érhető el, de legnagyobb elérhető haladási sebessége is mindössze 3-4 km/h. Igen hatékony az *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Persicaria maculata* ellen (ASTATKIE et al. 2007).

Talajgőzölés

A talajgőzölés fajlagos üzemanyag igénye 350 l/ha, ezért kizárólag termesztő berendezésekben alkalmazható. Lényege a gyommagok csírázásának megakadályozása. 85-90 °C -os gőz talajba juttatásával a gyommagok csíráképtelenné válnak. Az egyes gyomfajok magjai hasonló hőmérséklet mellett sterilizálódnak, például a pázsitfű félék, *Tripleurospermum inodorum*, *Polygonum* spp. 60°C -on, a *Chenopodium album* 65°-on, a *Capsella bursa-pastoris* 70°C, olajrepce 75°C (MELANDER et al. 2002).

Talajtakarás

A talajok különböző anyagokkal való takarásának a fény blokkolása a célja. Takaróanyagok lehetnek különböző fóliák, papírok, mulcsok. Használatuknak elsősorban a kertészeti kultúrákban van létjogosultsága, mivel nagy a kézimunka igényük, költségesek. Azonban egész tenyészidő alatt gyommentesen tartják a területet. Egyes papír takarók betakarítás után be is dolgozhatók a talajba, ott lebomlanak (ZALAI – DORNER 2013, PETRIKOVSKI et al. 2020).

3.4.5. A gyomszabályozás biológiai eszközei

Biológiai gyomszabályozás alatt olyan eljárást értünk, amikor a gyomnövény ellen a természetes ellenségét használjuk fel. Ezáltal a gyompopulációt az ökonómiai kártétel szintje alatt tartjuk. A bioágensek sokfélék lehetnek, mivel minden növényfajnak vannak kórokozói, károsítói, melyek leggyakrabban a rovarok, atkák, fonálférgek, csigák, gombák, baktériumok és vírusok közül kerülnek ki (HARPER 1997, SCHWARCZINGER – POLGÁR 1999). Biológiai eljárások közé soroljuk azokat az eseteket is, amikor bármilyen élő szervezet az általa termelt anyag segítségével közvetlenül vagy közvetve elpusztítja, fejlődésében gátolja a gyomnövényt (NÉMETH – DORNERNÉ-FEJŐS 2002).

A bioágensek a gyomok szelektált természetes ellenségei, melyek valamilyen módon elpusztítják a gyomnövényt, csökkentik növekedését, akadályozzák magjának csírázását, a magtermelését (FISCHL et al. 1996). A biológiai ágensek közül a legelterjedtebbek a fajspecifikus gombák – mikoherbicidek, valamint a csíranövényeik sziklevelét, lombját támadó atkák és rovarok (VAJNA 1993, HÓDINÉ – ILOVAI 1996).

A mikroherbicidek a kémiai készítményekhez hasonlóan permetezővel kerülnek kijuttatásra. Az első ilyen készítmény DeVine és Collego néven 1980-ban került forgalomba. A DeVine készítmény *Phytophthora palmivora* szervezetet tartalmaz és *Morrenia odorata* ellen használható eredményesen, míg a Collego készítmény *Colletotrichum gleosporoides f.sp. aeshynomene* szervezetet tartalmaz és *Aeshynomene* fajok ellen eredményes (AULD – MORIN 1995, ZHANG – WATSON 2000). Ízeltlábúak közül több atka és rovarfaj került tesztelésre, *Rumex* fajok ellen *Apion* ormányosbogarat, *Coreus* poloskákat juttattak ki a területre (JURSIK et al. 2008), a *Convolvulus arvensis* ellen pedig az *Aceria malherbae* gubacsatka bizonyult hatékonynak (BERZSENYI 1995).

A biológiai gyomszabályozás egyelőre olyan területen alkalmazható sikerrel, ahol nincsen lehetőség a herbicidek kijuttatására, illetve ha konkrétan egy gyomfaj ellen szeretnénk védekezni (NÉMETH – DORNERNÉ-FEJŐS 2002).

3.4.6. A gyomszabályozás vegyszeres (kémiai) eszközei

A modern herbicid kutatás, a probléma felismerésével, a célok meghatározásával kezdődik. Elsősorban meg kell határozni a gazdaságilag nagy jelentőséggel bíró gyomnövény fajokat. (KRAEHMER 2012). Ahogyan azt már említettem, az integrált gyomszabályozás szemlélete szerint a cél a gyomnövények előfordulásának kártételi küszöbérték alatt tartása (BERZSENYI 2000).

A kémiai – herbicides gyomszabályozás esetében a kultúrnövény szempontjából a következő kezelésekről beszélhetünk:

- PP – pre planting – vetés, palántázás előtt kijuttatott, felszínen hagyott szerek
- PPI – pre planting incorporated – vetés, palántázás előtt kijuttatott, talajba forgatott szerek
- PRE – preemergens – vetés után kelés előtt kijuttatott szerek
- POSZT – posztemergens – kelés után kijuttatott szerek

PP (pre planting) kezelés

A vetés, vagy palántázás előtt talajba dolgozás nélkül kijuttatott gyomirtó szerek, 10-14 nappal a vetés előtt kerülnek kipermetezésre. Ezen kezelések alkalmazásának feltétele a jól elmunkált apró morzsás magágy, valamint a kifejezetten egyenletes kijuttatás. Olyan herbicidek alkalmasak rá, amelyek fényre kevésbé bomlanak, nem gázosodnak, csapadék hatására

folyamatosan aktiválódnak, megújulnak, így azokkal a gyomokkal szemben, amelyek a kultúrnövényekkel együtt kelnének megfelelő védelmet nyújtanak. A fénymag és a borsó kultúrnövények esetében jelenleg nincs forgalomban ilyen kijuttatási módra alkalmas herbicid készítmény (DORNER – ZALAI 2015, ZALAI – DORNER 2013, ZALAI – LUKÁCS 2024, DOBSZAI-TÓTH 2024, AGROMÉDIUM 1, 2).

PPI (pre planting incorporated) kezelés

Ebben az esetben szintén vetés, palántázás előtt kijuttatott herbicidekről beszélünk, azonban azokat sekélyen a talajba kell dolgozni 1-2 órával a kijuttatást követően. A bedolgozás időzítése kulcsfontosságú, mert ezek a növényvédőszeresek fény hatására bomlanak, amely folyamatot az esetlegesen nedves talajfelszín, meleg időjárás gyorsíthat is. A bedolgozás talajtípustól, talajállapottól függően történhet kombinátorral, kompaktossal, talajmaróval, tárcsával, a lényeg a talaj felső rétegének teljes, egyenletes átdolgozása. Ha a bedolgozás minősége elégtelen, a terület egyen foltjain nem lesz megfelelő a gyomirtó hatás, a tábla foltosan gyomnövényekkel fertőzött lesz. Ezen készítmények hatásspektruma elsősorban a magról kelő egyszikű gyomnövényekre korlátozódik, azonban vannak olyan herbicid hatóanyagok, amelyek sikerrel alkalmazhatóak magról kelő kétszikű gyomnövények ellen is. A fénymag és a borsó kultúrnövények esetében jelenleg nincs forgalomban ilyen kijuttatási módra alkalmas herbicid készítmény (DORNER – ZALAI 2015, ZALAI – DORNER 2013, ZALAI – LUKÁCS 2024, DOBSZAI-TÓTH 2024).

PRE (preemergens) kezelések

A kultúrnövény vetése után, kelése előtt kijuttatva, kell ezeket a herbicideket a talajra juttatni. A készítmények jól elmunkált, aprómorzsás, szármagadványtól, szervesanyagtól mentes talajra permetezzük. A kijuttatást legkésőbb addig kell elvégezni, amíg a kultúrnövény csírája egységesen a talajfelszín alatt 1-2 cm-rel található. Az így kijuttatott gyomirtószeresek a csírázó gyomnövények ellen fejtik ki a hatásukat, így azok csírázási zónájáig a talajba kell jutniuk. Ennek feltétele a kijuttatást követő néhány napban, legfeljebb két hétben 15-30 mm, nehezebben oldódó szerek esetében 30-40 mm csapadék. Intenzív gazdálkodási körülmények, öntözési lehetőség mellett, a csapadékot pótolhatja esőszerű öntözés is. A preemergens gyomirtási technológia esetében fontos a herbicidek egyenletes talajba jutása. Túl sok csapadék esetén tócsák, vízfolyások keletkezhetnek a területen, amelyekben a herbicidek koncentrációja

jóval magasabb lesz, így a kultúrnövényt károsíthatják. Szintén probléma lehet a laza talajszerkezet esetén kijuttatást követő erős szél, amely összefújja a talaj legfelső rétegét, a vízfolyásokhoz hasonló problémát okozva (DORNER – ZALAI 2015, ZALAI – DORNER 2013, ZALAI – LUKÁCS 2024, DOBSZAI-TÓTH 2024).

A gyomirtó szerek hatása ebben az esetben függ a talajok szervesanyag tartalmától is. Általános érvényű szabály, hogy a szervesanyagokban szegény lazább talajtípusokon az ajánlott dózisok közül az alacsonyabbat, míg kötöttebb, szervesanyagban gazdag talajok esetén a magasabbat alkalmazzuk (DORNER – ZALAI 2015, ZALAI – DORNER 2013, ZALAI – LUKÁCS 2024, DOBSZAI-TÓTH 2024).

Borsó kultúra esetében alkalmazható preemergens hatóanyagok (ZALAI – LUKÁCS 2024, DOBSZAI-TÓTH 2024, AGROMÉDIUM 1).

- Klomazon: Magról kelő kétszikű gyomnövények ellen hatékony. Az évelő gyomok, valamint az *Amaranthus* spp. fajok nem érzékenyek erre a herbicid hatóanyagra, erős magról kelő egyszikű, *Matricaria chamomilla*, *Anthemis arvensis*, *Hibiscus trionum* és *Xanthium* spp. fertőzés esetén kiegészítő kezelés javallott.
- Aklonifen: Magról kelő kétszikű gyomnövények ellen hatékony. Az *Ambrosia artemisiifolia*, a *Hibiscus trionum*, valamint a *Solanum nigrum* ellenállóak a hatóanyaggal szemben. A herbicid egy vegetációban csak egy alkalommal használható fel.
- Pendimetalin: A gyökérzet fejlődését gátló herbicid, így megfelelő mennyiségű csapadék esetén a gyomnövények kelése után is hatásos lehet. Elsősorban a magról kelő kétszikű gyomnövényeket irtja. Évelő egy, és kétszikű gyomnövények ellen nem hatékony.

Fénymag kultúrában preemergens gyomirtásra nincs engedélyezett herbicid hatóanyag (ZALAI – LUKÁCS 2024, DOBSZAI-TÓTH 2024, AGROMÉDIUM 2).

POSZT (posztemergens) kezelések

A kelés után kijuttatott herbicid kezelések gyűjtőneve. A gyomnövények fejlettségéhez kell igazítani az időzítést. Általános érvényű szabály, hogy egyszikű gyomnövények esetében 1-3, kétszikűek esetében 2-4 leveles állapotban kell alkalmazni. Méret szerint a magról kelők ellen a legteljesebb hatás 5-10 cm-es korban érhető el, az évelők esetében fajtól függően 15-20-30

cm-es fejlettség esetében is hatékony. A kezelések időpontjára a kultúrnövények általában már kikeltek, kihajtottak, azonban lehet kelés előtt, vagy nyugalmi állapot alatt is alkalmazni, például szőlő, lucerna, komló gyümölcs esetében.

A kezeléskor a kultúrnövény legyen egészséges, stresszhatásoktól mentes, az állomány lehetőleg homogén fejlettségi állapotú. Előtte utána éjszakai nagy lehülések, fagyok rontanak a hatásfokon, fitotoxicitást okozhatnak a kultúrnövényen. Herbicid hatóanyagokként eltérő a kijuttatás optimális körülménye, technológiája. Minden kezelés esetén meg kell győződni, az aktuális körülmények figyelembevételéről, a növényvédőszer kijuttatásának technológiai követelményeiről, az esetleges keverhetőségről.

A posztemergens kezelések a kultúrnövény fejlettsége alapján (a kukorica példájával) lehetnek korai poszt, 1-3 leveles fejlettség, posztemergens, 5-7 leveles, valamint kései poszt, 7-9 leveles fejlettség során alkalmazott kezelések (DORNER – ZALAI 2015, ZALAI – DORNER 2013, ZALAI – LUKÁCS 2024, DOBSZAI-TÓTH 2024).

Borsó kultúra esetében alkalmazható posztemergens hatóanyagok ZALAI – LUKÁCS (2024), DOBSZAI-TÓTH (2024) és az AGROMÉDIUM 1 szerint:

- Bentazon: Perzselő hatású herbicid hatóanyag. A magról kelő kétszikű gyomnövények ellen hatékony, a leperzselt egyszikű, és az évelő kétszikű gyomok a kezelés után újra hajtanak. Az egyszikű gyomirtó szerek közül csak a cikloxidimmal keverhető.
- Bentazon + imazamox: Szintén perzselő hatású kombináció, a csak bentazon hatóanyagú gyomirtó szerektől szélesebb hatásspektrumú, azonban az évelő egyszikű, és évelő kétszikű gyomok ellen nem megfelelő.
- Imazamox: Csak a fejlett évelők az ellenállóak, még a *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis* ellen is kielégítő hatású. Az *Ambrosia artemisiifolia*-t 4 leveles koráig jól irtja. A magról kelő egyszikű gyomok ellen is hatékony még a bokrosodásuk kezdetén is.
- MCPB: Kétszikű gyomok ellen hatékony. Az *Ambrosia artemisiifolia* és a *Helianthus annuus* árvakelés kezdeti hatás után képes regenerálódni. Egyszikű gyomokkal szemben hatástalan.
- Szelektív egyszikű irtók: cikloxidim, fluazifop-P-butil, kletodim, propaquizafop, quizalofop-P-etil, quizalofop-P-teflutril.

Ezek zsírsav bioszintézis gátlók, melyek levélen keresztül szívódnak fel, egyszikű gyomok irtására alkalmasak. A borsó két valódi leveles állapotától használhatóak. A fiatal kultúrnövény esetén az alacsonyabb dózis az ajánlott. Évelő, vagy gyökérváltás

utáni magról kelő egyszikű gyomnövények esetén a magasabb dózist javasolják 150-300 l/ha permetlé mennyiség mellett. Évelő egyszikűekkel igen fertőzött területeken a gyomirtást két csökkentett dózisú herbicid alkalmazása mellett sikerrel alkalmazhatjuk, ebben az esetben a két kezelés között teljen el 10-12 nap.

A fent említett hatóanyagokon kívül a szárazborsó gyomirtására további készítmények is alkalmasak, felhasználhatóak lehetnek. Például Kanadában az alábbi hatóanyagok kerülnek kereskedelmi forgalomba: kletodim, imazetapir, MCPA, metribuzin, szetoxidim (SASKATCHEWAN PULSE GROWERS 2024).

Fénymag kultúra esetében Magyarországon alkalmazható posztemergens hatóanyagok ZALAI – LUKÁCS (2024), DOBSZAI-TÓTH (2024) és az AGROMÉDIUM 2 szerint:

- MCPA: Hormon, egyéves és évelő egyszikű gyomnövények ellen hatástalan, kétszikű gyomok közül a *Fumaria* spp., *Anthemis* spp., *Viola arvensis*, *Veronica* spp. és a *Galium aparine* toleráns a hatóanyagra. Egyéb kétszikű gyomfajok irtására alkalmazható.
- Karfentrazon- etil: Kétszikű gyomnövények irtására alkalmas herbicid hatóanyag. Az egyéves és évelő egyszikűek ellen hatástalan, a kétszikűek közül az évelő kétszikűek, *Persicaria* spp., *Papaver rhoeas*, *Anthemis* spp., *Stellaria media*, *Fallopia convolvulus*, *Sinapis arvensis* ellen nem hatékony.
- 2,4-D + florasulam: Kétszikű gyomnövények ellen hatékony herbicid kombináció. Hatékonysága nem megfelelő az egyszikű gyomokkal szemben. A kétszikűek közül nem megfelelően irtja a *Fumaria* spp. fajokat, *Viola arvensis*, *Bifora radians* és a *Veronica* spp. fajokat.

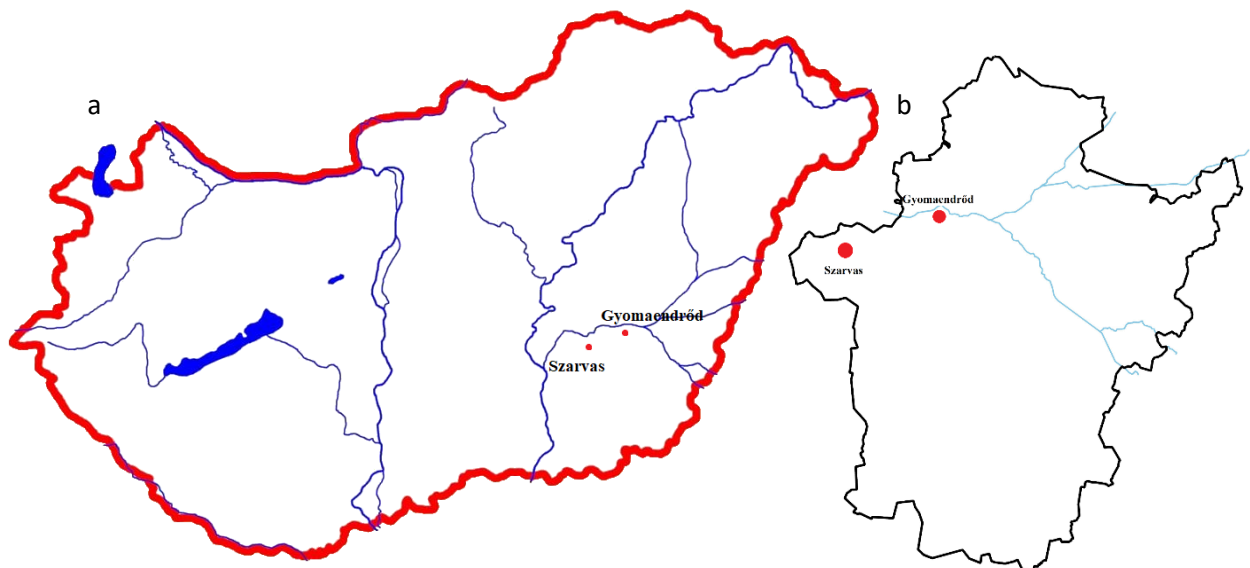
A jelenleg engedélyezett forgalomban lévő herbicidek mellett meg kell említeni, a folyamatban lévő kutatások eredményeit is. A Düsseldorfi Heinrich Heine Egyetem kutatói az okanin anyaggal értek el ígéretes eredményeket. A C₄-es típusú fotoszintézist folytató gyomnövényekre szelektív gyomirtó hatás a PEP karboxiláz gátlásán alapul, amely enzim csak ezen növényeket jellemzi, míg a C₃-as típusú fotoszintézist folytató növények ezt az enzimet életfolyamataik során nem termelik, így a szelektivitás biztosított (DITTRICH et al. 2023).

Ezen felül Kanadában, ahol a fénymag termesztése igen nagy múltra tekint vissza, manapság is nagy területen folyik, további hatóanyag-kombinációjú herbicidek engedélyezettek a kultúrnövény gyomszabályozására: MCPA + klopíralid, MCPA + fluroxipir, MCPA + klopíralid + fluroxipir, MCPA + florasulam, MCPA + difenzoquat + klopíralid (CLAYTON et al. 2016; POWO 2020; AUSGRASS2 2015, TOP CROP MANAGER 2024).

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

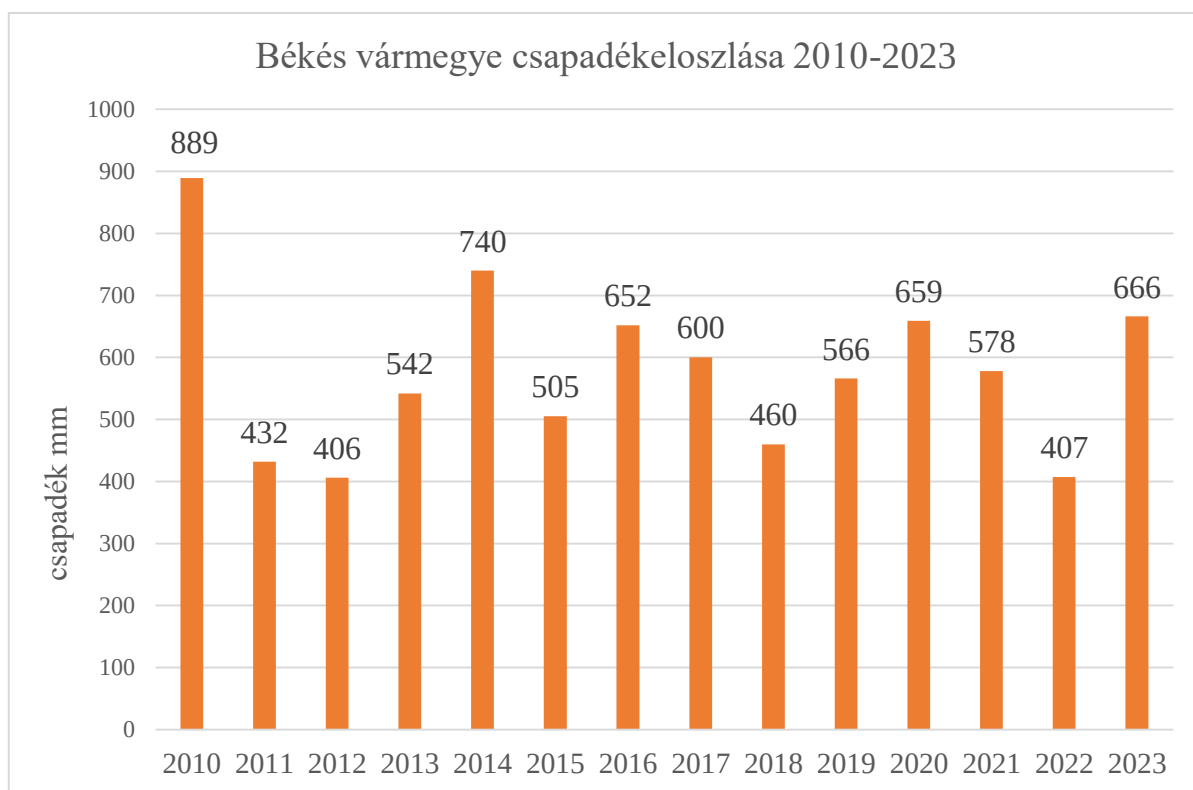
4.1 A vizsgálati helyszínek agronómiai és ökológiai bemutatása

A kutatómunkát 2017-2020 között végeztem. A vizsgált területek Kelet-Közép-Európában Magyarország délkeleti részén Békés vármegyében (borsó esetében néhány vizsgált tábla Csongrád-Csanád vármegyében helyezkedett el) Gyomaendrőd, Szarvas városok külterületein (3. és M1, M2 ábra). Mind a négy évjáratban és mindkét kultúrában egyaránt vizsgáltam *ökológiai* (tanúsító: Biokontroll Hungária Nonprofit Kft, HU-ÖKO-01) és az integrált növényvédelem általános elveinek betartása (46/2012. VM rendelet) mellett kezelt *konvencionális* területek gyomviszonyait (M1, M2 táblázatok).

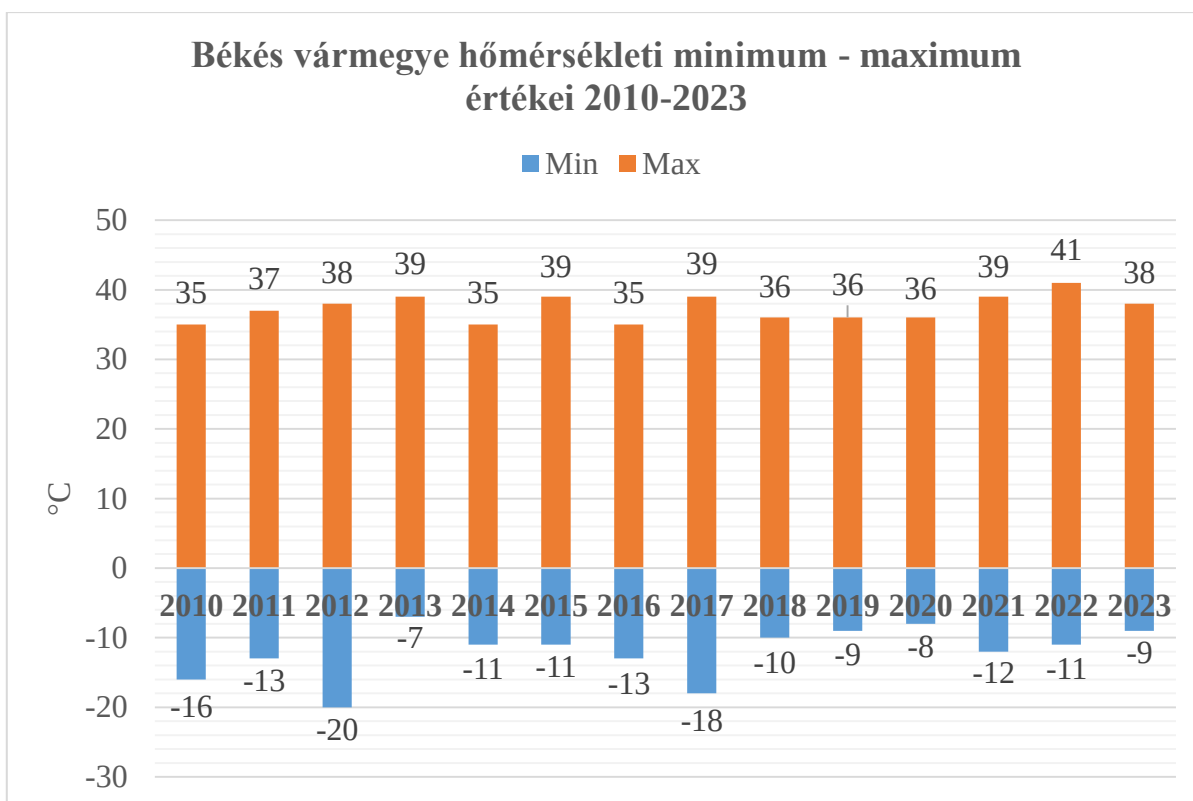


3. ábra: A vizsgálatok helyszíne Magyarország (a), illetve Békés vármegye (b) térképén (WIKIPEDIA 2024 a, b)

A terület éghajlata kontinentális, sokszor igen hideg téllel és akár szélsőségesen meleg nyárral. A csapadékelátottságra az alfölditől magasabb átlag jellemző. A területtől légvonalban mindössze 80-100 km-re kezdődnek az Erdélyi-szigethegység láncai a Béli-hegység, a Bihar-hegység, és a Vigyázó-hegységek, melyek miatt az éves csapadék-mennyisége, 550–600 mm, Az évi napsütéses órák száma is magas országos viszonylatban, megközelíti a 2400 órát. (METEOBLUE 2024)



4. ábra: A csapadék eloszlása Békés vármegyében (2010-2023; METNET 2024)



5. ábra: Az éves hőmérsékleti minimum – maximum értékek Békés vármegyében (2010-2023; METNET 2024)

Békés vármegyében az évi középhőmérséklete 10-11 °C között alakul. A napi középhőmérséklet mintegy 200 napon keresztül meghaladja a 10 °C-ot. A kukorica tenészedőszaka alatti hőösszeg igen magas, 3300°C feletti. Tavaszi fagyokkal sújtott terület, azonban általában április 10-e körül megszűnnek a fagyok, az őszi fagyokra október 20-a után lehet számítani. Ez évente 200 nap körüli fagymentes időszakot jelent. A nyári hónapok legmagasabb hőmérsékleti értékeinek sokéves átlaga 34,6-34,8 °C, a téli hónapok legalacsonyabb értékei -17,0 °C. A szélsőségesen meleg, illetve hideg napok száma várhatóan egyaránt 30- 35 nap. A téli hónapokat nem számítva átlagosan 300-350 mm csapadék várható. A hóval takart napok átlagos száma 30-31, a várható maximális hóvastagság 18 cm (4-5. ábra, METEOBLUE 2024, METNET 2024).

Sajnos meg kell jegyezni, hogy az elmúlt évek-évtizedek éghajlati trendjei nehezen kiszámíthatóak. A szélsőségre való hajlam egyre erősödő tendenciát mutat, mely leginkább a csapadék-eloszlásban mutatkozik meg. Probléma mind a lehulló csapadék mennyisége, mind az esős napok éven belüli eloszlása is. Jellemzően tíz évből négy évjáratban találkozunk átmeneti, vagy hosszú távú aszályal, azonban 1-2 évjáratra túlzott, a térségre nem jellemző mennyiségű csapadék hullik, belvizeket okozva. (METNET 2024)

A vizsgált évjáratok csapadékeloszlását az Agrofém Kft. (5500 Gyomaendrőd, Új Élet major 0918/8) telephelyén olvastam le (1. táblázat).

Békés vármegyében a szántóföldi művelésbe vont területek aránya 84%, ami országos szinten igen magas érték (KSH 3). A régió több nehezen irtható gyomnövényt is igen fertőzött. NOVÁK et al. (2009) szerint Magyarországon Békés vármegye a legfertőzöttebb a *Datura stramonium*, és az *Iva xanthiifolia* gyomfajokkal, melyek közül a második kizárólag ebben a régióban terjed. legfertőzöttebb terület. Erősen fertőzött továbbá *Abutilon theophrasti*, *Xanthium* spp. (a *Xanthium spinosum* kifejezetten az Alföldi öntéstalajokat kedveli), *Galium aparine*, *Avena fatua* fajokkal. A *Galium aparine* országos szinten egyre veszít a jelentőségéből, azonban a vizsgált régióban továbbra is igen erős fertőzése tapasztalható, ami 30 ezer hektárt meghaladó fertőzöttségi mértéket jelent. A *Panicum miliaceum* országosan terjedő gyomfaj, egyre nagyobb területen fordul elő, Békés vármegye a legjobban fertőzött területek között van. Vármegyénkben a *Sorghum halepense* a kukoricavetésekben erős fertőzést mutat, a többi szántóföldi kultúrában nem jelentős. A terület *Ambrosia artemisiifolia*-val gyengén fertőzött, az *Apera spica-venti* és az *Asclepias syriaca* előfordul, a *Cyperus esculentus* nem jellemző.

4.1.1. A gyomaendrődi terület bemutatása

A gyomaendrődi felméréseket az Agrofém Kft szántóterületein végeztem fénymag és szárazborsó. A cég nagyságrendileg 1000 ha-on folytat növénytermesztési tevékenységet. A növénytermesztés szerkezetét a kedvezőtlen talajviszonyok befolyásolják. Termesztett növényeik az őszi búza, őszi árpa, tönkölybúza, napraforgó, vörös cirok, fehér cirok, fénymag, szárazborsó, bükköny, héj nélküli olajtök.

A vizsgálat során Gyomaendrőd térségében több olyan kisebb gazdaság területeit is vizsgáltam, amelyek termelési körülményei közel azonosak voltak a vizsgálat gerincét adó gazdaságéval.

Az ökológiai termelési rendszer gyomviszonyait szintén az Agrofém Kft 200 hektáros ökológiai gazdaságában vizsgáltam. A szántók évtizedek óta ökológiai gazdálkodás alatt állnak, a Biokontroll Hungária Nonprofit Kft általi minősítéssel. A termesztett növények az ökológiai gazdálkodás keretei között, az őszi búza, őszi árpa, tönkölybúza, takarmányborsó, fénymag, napraforgó, kukorica, vörös cirok, héj nélküli olajtök, lucerna.

Az Agrofém Kft vizsgált területei kedvezőtlen talajadottságokkal rendelkeznek. Túlnyomórészt réti öntés talajok, 50-es vagy afölötti Arany-féle kötöttségi számmal. Értékük 45 és 66 között mozog, miszerint agyagos vályog, agyag és nehéz agyag kategóriába sorolhatóak. A kémhatás enyhén savas, az átlagos pH 6,42, azonban 4,15-től egészen 7,33-as érték is megfigyelhető. Jellemző továbbá a területekre a táblán belüli nagymértékű heterogenitás, előfordulnak szikfoltok és vízállások is. Továbbá fontos megjegyezni, hogy a vizsgált területek az 1990-es évek elejéig rizsföldként kerültek hasznosításra, melynek gyomnövényzetbeli utóhatásai a mai napig érezhetőek.

Az Agrofém Kft. területeinek éghajlatát a Békés vármegyére jellemző értékek alakítják (4. és 5. ábra). Az 1. táblázatban a vizsgált évjáratok csapadékeloszlását mutatom be, mely méréseket az Agrofém Kft. telephelyén végeztem el.

1. táblázat A vizsgált évjáratok csapadékeloszlása (Gyomaendrőd, 2017-2020, saját adat)

2017 - Gyomaendrőd Agrofém Kft.		
Hónap	Havi csapadék mm	Csapadékos napok száma
január	21,0	1
február	28,0	4
március	15,0	6
április	35,5	4
május	25,0	6
június	84,5	7
július	60,5	6
augusztus	32,5	3
szeptember	32,5	3
október	87,0	7
november	34,0	3
december	30,5	6
Összesen	486 mm	56 nap

2018 - Gyomaendrőd Agrofém Kft.		
Hónap	Havi csapadék mm	Csapadékos napok száma
január	102,0	6
február	2,0	1
március	93,5	4
április	80,0	8
május	26,5	4
június	89,5	6
július	37,5	9
augusztus	109,0	10
szeptember	0,0	0
október	15,0	4
november	6,5	4
december	41,0	3
Összesen	602,5 mm	59 nap

2019 - Gyomaendrőd Agrofém Kft.		
Hónap	Havi csapadék mm	Csapadékos napok száma
január	48,5	6
február	14,5	3
március	24,0	3
április	1,0	1
május	43,5	7
június	105,5	15
július	85,5	5
augusztus	67,0	6
szeptember	28,0	2
október	45,5	5
november	13,5	7
december	72,0	12
Összesen	548,5 mm	72 nap

2020 - Gyomaendrőd Agrofém Kft.		
Hónap	Havi csapadék mm	Csapadékos napok száma
január	32,5	5
február	0,0	0
március	49,0	5
április	65,5	6
május	10,5	2
június	34,5	8
július	111,5	12
augusztus	101,5	8
szeptember	43,5	2
október	26,0	6
november	108,0	11
december	14,0	5
Összesen	596,5 mm	70 nap

4.1.2 A szarvasi terület bemutatása

A szarvasi felméréseket az Agroselect Kft – szárazborsó – területein folytattam. A cég nagyságrendileg 1000 ha-on folytat növénytermesztési tevékenységet. A növénytermesztés szerkezetét szintén a kedvezőtlen talajviszonyok befolyásolják. Termesztett növényeik az őszi búza, őszi árpa, tönkölybúza, napraforgó, vörös cirok, fehér cirok, fénymag, borsó, bükköny, héj nélküli olajtök.

Az Agroselect Kft vizsgált területei hasonlóan az Agrofém Kft szántóihoz kedvezőtlen talajadottságokkal rendelkeznek, réti öntés talajok, magas Arany-féle kötöttségi számmal. Értékük 46 és 52 között mozog, miszerint agyagos vályog, agyag és nehéz agyag kategóriába sorolhatóak. A kémhatás enyhén savas, az átlagos pH 6,48, azonban 5,63-tól egészen 6,96-os érték is megfigyelhető. Jellemző továbbá a területekre a táblán belüli nagymértékű heterogenitás, ezeken a termőterületeken is előfordulnak szikfoltok és vízállások is. A vizsgált területek az 1990-es évek elejéig szintén rizsföldként kerültek hasznosításra, melynek gyomnövényzetbeli utóhatásai a mai napig érezhetőek.

Az Agroselect Kft. területeinek légvonalban 20-25 km-re esnek az Agrofém Kft területeitől. Éghajlatukat szintén a Békés vármegyére jellemző értékek alakítják (4. és 5. ábra).

4.2 A mintavétel és az adatfeldolgozás módszereinek összegző bemutatása

A kutatómunka megtervezése során megfogalmazott célkitűzések megválaszolására a következő adatgyűjtési és adatfeldolgozási módszereket alkalmaztam:

- (1) A vizsgált térségben melyek a fénymag és a szárazborsó kultúrák jellemző gyomfajai és mekkora azok borításának mértéke?

Az 1-es számú célkitűzés megválaszolása érdekében szántóföldi gyombiológiai felméréseket végeztem mindkét kultúrában, mely során megállapítottam a jelen lévő gyomfajokat, felmértem azok fajonkénti százalékos borítási értékét. Az eredményeket kultúránként átlagoltam és megállapítottam a gyomnövények borítás, valamint előfordulási gyakoriság szerinti fontossági sorrendjét. A vizsgált kultúrák termesztéstechnológiai adottságainak és a kutatási módszer részletes bemutatását a 4.3.1 és 4.3.2. fejezetek tartalmazzák. A célkitűzés megvalósulásának ellenőrzését az eredmények fejezet 5.1.1. és 5.2.1. alfejezetei mutatják be.

- (2) Herbicidek használata nélkül elfogadható szinten lehet-e tartani a gyomosodást a fénymag és szárazborsó kultúrákban?
- (3) Melyek az ökológiai és konvencionális gazdálkodás veszélyes és problémát okozó gyomnövényei fénymag, illetve szárazborsó kultúrákban?

A 2-es és 3-as számú célkitűzés megválaszolása érdekében külön értékeltem az ökológiai gazdálkodású területek gyombiológiai adatait. A célkitűzések megvalósulásának ellenőrzését az eredmények fejezet 5.1.2., 5.1.3., 5.2.2. és 5.2.3. fejezetei, illetve az M3 és M4 táblázatok mutatják be.

- (4) Mely talajtani, környezeti és gazdálkodási változók befolyásolják legnagyobb mértékben a fénymag és a szárazborsó kultúrák gyomviszonyait?

A 4-es számú célkitűzés megválaszolása érdekében felmértem a felvételezett táblák talajtani, környezeti és gazdálkodási környezetét saját és gazdálkodói mérések, megfigyelések, feljegyzések alapján. Különböző leíró változók gyomosodásra és gyomnövényzet összetételre kifejtett hatását statisztikai módszerekkel vizsgáltam. A vizsgálati helyszínek és a kutatási módszerek részletes bemutatását az M1 és M2 táblázatok és a 4.3.3. és 4.3.4. fejezetek tartalmazzák. A célkitűzés megvalósulásának ellenőrzését az 5.1.2., 5.1.3., 5.2.2. és 5.2.3. fejezetek mutatják be.

Végezetül az eredményeket értékeltem, összefüggéseket tártam fel, majd következtetéseket és javaslatokat fogalmaztam meg.

4.3. A kutatás módszerei

4.3.1. A vizsgált területek kultúrnövényi

A vizsgálat során fénymag és tavaszi szárazborsó vetésekben folytattam gyomfelvételezéseket. Minden táblán és minden évjáratban ugyan azok a növényfajták kerültek elvetésre, melyek a fénymag esetében a Kisvárdai 41, borsó esetében a Nany fajták voltak.

Kisvárdai 41:

A csíranövény levélhüvelye erősen antociános, gyengén szőrözött, közepesen széles levelekkel, a hazai fajták közül leghosszabb zászlóslevél – buga közti távolsággal. Jellemzően az egész növény szőrözött, hamvas zöld színű, a buga alakja megnyúlt tojásdad. Ezerszemtömege 6,0-6,7 g. Üzemi termőképessége 2,4-2,8 t/ha, pergésre még túlérésben sem hajlamos.

Termőhely igénye: hőre és fényre a bokrosodásig kevésbé, azonban szárbaindulástól kezdve fokozottan igényes. Csírázaskor és néhány napos csíranövényként kisebb -2 °C körüli fagyokat is elviseli, vagy ha elfagy, még regenerálódni képes. Korai, március eleji vetése széles körben elterjedt. Vízigénye bugahányáskor és virágzásban a legnagyobb. A túlzott vízellátás nem kedvező, a pangó víz miatt levegőtlen talajban fejlődése leáll, hosszan vegetatív állapotban marad. Legalább a közepes, de inkább a jó tápanyag ellátottságú talajokat kedveli. Kötöttség szempontjából ideálisak a középkötött talajok. A szikes valamint a homoktalajokon termése nem kielégítő. A kötött réti talajokon szintén mérsékelten terem, ennek ellenére, Békés vármegyében számos helyen ilyen talajviszonyok közt termesztik (VARGANETUNDE 2024).

Nany:

A fajta jó szárazságtűrő képességgel rendelkezik, jó, illetve közepes ökológiai viszonyok között 150-200 cm magasra is megnő, robusztus növekedésű takarmányborsó. A levele sötétzöld színű, virágai lilák, hüvelytermése zöld, magja apró zöldes-szürkés barna színű. Ezermagtömege 75-100g.

Termőhelyigénye: legjobb termőhelyei a belvizektől és gyomoktól mentes alföldi és kisalföldi mezősi talajok, emellett a közékötött erdőtalajok és kötött réti talajok is megfelelnek termesztő közegeként.

Tápanyagigény: a kijuttatott nitrogén hatóanyag ne legyen több mint 30-40 kg/ha. Foszfor és kálium igénye a talaj típustól függően jelentősebb (PRIMAG 3 2024)

4.3.2. A gyomfelvételezés módszere

A vizsgálatokat 2017 és 2020 között végeztem. 2017-ben 15 (7 szárazborsó, 8 fénymag), 2018-ban 13 (6 szárazborsó, 7 fénymag), 2019-ben 18 (10 szárazborsó, 8 fénymag) és 2020-ban 16 (8 szárazborsó, 8 fénymag) táblában (2. táblázat). A gyomfelvételezések során időpontonként, táblánként nyolc darab véletlenszerűen elhelyezett mintaterületet vizsgáltam. A mintaterületek felvételezési pontonként 1 m² területűek voltak. A mintaterületek minden táblában véletlenszerűen kerültek kiválasztásra. Táblánként 8 db (ZALAI et al. 2012), 1 x 1 méter nagyságú négyzetet, melyek a tábla belsejében a szegélytől mért 24 méteres sáv kizárásával kerültek kiválasztásra, egymástól minimum 10, maximum 20 méter távolságban, közvetlen borítási százalékbecsléssel mértem fel a jelenlévő gyomnövények fajonkénti borítását (NÉMETH – SÁRFALVI 1998). A táblánkénti gyomborítási értékeket a mintaterületek táblánkénti átlagos gyomborítása alapján határoztam meg és a későbbi adatelemzés során a táblánkénti átlagos értékeket használtam fel a dolgozat elkészítése során. Az eredményeket kultúránként átlagoltam és megállapítottam a gyomnövények borítás, valamint előfordulási gyakoriság szerinti fontossági sorrendjét konvencionális, illetve ökológiai gazdálkodású, valamint az összes terület átlagában. A mintaterületek, majd táblák botanikai értékelése a jelenlévő gyomnövények fajszáma, borítási értékei, illetve azok eloszlása (Shannon féle diverzitási index, SHANNON 1948) alapján történt.

2. táblázat: A vizsgálatba vont táblák számának bemutatása gazdálkodási forma, vizsgálati év és vizsgált kultúra szerinti bontásban.

Évjárat	2017	2018	2019	2020	Összesen
Gazdálkodási mód	Fénymag kultúrában				
Ökológiai	4	4	4	4	16
Konvencionális	4	3	4	4	15
	Szárazborsó kultúrában				
Ökológiai	4	2	4	4	14
Konvencionális	3	4	6	4	17

A gyomfelvételezések évjáratonként a kultúrnövények fenológiájához igazítva, a négy egymást követő vizsgálati évben évente egy alkalommal, a fénymag és a borsó betakarításhoz közeli állapotában történt. (3. táblázat).

3. táblázat: A gyomfelvételezések időpontja

Gyomfelvételezés éve	Fénymag táblák gyomfelvételezésének időpontja	Szárazborsó táblák gyomfelvételezésének időpontja
2017	május 29-30.	június 1-4.
2018	július 1.	július 2-9.
2019	július 2.	június 21 - július 3.
2020	július 3.	július 15-29.

4.3.3. A vizsgált táblák talaj-, környezeti- és gazdálkodási adottságainak felmérése

A vizsgált táblák eltérő talaj-, környezeti- és gazdálkodási adottságait saját és gazdálkodói mérések, megfigyelések, feljegyzések alapján rögzítettem (4. és 5. táblázat). Fénymag esetében a vizsgálatba vont változók mellett a talaj típusa (réti öntés talaj), termesztett fajta (Kisvárdai 41), vetéskori magmennyiség (80 kg/ha), foszfor- és kálium műtrágya mennyisége (0 kg/ha mindkét gazdálkodási mód esetén), földrajzi szélesség és hosszúság, tengerszint feletti magasság (Gyomaendrőd és vonzáskörzete); míg borsó esetében a termesztett fajta (Nany), vetéskori magmennyiség (150 kg/ha), vetési idő (március első hete) is rögzítésre került, azonban ezen változók állandósága, illetve változékonyságának minimalitása miatt nem kerültek elemzésre.

A vizsgált területek őszi alapművelése három csoportra bontható: a szántásra, lazításra, és a sekély művelésre. A szántás minden esetben 30 cm mélyen történt váltva forgató ekével, a lazítás 35 cm mélyen közép mély lazítóval, a sekély művelés pedig nehéztárcsával maximum 15 cm mélységben.

Fénymag esetében a betakarított termések mennyiségét minden esetben táblánként külön értékeltük. Az aratás a termények teljes érésekor, tárolásra alkalmas nedvességtartalom mellett történt, mely a fénymag esetében 12-15 %. A termény telephelyre való beszállítása minden esetben táblánként külön történt. A szállító eszközök mérését Metrisoft MS-01-es típusú hídmérleggel végeztük. A szemnedvesség mérésére a betakarító gépek beépített szemnedvesség mérője mellett Agreto GFM típusú gyorsmérő műszert alkalmaztunk. A kapott terméseredményeket 12,5%-os nedvességtartalomra korrigáltuk. Szárazborsó esetében csak a gyomaendrődi Agrofém Kft. területeinek táblaszintű terméseredményei álltak rendelkezésre (13 tábla a 31-ből), így ezen változó elemzésére nem nyílt lehetőség.

4. táblázat: A fénymag kultúrában vizsgálatba vont talajtani, környezeti és gazdálkodási tényezők bemutatása:

Változó (mértékegység)	Változó kimenetele, illetve mért vagy számított értéke
Talajtani tényezők	
Kötöttség (K_{Arany}) ^B	53–66
Kémhatás (pH, KCl) ^B	4,15–7,33
Sótartalom (m/m %) ^A	0,066–0,7
Humusztartalom (m/m %) ^B	1,45–6,64
Mésztartalom ($CaCO_3$ m/m %) ^B	0,04–1,8
Nitrogéntartalom (N mg/kg) ^B	1,4–29,1
Foszfortartalom (P_2O_5 mg/kg)	31–2020
Káliumtartalom (K_2O mg/kg) ^B	228–880
Nátriumtartalom (mg/kg) ^B	26–252
Magnézium tartalom (mg/kg)	355–1420
Kén tartalom (mg/kg)	15–42
Réz tartalom (mg/kg)	3,1–18,1
Mangán tartalom (mg/kg)	82–475
Cink tartalom (mg/kg)	0,8–8,53
Környezeti (szezonális) tényezők	
Felvételezés éve	2017–2020
Felvételezés időpontja (naptári nap sorszáma) ^A	149–202
Gazdálkodási tényezők	
Talajművelés módja ^B	szántás, középmély lazítás, sekély művelés
Talajművelés mélysége (cm) ^A	15–35
Gazdálkodás módja ^B	konvencionális, ökológiai
Elővetemény hatása ^a	
Őszi elővetemény aránya ^b	0–0,7
Tavaszi kapás sortávú elővetemény aránya ^c	0,1–0,7
Tavaszi sűrűsoros elővetemény aránya ^{A d}	0–0,7
Vetés ideje (naptári nap sorszáma) ^B	58–110
Mechanikai gyomszabályozási műveletek száma ^A	0–1
Herbicides kezelések száma ^A	0–1
Nitrogén műtrágya mennyisége (N, kg/ha) ^A	0–54

^A A változók nem kerültek elemzésre multikollinearitás miatt. ^B A változók kiszűrésre kerültek az RDA modellépítés szelekciója (backward selection) során. ^a A felvételezést megelőző három év alapján kalkulálva: (felvételezést közvetlenül megelőző elővetemény $\times$ 0,6) + (felvételezést megelőző második elővetemény $\times$ 0,3) + (felvételezést megelőző harmadik elővetemény $\times$ 0,1).

^b Őszi búza, tönkölybúza, őszi árpa, őszi káposztarepce. ^c Kukorica, napraforgó, olajretek. ^d Tavaszi szárazborsó, fénymag.

5. táblázat: A szárazborsó kultúrában vizsgálatba vont talajtani, környezeti és gazdálkodási tényezők bemutatása

Változó (mértékegység)	Változó kimenetele, illetve mért vagy számított értéke
Talajtani tényezők	
Talajféleség	Réti talaj, Agyagtalaj, Agyagos vályog talaj
Kötöttség (K_{Arany})	40–63
Kémhatás (pH, KCl) ^B	5,63–7,08
Sótartalom (m/m %)	0,03–0,11
Humusztartalom (m/m %) ^B	1,74–3,75
Mésztartalom ($CaCO_3$ m/m %) ^B	0,08–2,91
Foszfortartalom (P_2O_5 mg/kg)	40,7–420
Káliumtartalom (K_2O mg/kg) ^B	253–546
Környezeti tényezők	
Tengerszint feletti magasság (m)	78–86
Földrajzi szélesség (°)	46,73990–46,97027
Földrajzi hosszúság (°) ^B	20,42458–20,90111
Felvételezés éve	2017–2020
Gazdálkodási tényezők	
Talajművelés módja	szántás, középmező lazítás
Talajművelés mélysége (cm) ^A	30–50
Gazdálkodási mód	konvencionális, ökológiai
Mechanikai gyomszabályozási műveletek száma ^A	0–1
MCPB hatóanyag dózisa (g hatóanyag/ ha) ^A	0–1200
Elővetemény hatása ^a	
Őszi elővetemény aránya ^{B b}	0–1
Tavaszi kapás sortávú elővetemény aránya ^{B c}	0–0,7
Tavaszi sűrűsoros elővetemény aránya ^{A d}	0–0,7
Nitrogén műtrágya mennyisége (N, kg/ha) ^A	0–63
Foszfor műtrágya mennyisége (P_2O_5 , kg/ha) ^A	0–22,5
Kálium műtrágya mennyisége (K_2O , kg/ha) ^A	0–22,5

^A A változók nem kerültek elemzésre multikollinearitás miatt. ^B A változók kiszűrésre kerültek az RDA modellépítés szelekciója (backward selection) során. ^a A felvételezést megelőző három év alapján kalkulálva: (felvételezést közvetlenül megelőző elővetemény $\times$ 0,6) + (felvételezést megelőző második elővetemény $\times$ 0,3) + (felvételezést megelőző harmadik elővetemény $\times$ 0,1).

^b Őszi búza, tönkölybúza, őszi árpa, őszi káposztarepce. ^c Kukorica, napraforgó, olajretek. ^d

Tavaszi szárazborsó, fénymag.

4.3.4. Adatelőkészítés és matematikai-statisztikai értékelés módszereinek bemutatása

Az eredmények tartalmi és statisztikai értékelése során a szárazborsó és fénymag kultúrákban gyűjtött gyomborítottsági adatokat kultúránként külön értékeltem.

Az adatelőkészítés első lépéseként az egyes fajok borítottsági értékeit átlagoltam az egyes táblák nyolc mintavételezési helyén belül, hogy kiszámíthassam a táblák átlagos gyomösszetételét. Ezt követően az egyes fajok általános jelentőségének bemutatására az összes vizsgált területen kiszámítottam mind az átlagos borítottsági értéket (főátlag), mind a megjelenésük gyakoriságát, a vizsgált szántóföldek arányában. Továbbá a statisztikai értékelés során a táblánként átlagolt borítási adatok Hellinger transzformációval (HELLINGER 1909) módosított értékeit használtam fel az eltérő skálán mért és/vagy eltérő eloszlású változók hatásai közötti különbségek minimalizálása érdekében (LEGENDRE – GALLAGHER 2001).

A leíró talaj, évjárat és gazdálkodási változók közötti függetlenség igazolására interkollinearitás vizsgálatot végeztem az általánosított varianciainflációs faktorok (Generalized Variance Inflation Factors; GVIF) kiszámításával, elkülönítve a fénymag és a szárazborsó kultúra esetében. Ezen eljárás során a vizsgálati növénykultúránként felállított modellek számos tényezővel kerültek csökkentésre mindaddig, míg a vizsgálati modellben maradt változók közül mindegyik GVIF értéke 5 alatti értéket adott (FOX 2016). Eltávolításra került a modellekből a szárazborsó kultúrában a művelés mélysége (korreláció a művelési móddal), a mechanikai művelések száma, az MCPB hatóanyag mennyisége, a nitrogén, foszfor és kálium műtrágya mennyisége (korreláció a gazdálkodási móddal), és a tavaszi sűrűvetésű elővetemények aránya (korreláció egyéb előveteményekkel); míg fénymag kultúrában a talaj sótartalma (korreláció a talaj kémhatásával), a felvételezés időpontja (korreláció a vetési idővel), a művelés mélysége (korreláció a művelési móddal), a mechanikai művelések és a herbicides kezelések száma és a nitrogén műtrágya mennyisége (korreláció a gazdálkodási móddal) és a tavaszi sűrűvetésű elővetemények aránya (korreláció egyéb előveteményekkel).

A következő lépésben a táblánkénti összes gyomborítás, a táblánkénti fajszám (fajgazdagság), valamint a táblánkénti átlagos gyomborítás alapján a Shannon féle diverzitási index került kiszámításra (SHANNON 1948).

Az adatértékelés első lépéseként mindkét kultúra esetében az összes gyomborítás, a táblánkénti fajszám, a Shannon féle diverzitási index, továbbá fénymag esetében a terméseredmény változása külön-külön kovariancia analízissel (ANCOVA) került értékelésre – az interkollinearitás teszt során egymásra nem ható változók alapján kialakított szűkített

modellben szereplő – talajtani, környezeti és gazdálkodási változók alapján. Az ANCOVA alapján szignifikáns folytonos változók Pearson féle korrelációval, a szignifikáns kategorikus változók Tukey HSD teszttel kerültek további értékelésre. A Tukey HSD teszt esetében a páronkénti összehasonlításban azonos betűvel, illetve betűkkel jelöltem azon kimeneteket, melyek esetében az átlagok szignifikánsan nem különböznek egymástól (CHAMBERS et al. 1992, SOPER et al. 1917, YANDELL 1997).

A statisztikai feldolgozás második lépéseként redundancia analízist (RDA) alkalmaztam a talajtani, környezeti és gazdálkodási változók kölcsönhatásának és gyomnövényzet összetételre kifejtett hatása értékelése érdekében, elkülönítve mindkét vizsgált növénykultúra esetében. Az elemzésekbe csak azokat a fajokat vettem bele, amelyek – kultúránként külön véve – minimum a táblák 10%-án jelen voltak.

A leíró változók teljes és tiszta hatásának elemzésére LOSOSOVÁ et al. (2004) módszerét alkalmaztam, mi szerint az egyes változók teljes hatását egytényezős RDA-val, míg a tiszta hatását parciális RDA-val elemeztem, utóbbi esetben a változó hatását a teljes magyarázó hatásból a többi változó hatásának levonása után kaptam. Az elemzések után a magyarázó hatás (explained variation) és a korrigált R^2 értékek kerültek bemutatásra. A szignifikáns tényezők és a gyomfajok közötti kapcsolatok bemutatása érdekében minden egyes részleges RDA-modell esetében azonosítottam a 10 legnagyobb magyarázott eltérés mutató fajt, valamint ezen fajoknak az adott leíró változóhoz való kapcsolatát.

A bemutatott adatelőkészítéshez Microsoft Excel 2023, valamint az adatelemzéshez R statisztikai környezetet (Comprehensive R Archive Network; R Development Core Team; ver.: 4.3.2) és vegan (Community Ecology Package; ver.: 2.5-4), car (Companion to Applied Regression; ver.: 3.1-2), MASS (Modern Applied Statistics with S; ver.: 7.3-58.3) programcsomagot használtam. Minden statisztikai értékelés 95%-os megbízhatósági szinten történt.

5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

5.1. A fénymag kultúrában végzett gyomnövényzet elemzés eredményei

5.1.1. A fénymag kultúra gyomnövényzetének áttekintő bemutatása

A vizsgálat során vizsgált táblák átlagos gyomborítása 10,8% volt. A 11. ábra és az M3 táblázat szerint a legnagyobb számban a nyárutói egyéves gyomfajok fordultak elő 8,4 % összes borítási értékkel, valamint a geofita fajok szintén szignifikáns, 2,0 % borítással. A legelterjedtebb gyomfajok az *Echinochloa crus-galli* (4,2%), *Cirsium arvense* (1,6%), *Xanthium italicum* (1,6%), és *Setaria viridis* (1,0%) voltak. Ezen kívül olyan gyomfajok, mint a *Hibiscus trionum* (0,8%), *Chenopodium album* (0,4%), *Convolvulus arvensis* (0,3%), *Ambrosia artemisiifolia* (0,2%), *Persicaria lapathifolia* (0,2%), és *Avena fatua* (0,1%) 1% alatti borítási értékek mellett fordultak elő.



6. ábra. *Echinochloa crus-galli* (saját fotó)



7. ábra. *Hibiscus trionum* (saját fotó)



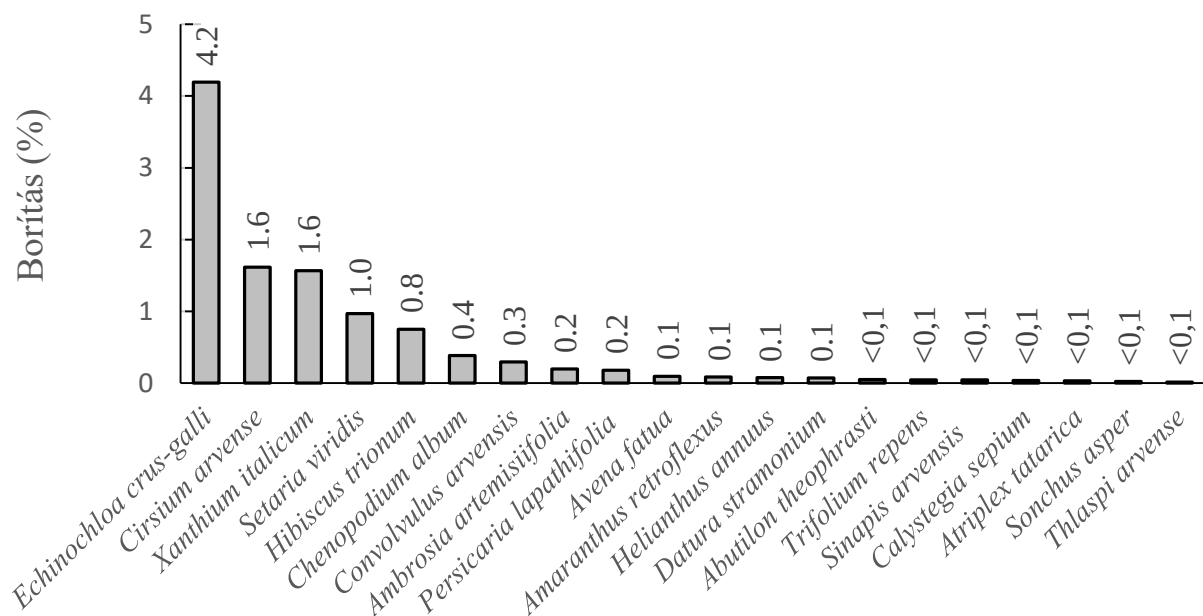
8. ábra. *Xanthium italicum* (saját fotó)



9. ábra. *Convolvulus arvensis* (saját fotó)

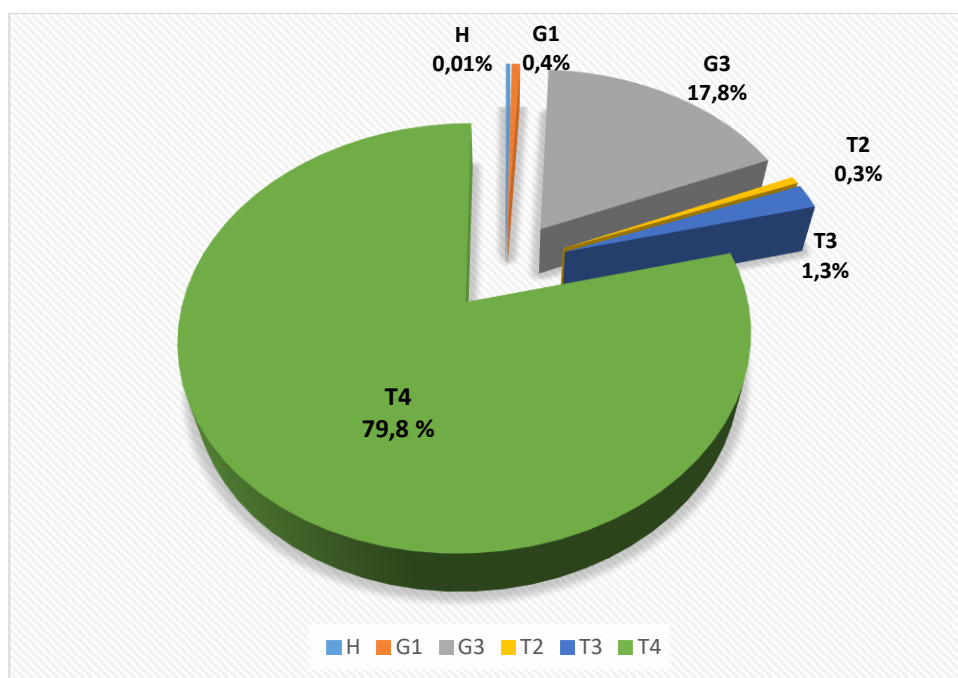


10. ábra. *Cirsium arvense* (saját fotó)

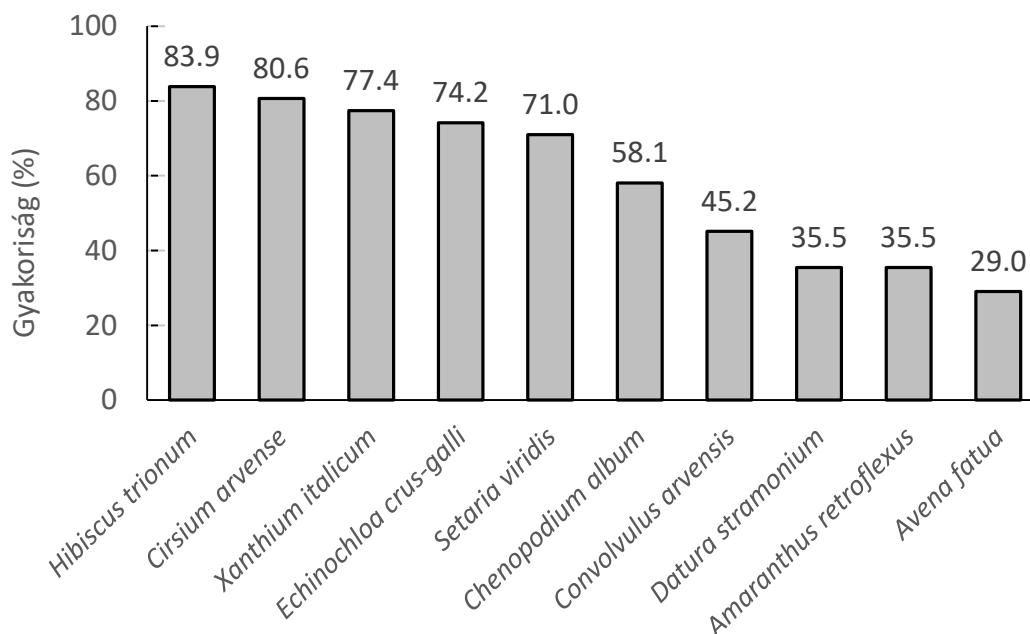


11. ábra: A vizsgált fénymagtáblák legjelentősebb gyomfajainak átlagos borítása (%)

A fénymag táblákon a gyomnövények borításának életforma csoportok szerinti eloszlása a nyárutói egyévesek hangsúlyát mutatta. Az összes gyomborítás 79,8%-át a T4-es gyomok adták. A G3-as gyomfajok már mindösszesen 17,8%-ot borítottak, a T3-as fajok 1,7%, a G1-es és a T2-as gyomok igen alacsony 0,4 illetve 0,3%-ban fertőztek. A H-s életforma csoportokba tartozó fajok kizárólag igen alacsony 0,01%-ban okoztak káros kompetíciót (12. ábra).

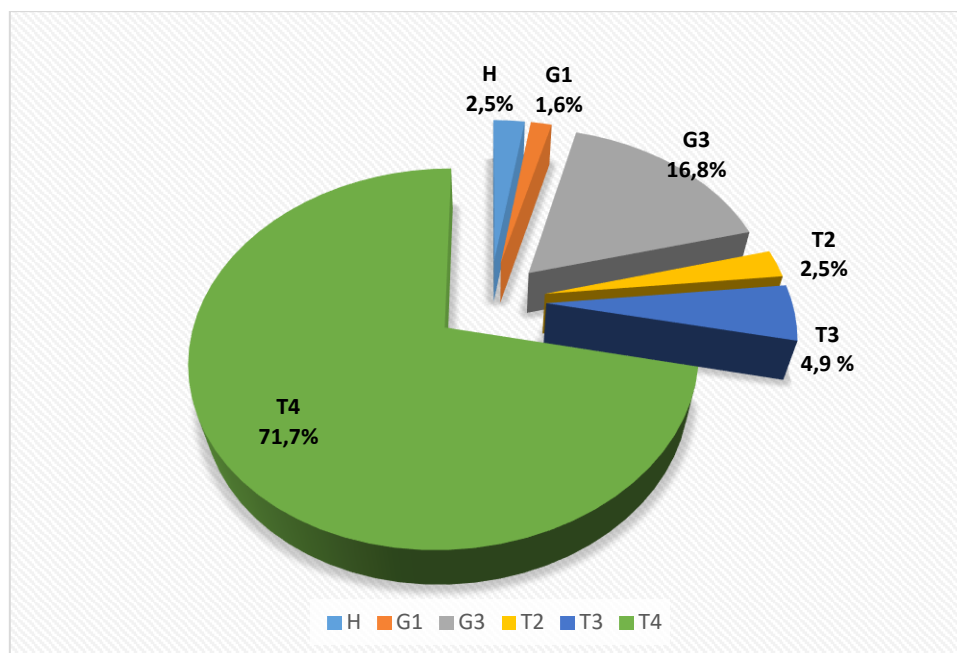


12. ábra: A vizsgált fénymag táblák gyomfajainak átlagos borítási értékei életforma csoportok szerinti megosztásban



13. ábra: A vizsgált fénymagtáblák leggyakoribb gyomfajai

A fénymagtáblák esetében a gyomfajok gyakorisága párhuzamot mutat a borítási értékekkel. A T4-es életforma csoport tagjai ismételten messze a legmagasabb, 71,7% gyakorisággal fordultak elő, et követték a G3-as fajok 16,8%-kal, majd a T3, T2-es fajok 4,9, és 2,5%-kal. A H, és a G1-s életforma csoportok tagjai ebben az esetben is lényegesen elmaradtak a többi csoporttól 2,5, valamint 1,6% gyakorisági értékekkel (13. ábra).



14. ábra: A vizsgált fénymag táblák gyomfajainak gyakorisági értékei életforma csoportok szerinti megoszlásban

A 14. ábrán látható, hogy a borítási értékekhez hasonlóan az előforduló gyomfajok gyakorisága is a nyárutói egyévesek, illetve a geofita fajok esetében volt a legmagasabb a felmérések során. Hat gyomfaj volt jelent magasabb, mint 50% gyakorisággal, a *Hibiscus trionum* (83,9%), a *Cirsium arvense* (80,6%), a *Xanthium italicum* (77,4%), az *Echinochloa crus-galli* (74,2%), a *Setaria viridis* (71,0%), és a *Chenopodium album* (58,1%). Ha a borítási és a gyakorisági adatokat együtt vizsgáljuk, látható, hogy egyes fajok (például *Datura stramonium*, *Amaranthus retroflexus*) igen gyakoriak voltak a vizsgált területeken, azonban alacsony borítási értékeket adtak. Ezzel szemben az *Echinochloa crus-galli*, *Cirsium arvense*, és a *Xanthium italicum* magas gyakoriság mellett, magas borítási értékeket is mutattak. Másfelől vizsgálva leggyakrabban előforduló gyomnövény a *Hibiscus trionum* volt, de borítási értéke igen alacsony, mindösszesen 0,8% volt.

5.1.2. A leíró változók hatása a fénymag összes gyomborítására, a táblánkénti fajszámba és a Shannon féle diverzitási indexre

A későbbi statisztikai elemzésekhez (5.1.2 és 5.1.3 fejezetek) a magyarázó változók kollinearitásának ellenőrzése után fénymag kultúra esetében felállított szűkített modellben a változók maximális GVIF értéke 4,53 volt.

Az elvégzett kovariancia analízis (ANCOVA) szerint, számos talaj és gazdálkodási tényező, valamint a szezonális is szignifikánsan befolyásolta a gyomborítást, a táblánkénti fajszámot, a Shannon féle diverzitási indexet, és a termésszintet is (6. táblázat).

A talajszerkezet esetében a legmagasabb korreláció a táblánkénti fajszámmal kapcsolatban volt megfigyelhető (-0,49), de alacsonyabb mértékű korreláció megfigyelhető a borítás, Shannon féle diverzitási index és a termés hozam esetében is. A tanulmány megmutatta, hogy a magasabb pH érték növeli a táblánkénti fajszámot (+0,58) és pozitív hatással van a termés hozamra is (+0,34). A makroelemek közül, a talaj nitrogéntartalmának volt a legnagyobb hatása a gyomosodásra, mivel pozitív hatással volt a gyomborítottságra (+0,27), ezzel szemben negatívan a táblánkénti fajszámba (-0,68) és a Shannon féle diverzitási indexre (-0,63).

Az évjárathatás volt a legnagyobb hatással a gyomosodásra. Összehasonlítva a 2018-as és 2020-as igen magas borítási értékeket 10,9% és 23,8%, a 2017-es és 2019-es 6,1% és 2,4%-kal igen nagy évjárathatási eltérések láthatóak. Az évjárathatás egyértelműen befolyásolta a termés hozamot is. A gyomos években az átlag hozam 39%-kal alacsonyabb volt, mint a kevésbé gyomos 2017 és 2019-ben.

Az ökológiai termesztési körülmények között a gyomok összes borítása több mint a háromszorosa (17,45%) volt, mint a hagyományos konvencionális területeké (4,53%). Az eltérő termelési rendszerek termés hozamának különbsége nem volt szignifikáns. Az eltérés mindösszesen 3,4%, azonban érdemes megjegyezni, hogy a magasabb termést a gyomosabb ökológiai területeken tapasztaltam (1620 ± 375 kg/ha) a konvencionális területekkel szemben (1565 ± 397 kg/ha). A táblánkénti fajszám nem, azonban a Shannon féle diverzitási index értéke változott a különböző gazdálkodási rendszerek hatására.

A talajművelési rendszerek közül a sekély művelés csökkentette leghatékonyabban a gyomok elszaporodását, de a legmagasabb táblánkénti fajszámot és Shannon féle diverzitási indexet eredményezett. Ugyan a termés hozamok szempontjából az eredmények nem szignifikánsak, azonban a sekély művelésű területek termés hozama átlagosan 28,7%-kal magasabbak, mint a lazított területek termés hozamai, és 10,3%-kal magasabbak a szántásos területekéinél.

A későbbi gyomfertőzöttség értékeit jelentősen befolyásolta a kultúrnövény vetés ideje: minél korábbi volt a vetés idő, annál kisebb volt a gyomosodás (korr: +0,21).

6. táblázat A leíró változók hatása a teljes gyomborításra, táblánkénti fajszám, Shannon féle diverzitási indexre, és a hozamra fénymag kultúrában.

Változó	Összes gyom borítás [%]	Táblánkénti fajszám	Shannon féle diverzitási index	Hozam [kg/ha]
	ANCOVA során kapott P értékek (Pearson korreláció értéke ¹) / [átlag ± szórás & Tukey HSD szignifikancia csoport ²]			
Talaj kötöttsége K _{ARANY}	0,007 (-0,11)	<0,001 (-0,49)	0,032 (-0,20)	<0,001 (-0,18)
Talaj pH	0,002 (-0,14)	<0,001 (+0,58)	0,003 (+0,34)	<0,001 (-0,14)
Humusztartalom	<0,001 (-0,08)	ns	0,018 (+0,01)	<0,001 (+0,28)
Nitrogén tartalom - N	<0,001 (+0,27)	0,004 (-0,68)	<0,001 (-0,63)	<0,001 (-0,42)
Foszfor tartalom - P ₂ O ₅	<0,001 (-0,11)	ns	ns	ns
Kálium tartalom - K ₂ O	ns	ns	0,018 (-0,14)	<0,001 (-0,09)
Kalcium tartalom - CaCO ₃	0,009 (-0,16)	ns	ns	<0,001 (-0,15)
Nátrium tartalom - Na	<0,001 (-0,11)	ns	ns	<0,001 (-0,07)
Magnézium tartalom - Mg	<0,001 (-0,18)	ns	0,036 (-0,02)	<0,001 (+0,09)
Kén tartalom - S	0,001 (+0,03)	ns	ns	ns
Réz tartalom - Cu	<0,001 (+0,06)	ns	0,003 (-0,12)	0,001 (+0,06)
Mangán tartalom - Mn	<0,001 (-0,10)	ns	ns	ns
Cink tartalom - Zn	ns	0,004 (-0,14)	ns	<0,001 (+0,02)
Év 2017 2018 2019 2020	<0,001 [6,1 ± 5,0 ^a 10,9 ± 3,4 ^b 2,4 ± 1,6 ^a 23,8 ± 15,8 ^b]	ns	ns	<0,001 [1862 ± 245 ^b 1348 ± 78 ^a 1822 ± 418 ^b 1304 ± 291 ^a]
Gazdálkodási rendszer konvencionális ökológiai	<0,001 [4,5 ± 4,5 ^a 17,5 ± 11,8 ^b]	ns	0,031 [1,68 ± 0,21 ^b 1,24 ± 0,40 ^a]	ns

¹ folytonos változók esetén; ² kategorikus változók esetén; ns: nem szignifikáns 95%-os megbízhatósági szinten

6. táblázat folytatása A leíró változók hatása a teljes gyomborításra, táblánkénti fajszámra, Shannon féle diverzitási indexre, és a hozamra fénymag kultúrában.

Változó	Összes gyom borítás [%]	Táblánkénti fajszám	Shannon féle diverzitási index	Hozam [kg ha ⁻¹]
	ANCOVA során kapott P értékek (Pearson korreláció értéke ¹) / [átlag ± szórás & Tukey HSD szignifikancia csoport ²]			
Őszi elővetemények aránya ^{a b}	0,016 (+0,34)	ns	0,036 (-0,29)	0,003 (-0,35)
Tavaszi kapás elővetemények aránya ^{a c}	ns	ns	ns	<0,001 (-0,27)
Talajművelési mód	0,003	0,017	0,004	<0,001
Sekély művelés	[0,9 ± 0,1 ^a	[8,5 ± 0,7 ^b	[1,76 ± 0,13 ^b	[2037 ± 528 ^b
Lazítás	11,7 ± 8,9 ^b	7,8 ± 0,3 ^a	1,44 ± 0,30 ^a	1453 ± 237 ^a
Szántás	10,6 ± 5,8 ^b]	8,0 ± 0,3 ^{ab}]	1,62 ± 0,21 ^{ab}]	1827 ± 391 ^b]
Vetés dátuma	0,022 (+0,21)	ns	ns	ns

¹ folytonos változók esetén; ² kategorikus változók esetén ^a Az utolsó három elővetemény alapján kalkulálva: (elővetemény 1 × 0.6) + (elővetemény 2 × 0.3) + (elővetemény 3 × 0.1) ^b Őszi búza, Tönkölybúza, ^c Kukorica, Napraforgó, Héj nélküli olajtök; ns: nem szignifikáns 95%-os megbízhatósági szinten

5.1.3. A leíró változók hatása a fénymag gyomflóra összetételére

A elvégzett redundancia analízis (RDA) szerint a gyomflóra összetételt elsősorban az adatfelvétel éve (21,06%), a talaj S-tartalma (5,96%) és az őszi vetésű elővetemény (5,93%) befolyásolta, de modellünkön összesen 8 tényező volt szignifikáns. Az RDA által magyarázott teljes eltérés a talaj, az évjárat és az elővetemény sorrendjében 21,62, 21,06 és 9,26% volt (7. táblázat).

7. táblázat A leíró változók hatása a fénymag gyomflóra összetételére

Változók	df	Teljes hatás		Tiszta hatás			
		Magyarázott variancia (%)	R ² _{adj}	Magyarázott variancia (%)	R ² _{adj}	F	p-érték
Talaj kéntartalma	1	13,43	0,104	5,96	0,060	3,387	0,030
Talaj réztartalma	1	6,38	0,031	4,86	0,044	2,761	0,002
Talaj magnézium-tartalma	1	4,94	0,017	3,52	0,025	1,996	0,032
Talaj mangán-tartalma	1	6,98	0,038	3,87	0,030	2,195	0,026
Talaj cinktartalma	1	5,02	0,017	3,41	0,024	1,937	0,045
Év	3	23,70	0,152	21,06	0,206	3,987	0,001
Őszi vetésű elővetemény	1	6,88	0,037	5,93	0,060	3,370	0,003
Tavaszi kapás elővetemény	1	4,73	0,014	3,33	0,022	1,893	0,042

A kén, mint tápanyag eltérően hatott a gyomfajok növekedésére. A talaj magas kéntartalma növelte a *Xanthium italicum* és a *Convolvulus arvensis* terjedését, de erősen gátolta a *Setaria viridis* és az *Echinochloa crus-galli* növekedését a vizsgálati területen. A *Cirsium arvense* és a *Hibiscus trionum* borítási értékei nőttek a magas mangántartalom hatására, azonban ezzel szemben más fajok (pl. *Calystegia sepium*, *Xanthium italicum*) jobban kedvelték a talajok alacsony mangántartalmát. A gyomösszetételt a réztartalom is nagyban befolyásolta. A magasabb réztartalmú táblákon a *Xanthium italicum* és a *Triticum spelta* magasabb borítási értéket produkált, de a *Hibiscus trionum* és a *Helianthus annuus* alacsonyabb réztartalommal mellett mutatott nagyobb borítási értékeket. A magasabb cinktartalom a *Xanthium italicum* és a *Convolvulus arvensis* borításának növekedését okozta, de a *Helianthus annuus* és a *Hibiscus trionum* borítása alacsonyabb volt. A talaj magnéziumtartalma esetében a gyomborítottságban jelentős eltérések mutatkoztak. A *Hibiscus trionum* és a *Helianthus annuus* magasabb borítási értéket mutatott több magnézium jelenléte mellett, szemben a *Xanthium italicum*-mal és az *Echinochloa crus-galli*-val, amelyeknek ott kisebb volt a borítása (8. táblázat).

8. táblázat: Az RDA modellbe illesztett talajtani leíró változók hatása a gyomflóra összetételére fénymag kultúrában

Koordináta Illeszkedés			Koordináta Illeszkedés		
Talaj kén tartalma (+ magas; - alacsony)			Talaj mangán tartalma (+ magas; - alacsony)		
<i>Xanthium italicum</i>	0,321	0,275	<i>Cirsium arvense</i>	0,227	0,095
<i>Convolvulus arvensis</i>	0,112	0,057	<i>Hibiscus trionum</i>	0,098	0,033
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	0,104	0,096	<i>Sinapis arvensis</i>	0,086	0,144
<i>Persicaria lapathifolia</i>	0,101	0,092	<i>Abutilon theophrasti</i>	0,076	0,142
<i>Calystegia sepium</i>	0,094	0,084	<i>Datura stramonium</i>	0,050	0,057
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0,082	0,069	<i>Avena fatua</i>	0,037	0,025
<i>Sonchus asper</i>	0,059	0,101	<i>Sonchus asper</i>	-0,067	0,130
<i>Sinapis arvensis</i>	-0,050	0,048	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	-0,107	0,103
<i>Setaria viridis</i>	-0,166	0,077	<i>Calystegia sepium</i>	-0,109	0,112
<i>Echinochloa crus-galli</i>	-0,185	0,063	<i>Xanthium italicum</i>	-0,159	0,067
Talaj réz tartalma (+ magas; - alacsony)			Talaj cink tartalma (+ magas; - alacsony)		
<i>Xanthium italicum</i>	0,146	0,057	<i>Xanthium italicum</i>	0,168	0,075
<i>Triticum spelta</i>	0,043	0,134	<i>Convolvulus arvensis</i>	0,147	0,098
<i>Sonchus asper</i>	0,034	0,032	<i>Sonchus asper</i>	0,060	0,103
<i>Avena fatua</i>	-0,028	0,015	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	0,045	0,018
<i>Datura stramonium</i>	-0,045	0,046	<i>Calystegia sepium</i>	0,042	0,017
<i>Calystegia sepium</i>	-0,049	0,023	<i>Triticum spelta</i>	0,029	0,062
<i>Abutilon theophrasti</i>	-0,071	0,125	<i>Sinapis arvensis</i>	-0,045	0,040
<i>Amaranthus retroflexus</i>	-0,082	0,068	<i>Abutilon theophrasti</i>	-0,047	0,056
<i>Hibiscus trionum</i>	-0,241	0,203	<i>Helianthus annuus</i>	-0,118	0,040
<i>Helianthus annuus</i>	-0,264	0,199	<i>Hibiscus trionum</i>	-0,194	0,131

8. táblázat folytatása: Az RDA modellbe illesztett talajtani leíró változók hatása a gyomflóra összetételére fénymag kultúrában

	Koordináta	Illeszkedés
Talaj magnézium tartalma (+ magas; - alacsony)		
<i>Hibiscus trionum</i>	0,241	0,202
<i>Helianthus annuus</i>	0,121	0,042
<i>Chenopodium album</i>	0,077	0,019
<i>Avena fatua</i>	0,059	0,065
<i>Setaria viridis</i>	0,055	0,008
<i>Calystegia sepium</i>	0,049	0,023
<i>Sinapis arvensis</i>	0,024	0,011
<i>Triticum spelta</i>	-0,029	0,060
<i>Xanthium italicum</i>	-0,068	0,012
<i>Echinochloa crus-galli</i>	-0,187	0,065

Az évjáráthatás szintén eltéréseket eredményezett a gyomok dominanciájának sorrendjében. A legfontosabb fajok a *Trifolium repens* és a *Calystegia sepium* voltak 2017-ben, a *Persicaria lapathifolia* és a *Chenopodium album* 2018-ban, a *Cirsium arvense*, a *Hibiscus trionum* és a *Helianthus annuus* 2019-ben, az *Echinochloa crus-galli* és az *Avena fatua* 2020-ban (9. táblázat).

9. táblázat: Az RDA modellbe illesztett évjárat hatása a gyomflóra összetételére fénymag kultúrában

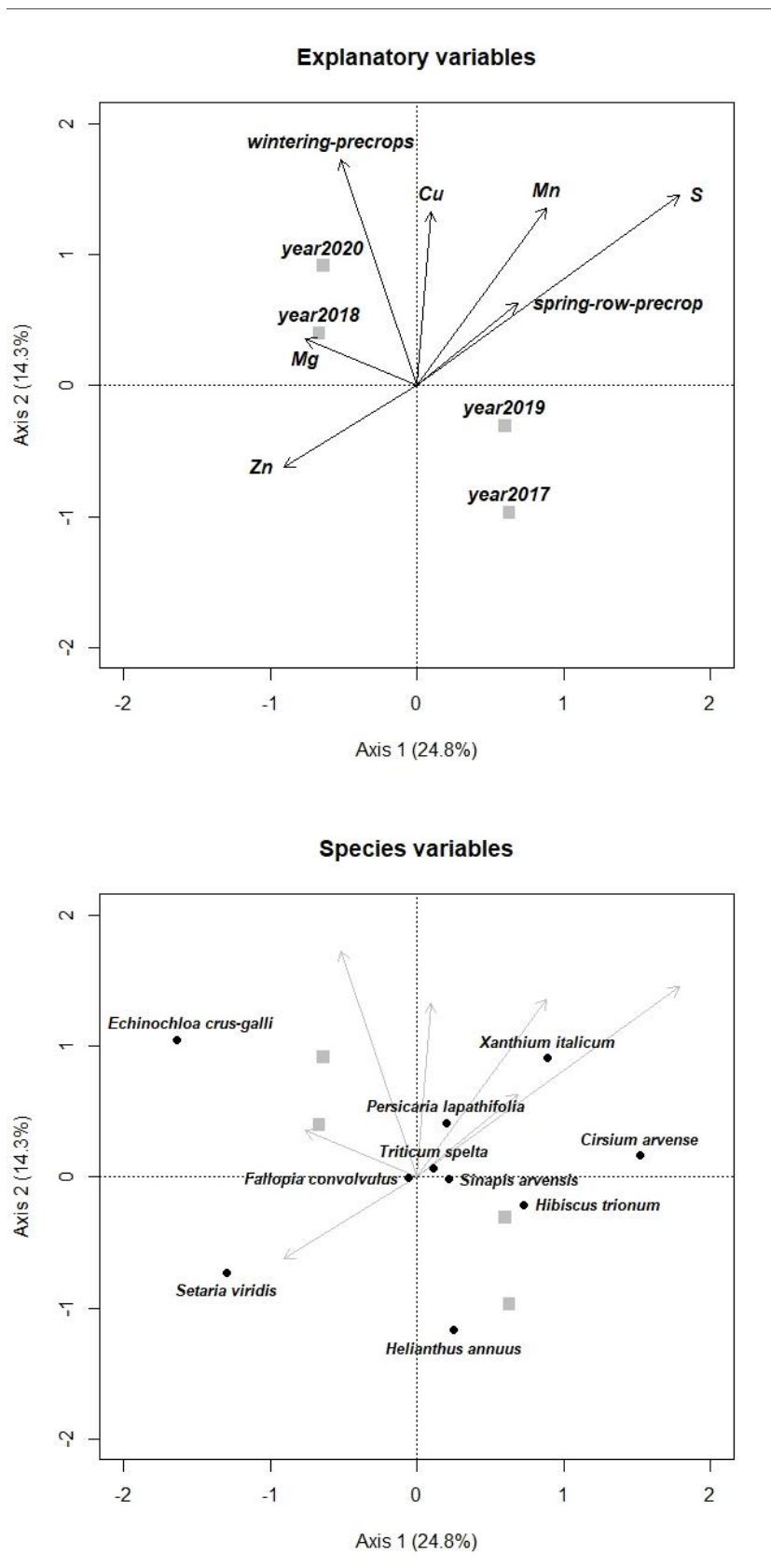
Koordináta		Illeszkedés	Koordináta		Illeszkedés
2017 (+ magas; - alacsony)			2018 (+ magas; - alacsony)		
<i>Trifolium repens</i>	0,208	0,365	<i>Persicaria lapathifolia</i>	0,186	0,317
<i>Calystegia sepium</i>	0,136	0,174	<i>Chenopodium album</i>	0,155	0,079
<i>Sinapis arvensis</i>	0,097	0,186	<i>Echinochloa crus-galli</i>	0,147	0,040
<i>Sonchus asper</i>	0,073	0,153	<i>Setaria viridis</i>	0,130	0,047
<i>Datura stramonium</i>	-0,054	0,065	<i>Amaranthus retroflexus</i>	0,053	0,029
<i>Avena fatua</i>	-0,075	0,105	<i>Abutilon theophrasti</i>	0,045	0,051
<i>Persicaria lapathifolia</i>	-0,080	0,058	<i>Datura stramonium</i>	-0,045	0,045
<i>Amaranthus retroflexus</i>	-0,096	0,094	<i>Trifolium repens</i>	-0,080	0,054
<i>Chenopodium album</i>	-0,137	0,062	<i>Helianthus annuus</i>	-0,183	0,095
<i>Echinochloa crus-galli</i>	-0,450	0,376	<i>Cirsium arvense</i>	-0,273	0,138
2019 (+ magas; - alacsony)			2020 (+ magas; - alacsony)		
<i>Cirsium arvense</i>	0,256	0,121	<i>Echinochloa crus-galli</i>	0,438	0,357
<i>Hibiscus trionum</i>	0,235	0,191	<i>Avena fatua</i>	0,149	0,421
<i>Helianthus annuus</i>	0,202	0,117	<i>Datura stramonium</i>	0,063	0,089
<i>Chenopodium album</i>	0,136	0,061	<i>Triticum spelta</i>	-0,029	0,062
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0,134	0,182	<i>Trifolium repens</i>	-0,087	0,064
<i>Triticum spelta</i>	0,038	0,106	<i>Amaranthus retroflexus</i>	-0,089	0,080
<i>Persicaria lapathifolia</i>	-0,055	0,027	<i>Hibiscus trionum</i>	-0,121	0,051
<i>Calystegia sepium</i>	-0,058	0,032	<i>Chenopodium album</i>	-0,146	0,070
<i>Echinochloa crus-galli</i>	-0,129	0,031	<i>Helianthus annuus</i>	-0,147	0,062
<i>Setaria viridis</i>	-0,174	0,084	<i>Cirsium arvense</i>	-0,156	0,045

Az elővetemények hatása különbségeket és hasonlóságokat is eredményezett a gyomdominanciában. A legfontosabb fajok mindkét esetben a *Cirsium arvense* és a *Hibiscus trionum* voltak. Ugyanakkor az őszi vetésű elővetemények nagymértékben növelték az *Echinochloa crus-galli* jelenlétét, ezzel szemben a tavaszi kapás elővetemények jelentősen csökkentették azt (10. táblázat).

10. táblázat: Az RDA modellbe illesztett gazdálkodási leíró változók hatása a gyomflóra összetételére fénymag kultúrában

Koordináta Illeszkedés			Koordináta Illeszkedés és		
Őszi vetésű elővetemény (+ magas; - alacsony)			Tavaszi kapás elővetemény (+ magas; - alacsony)		
<i>Cirsium arvense</i>	0,265	0,130	<i>Cirsium arvense</i>	0,157	0,045
<i>Echinochloa crus-galli</i>	0,120	0,027	<i>Hibiscus trionum</i>	0,144	0,072
<i>Hibiscus trionum</i>	0,109	0,041	<i>Convolvulus arvensis</i>	0,108	0,053
<i>Sinapis arvensis</i>	0,072	0,101	<i>Xanthium italicum</i>	0,078	0,016
<i>Triticum spelta</i>	0,023	0,040	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	0,073	0,048
<i>Calystegia sepium</i>	-0,087	0,072	<i>Avena fatua</i>	0,073	0,100
<i>Helianthus annuus</i>	-0,089	0,023	<i>Persicaria lapathifolia</i>	0,029	0,008
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	-0,125	0,138	<i>Triticum spelta</i>	0,023	0,039
<i>Xanthium italicum</i>	-0,126	0,042	<i>Setaria viridis</i>	-0,070	0,014
<i>Setaria viridis</i>	-0,265	0,197	<i>Echinochloa crus-galli</i>	-0,214	0,085

Vizsgálatunk RDA ordinációs diagramja több változó közötti kapcsolatra is rávilágít. A *Xanthium italicum* és a *Persicaria lapathifolia* előfordulása gyakran a talaj magas kén tartalmával függ össze. Ezzel szemben a *Setaria viridis* magasabb cinkkoncentráció esetén fordul elő. A vetésforgó is eltérő gyomnövényzetet eredményezett. Az *Echinochloa crus-galli* jelenléte erősen korrelál az őszi előveteményekkel, míg a *Cirsium arvense* a tavaszi kapások után volt hangsúlyosabb. Mind a *Hibiscus trionum*-ot, mind a *Helianthus annuus*-t (árvakelés) befolyásolta az évjáráthatás, míg előbbi 2019-ben, utóbbi 2017-ben volt a legelterjedtebb gyomnövény (15. ábra).

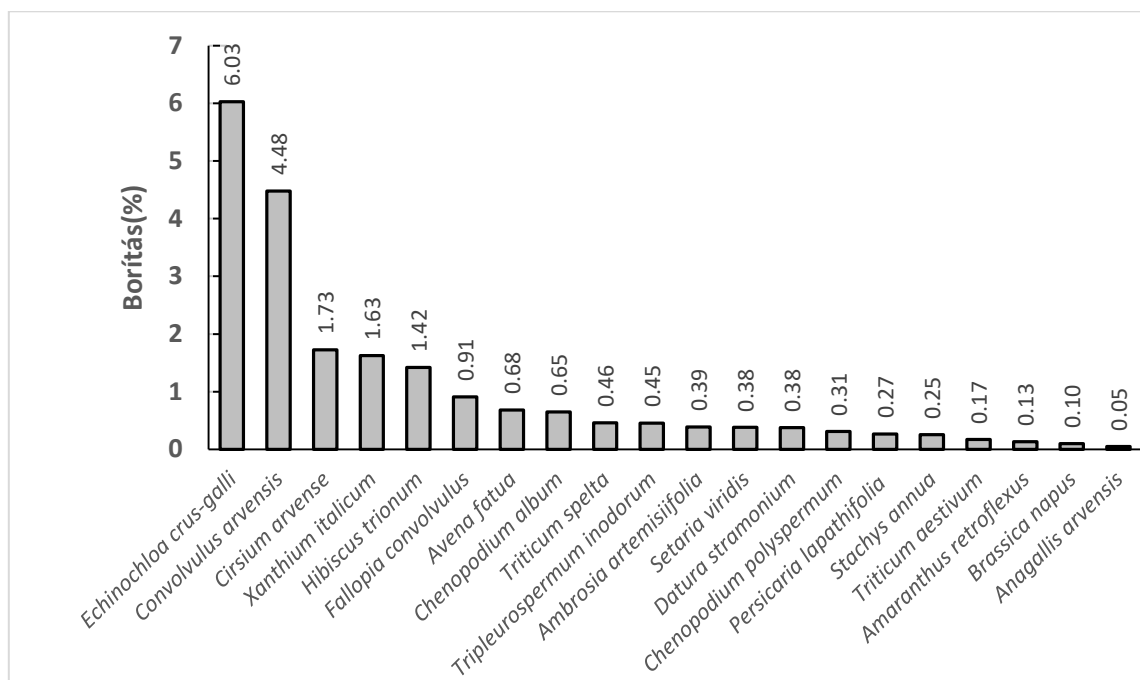


15. ábra. A redundancia analízis (RDA) modell ordinációs diagramjai fénymag kultúrában
(Nyíl: numerikus változó; négyzet: faktoriális évváltozó; kör: faj).

5.2. A szárazborsó kultúrában végzett gyomnövényzet elemzés eredményei

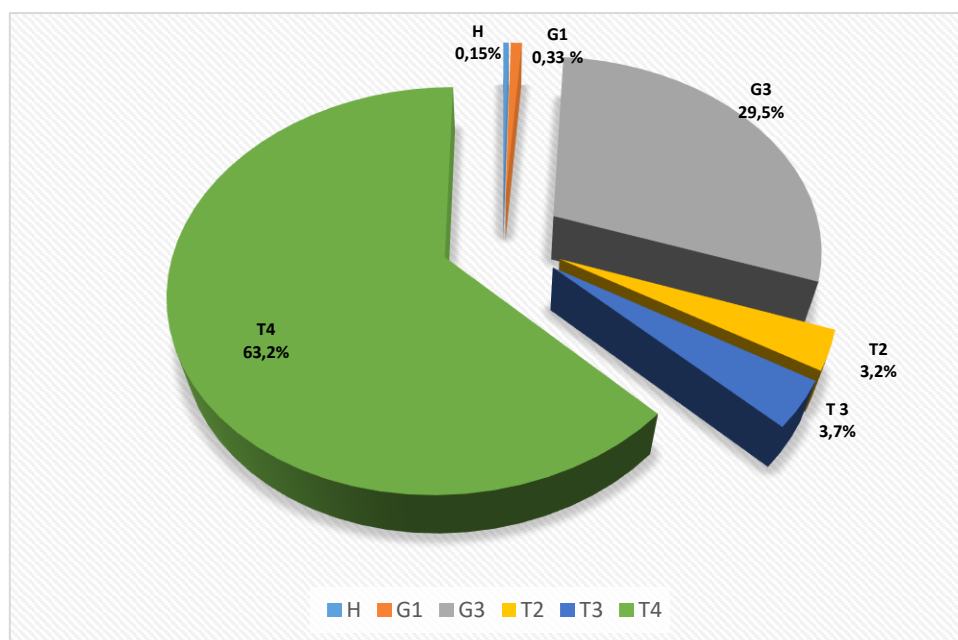
5.2.1. A szárazborsó kultúra gyomnövényzetének áttekintő bemutatása

A 16. ábra és az M4 táblázat szerint a gyomok borítási értékének több mint felét a nyárutói egyévesek foglalták el. (összesen 13,3%) Az egynyáriak mellett, a geofita fajok %-os borítása volt a következő legmagasabb a vizsgált területeken. A magas borítással rendelkező gyomfajok, melyek több mint 1% borítást értek el a következők voltak: *Echinochloa crus-galli* (nyárutói egyéves; 6,03 %), *Convolvulus arvensis* (geofita; 4,48 %), *Cirsium arvense* (geofita; 1,73 %), *Xanthium italicum* (nyárutói egyéves; 1,63 %) és a *Hibiscus trionum* (nyárutói egyéves, 1,42 %). A gyomfajok mellett árvakelésű kultúrnövények is megjelentek a területeken, mint a *Triticum spelta*, *Triticum aestivum* és *Brassica napus*, 0,46 %, 0,17 % és 0,10 % borítás mellett.



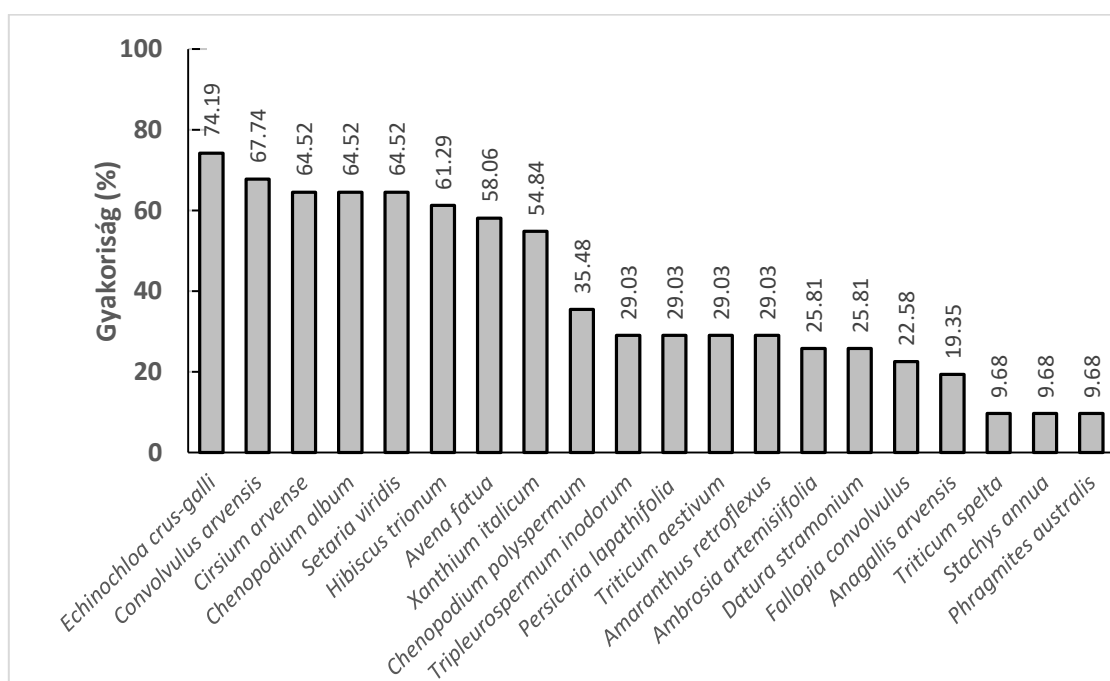
16. ábra: A vizsgált szárazborsó táblák legjelentősebb gyomfajainak átlagos borítása (%)

A gyomnövények borításának életforma csoportok szerinti eloszlását vizsgálva, szintén a nyárutói egyévesek magas értékei a szembetűnőek. Az összes gyomborítás 63,2%-át a T4-es gyomok adták a vizsgált szárazborsó táblákon. A G3-as gyomfajok szintén nagy felületen fordultak elő (29,5%) a T3, T2-es gyomok mindösszesen 3,7, illetve 3,2%-ban fertőztek, a G1, és a H-s életforma csoportokba tartozó fajok egységesen fél százalék alatti értékkel elhanyagolhatóak voltak (17. ábra).



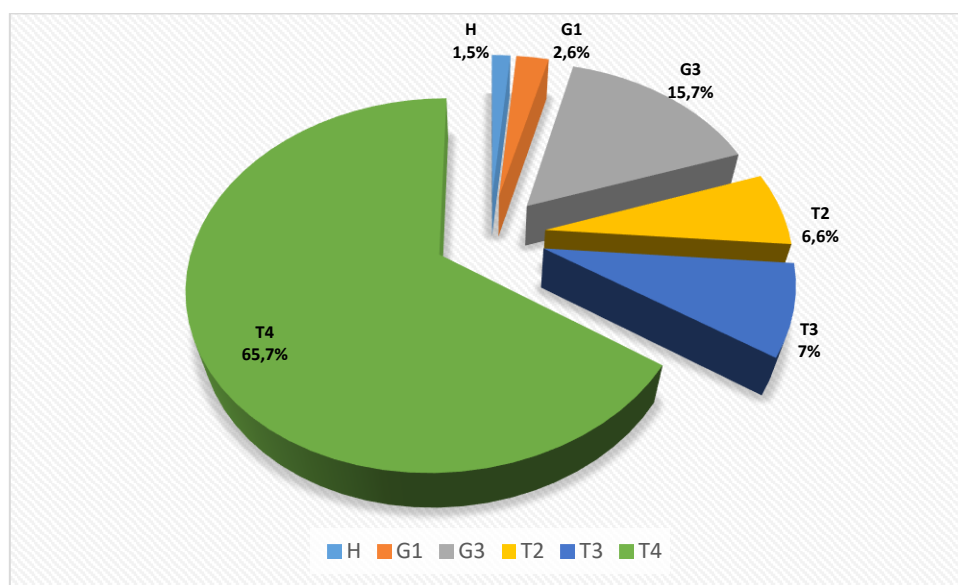
17. ábra: A vizsgált szárazborsó táblák gyomfajainak átlagos borítási értékei életforma csoportok szerinti megosztásban

A borítási értékekhez hasonlóan az előforduló fajok gyakorisága is a nyárutói egyévesek, illetve a geofita fajok esetében volt a legmagasabb a felmérések során. Nyolc, 50 %-ot meghaladó gyakoriságú faj közül az első hat egynyári volt, kettő pedig geofita. A legnagyobb gyakorisággal az *Echinochloa crus-galli* (74,19%), a *Convolvulus arvensis* (67,74%), a *Cirsium arvense*, a *Chenopodium album*, és a *Setaria viridis* (mindegyik 64,52%) jelent meg (18. ábra).



18. ábra A vizsgált szárazborsó táblák leggyakoribb gyomfajai

A szárazborsó táblák esetében a gyomfajok gyakorisága párhuzamot mutat a borítási értékekkel. A T4-es életforma csoport tagjai ismételtelen messze a legmagasabb, 65,7% gyakorisággal fordultak elő, et követték a G3-as fajok 15,7%-kal, majd a T3, T2-es fajok 8, és 6,6%-kal. A G1, és a H-s életforma csoportok tagjai ebben az esetben is lényegesen elmaradtak a többi csoporttól 2,6, valamint 1,5% gyakorisági értékekkel (19. ábra).



19. ábra: A vizsgált szárazborsó táblák gyomfajainak gyakorisági értékei életforma csoportok szerinti megoszlásban

A borítási és gyakorisági adatok együttes elemzése alapján jól látható, hogy egyes fajok (pl. *Xanthium italicum*, *Hibiscus trionum*) magas borításúak voltak, de csak kevés táblán jelentek meg, ezzel szemben a *Chenopodium album* általános faj volt a legtöbb táblán, kis borítással.

5.2.2. A leíró változók hatása a szárazborsó összes gyomborításra, a táblánkénti fajsámsra és Shannon féle diverzitási indexre

A későbbi statisztikai elemzésekhez (5.2.2 és 5.2.3 fejezetek) a magyarázó változók kollinearitásának ellenőrzése után szárazborsó kultúra esetében felállított szűkített modellben a változók maximális GVIF értéke 4,11 volt.

Az elvégzett kovariancia analízis (ANCOVA) szerint az összes gyomborításra a szűkített modellben szereplő 16 változóból 7 fejtett ki szignifikáns hatást. Közülük a gyomnövényzet növekedését okozta a talajok magasabb pH értéke, magasabb só- és kalcium tartalma, földrajzi hosszúság szerinti – keletibb – elhelyezkedése, valamint az őszi vetésű elővetemények kisebb gyakoriságú előfordulása. A három vizsgált talajféleség közül agyagtalaj esetén tapasztaltuk a legkisebb mértékű gyomosodást 3,86%, míg agyagos vályogtalajú táblákban átlagosan 19,89%,

régi talajú táblákban 25,2 % gyomosodás fordult elő. A vizsgálati időszakot tekintve a 2017 és 2019 közötti időszakban nem mutatkozott szignifikáns eltérés (átlag: 13,23 % - 15,92 %), azonban 2020-ban ettől eltérően magas, 39,25 %-os gyomosodást tapasztaltam (11. táblázat).

11. táblázat A leíró változók hatása a teljes gyomborításra, táblánkénti fajszámra és Shannon féle diverzitási indexre szárazborsó kultúrában.

Leíró változó	Összes gyomborítás [%]	Táblánkénti fajszám	Shannon féle diverzitási index
	ANCOVA során kapott P értékek (Pearson korreláció értéke¹) / [átlag ± szórás & Tukey HSD szignifikancia csoport ²]		
Talajféleség	<0,001	0,036	
Agyagos vályogtalaj	[19,89 ± 14,07 ^b	[8,4 ± 2,6 ^{ab}	ns
Agyagtalaj	3,86 ± 3,72 ^a	6,7 ± 2,3 ^a	
Régi talaj	25,20 ± 13,37 ^c]	9,6 ± 1,4 ^b]	
Talaj kötöttsége – K _{Arany}	ns	ns	ns
Talaj kémhatása - pH	<0,001 (0,39)	ns	ns
Sótartalom	0,004 (0,25)	ns	ns
Humusztartalom	ns	ns	0,032 (-0,28)
Foszfor tartalom – P ₂ O ₅	ns	0,026 (-0,50)	ns
Kálium tartalom – K ₂ O	ns	ns	0,038 (-0,29)
Mésztartalom – CaCO ₃	0,044 (0,25)	ns	ns
Tengerszint feletti magasság	ns	ns	ns
Földrajzi szélesség	ns	ns	ns
Földrajzi hosszúság	<0,001 (0,20)	0,020 (0,22)	ns
Év	<0,001		
2017	[14,29 ± 4,91 ^a	ns	ns
2018	13,23 ± 7,28 ^a		
2019	15,92 ± 9,14 ^a		
2020	39,35 ± 13,48 ^b]		
Talajművelési mód	ns	ns	ns
Gazdálkodási mód	ns	ns	ns
Őszi elővetemények aránya ^{a b}	0,041 (-0,36)	ns	ns
Tavaszi kapás elővetemények aránya ^{a c}	ns	ns	0,019 (-0,07)

¹ folytonos változók esetén; ² kategorikus változók esetén ^a Az utolsó három elővetemény alapján kalkulálva: (elővetemény 1 × 0.6) + (elővetemény 2 × 0.3) + (elővetemény 3 × 0.1)

^b Őszi búza, tönkölybúza, őszi árpa, őszi káposztarepce ^c Kukorica, napraforgó, héj nélküli olajtök; ns: nem szignifikáns 95%-os megbízhatósági szinten

A gyomflóra diverzitását leíró táblánkénti fajszámot és Shannon féle diverzitási index értékeket általában csak korlátozott számú változó befolyásolta. E mellett a táblánkénti fajszám növekedett a talajok alacsonyabb foszfortartalma, valamint a táblák – keletibb – elhelyezkedése következtében. A vizsgált talajféleségek esetében statisztikailag igazolható eltérést csak az agyag (6,67 faj/tábla) és a réti (9,56 faj/tábla) talajok között tapasztaltam. A Shannon féle diverzitási index esetében szignifikánsan igazolható volt a talaj humusztartalmának ($p=0,032$, $\text{kor.}:-0,28$), a talaj káliumtartalmának ($p=0,038$, $\text{kor.}:-0,29$) és a tavaszi kapás elővetemény arányának ($p=0,019$; $\text{kor.}:-0,07$) hatása. A diverzitási értékek elemzése során tapasztalt kisszámú szignifikáns hatás megerősítette azt a feltételezésünket, hogy a gyomvegetációt faj szinten leíró elemzésekre is szükség van a leíró változók hatásának pontos értékelése érdekében.

5.2.3. A leíró változók hatása a gyomflóra összetételére

Az elvégzett redundancia analízis (RDA) szerint a gyomflóra összetételére az adatfelvétel évének (15,6%), a talajféleségnek (10,0%) és a gazdálkodási rendszernek (5,8%) volt a legnagyobb mértékű hatása. Ezeken felül összesen kilenc tényező volt szignifikáns a modellünkben. Az RDA által magyarázott teljes eltérés, beleértve az összes talaj, környezeti és gazdálkodási tényezőt, 21,3; 23,0 és 8,8% volt (12. táblázat).

12. táblázat: A leíró változók hatása a szárazborsó gyomflóra összetételre

Változó	df	Teljes hatás		Tiszta hatás			
		Magyarázott variancia (%)	R^2_{adj}	Magyarázott variancia (%)	R^2_{adj}	F	p-érték
Talajféleség	2	23,229	0,17746	9,957	0,12247	5,555	0,001
Arany féle kötöttség	1	19,961	0,17201	2,869	0,03144	3,201	0,002
Talaj sótartalma	1	14,435	0,11484	4,946	0,06394	5,518	0,001
Talaj foszfor tartalma	1	12,857	0,09852	3,507	0,04122	3,913	0,002
Évjárat	3	29,460	0,21622	15,640	0,18499	5,816	0,001
Tengerszint feletti magasság	1	13,619	0,10640	3,517	0,04138	3,924	0,001
Földrajzi szélesség	1	14,930	0,11997	3,925	0,04782	4,379	0,002
Gazdálkodási mód	1	23,516	0,20879	5,771	0,07697	6,439	0,001
Talajművelés mód	1	12,128	0,09098	2,965	0,03267	3,308	0,009

A vizsgált gyomfajok talajféleségekkel szembeni preferenciája eltérő volt. A réti öntés talajokat a *Xanthium italicum*, *Hibiscus trionum* és a *Setaria viridis* kedvelte, az agyagtalajokat a *Tripleurospermum inodorum* és a *Persicaria lapathifolia*; míg az agyagos vályog talajokat a *Convolvulus arvensis* preferálták.

A gyomösszetételt a talaj kötöttsége is nagymértékben befolyásolta. A nagyobb mértékben kötött talajok leginkább gyakori gyomfajai a nyárutói egyévesek voltak, mint a *Chenopodium* spp., *Echinochloa crus-galli*, és a *Tripleurospermum inodorum*, azonban a *Xanthium italicum*, árvalakésű búza fajok és a *Fallopia convolvulus* kevésbé kötött területeken fordultak elő nagyobb számban. A *Convolvulus arvensis* és a *Hibiscus trionum* magas borítási értékei leginkább a talaj magas sótartalmával voltak összefüggésben, más fajok például a *Fallopia convolvulus*, *Cirsium arvense*, az alacsonyabb sótartalmat preferálták. A vizsgált területek magas foszfor tartalma leginkább a *Hibiscus trionum* és az *Amaranthus retroflexus* felszaporodását eredményezte, ezzel szemben a *Fallopia convolvulus* és az őszi búza árvalakések ezeken a területeken gyengébben fejlődtek (13. táblázat).

13. táblázat: Az RDA modellbe illesztett talajtani leíró változók hatás a gyomflóra összetételére szárazborsó kultúrában

Koordináta Illeszkedés			Koordináta Illeszkedés		
Réti öntés talaj (+ magas; - alacsony)			Talaj kötöttsége (Arany; + magas; - alacsony)		
<i>Xanthium italicum</i>	0,407	0,522	<i>Chenopodium album</i>	0,141	0,107
<i>Hibiscus trionum</i>	0,276	0,214	<i>Echinochloa crus-galli</i>	0,136	0,032
<i>Setaria viridis</i>	0,126	0,275	<i>Chenopodium polyspermum</i>	0,096	0,114
<i>Avena fatua</i>	0,114	0,147	<i>Tripleurospermum inodorum</i>	0,095	0,054
<i>Triticum spelta</i>	0,114	0,093	<i>Chenopodium hybridum</i>	0,020	0,054
<i>Anagallis arvensis</i>	-0,054	0,124	<i>Triticum aestivum</i>	-0,056	0,025
<i>Chenopodium album</i>	-0,134	0,097	<i>Avena fatua</i>	-0,093	0,098
<i>Triticum aestivum</i>	-0,174	0,249	<i>Fallopia convolvulus</i>	-0,110	0,025
<i>Fallopia convolvulus</i>	-0,327	0,223	<i>Triticum spelta</i>	-0,117	0,099
<i>Convolvulus arvensis</i>	-0,425	0,207	<i>Xanthium italicum</i>	-0,124	0,049
Agyag talaj (+ magas; - alacsony)			Sótartalom (+ magas; - alacsony)		
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	0,228	0,317	<i>Convolvulus arvensis</i>	0,250	0,072
<i>Persicaria lapathifolia</i>	0,218	0,280	<i>Hibiscus trionum</i>	0,197	0,109
<i>Chenopodium album</i>	0,161	0,140	<i>Amaranthus retroflexus</i>	0,083	0,135
<i>Triticum aestivum</i>	0,145	0,172	<i>Phragmites australis</i>	0,062	0,206
<i>Fallopia convolvulus</i>	0,131	0,036	<i>Avena fatua</i>	0,051	0,029
<i>Setaria viridis</i>	-0,079	0,107	<i>Anagallis arvensis</i>	-0,048	0,100
<i>Avena fatua</i>	-0,100	0,112	<i>Chenopodium polyspermum</i>	-0,090	0,100
<i>Hibiscus trionum</i>	-0,135	0,051	<i>Tripleurospermum inodorum</i>	-0,108	0,070
<i>Xanthium italicum</i>	-0,153	0,073	<i>Cirsium arvense</i>	-0,128	0,057
<i>Convolvulus arvensis</i>	-0,226	0,059	<i>Fallopia convolvulus</i>	-0,228	0,108

13. táblázat folytatása: Az RDA modellbe illesztett talajtani leíró változók hatás a gyomflóra összetételére szárazborsó kultúrában

Agyagos vályog talaj (+ magas; - alacsony)			Talaj P ₂ O ₅ tartalma (+ magas; - alacsony)		
Koordináta	Illeszkedés		Koordináta	Illeszkedés	
<i>Convolvulus arvensis</i>	0,573	0,377	<i>Hibiscus trionum</i>	0,161	0,073
<i>Fallopia convolvulus</i>	0,255	0,136	<i>Amaranthus retroflexus</i>	0,081	0,127
<i>Triticum aestivum</i>	0,091	0,068	<i>Avena fatua</i>	0,077	0,067
<i>Anagallis arvensis</i>	0,040	0,071	<i>Triticum spelta</i>	0,059	0,026
<i>Setaria viridis</i>	-0,082	0,115	<i>Setaria viridis</i>	0,055	0,052
<i>Triticum spelta</i>	-0,093	0,063	<i>Phragmites australis</i>	0,051	0,139
<i>Persicaria lapathifolia</i>	-0,170	0,170	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	0,051	0,037
<i>Cirsium arvense</i>	-0,188	0,123	<i>Chenopodium polyspermum</i>	0,044	0,024
<i>Hibiscus trionum</i>	-0,201	0,114	<i>Triticum aestivum</i>	-0,138	0,156
<i>Xanthium italicum</i>	-0,325	0,332	<i>Fallopia convolvulus</i>	-0,195	0,080

Az évjáráthatás szintén eltéréseket eredményezett a gyomok dominanciájának sorrendjében. A legfontosabb fajok 2017-ben a *Stachys annua* és a *Hibiscus trionum*, 2018-ban a *Fallopia convolvulus* és a *Chenopodium polyspermum*, 2019-ben a tönkölybúza árvakelés és a *Persicaria lapathifolia*, valamint 2020-ban az *Echinochloa crus-galli* és a *Datura stramonium* voltak.

A vizsgált terület domborzata meglehetősen síknak mondható. A tengerszint feletti magasság 78-86 méter közé esik, azonban ez a változó is eltérést okozott a gyomösszetételben. A *Stachys annua* és a *Triticum spelta* a magasabban fekvő területeken voltak jelentősebbek, míg a *Cirsium arvense* és a *Tripleurospermum inodorum* a mélyebben fekvő területeken fordultak elő nagyobb mértékben.

Mintegy 900 négyzetkilométer körben helyezkedtek el az adatgyűjtés területei. Körülbelül 25 kilométer földrajzi szélesség, és 36 kilométer hosszúság szórásban. Ebben a tájegységben az északabbra eső területek borítottabbak voltak *Stachys annua*, *Ambrosia artemisiifolia* gyomfajokkal, a délebbre eső szántókon a *Hibiscus trionum* és a *Cirsium arvense* voltak

fontosabb gyomfajok. Ugyanakkor a 4.1.2 fejezetben tárgyalt ANCOVA során az összes gyomosodás és a táblánkénti fajszám esetében is szignifikáns különbséget eredményező földrajzi hosszúság hatása ez esetben nem volt kimutatható (14. táblázat).

14. Táblázat: Az RDA modellbe illesztett környezeti leíró változók hatás a gyomflóra összetételére szárazborsó kultúrában

Koordináta Illeszkedés			Koordináta Illeszkedés		
Tengerszint feletti magasság (+ magas; - alacsony)			Földrajzi szélesség (+ magas; - alacsony)		
<i>Stachys annua</i>	0,177	0,193	<i>Stachys annua</i>	0,174	0,185
<i>Triticum spelta</i>	0,124	0,110	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	0,096	0,130
<i>Setaria viridis</i>	0,077	0,101	<i>Triticum spelta</i>	0,093	0,063
<i>Phragmites australis</i>	0,045	0,111	<i>Setaria viridis</i>	0,063	0,069
<i>Anagallis arvensis</i>	0,031	0,041	<i>Anagallis arvensis</i>	0,038	0,062
<i>Chenopodium album</i>	-0,088	0,042	<i>Phragmites australis</i>	0,028	0,043
<i>Chenopodium polyspermum</i>	-0,112	0,157	<i>Chenopodium album</i>	-0,110	0,065
<i>Hibiscus trionum</i>	-0,128	0,046	<i>Chenopodium polyspermum</i>	-0,125	0,195
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	-0,138	0,115	<i>Cirsium arvense</i>	-0,148	0,076
<i>Cirsium arvense</i>	-0,163	0,092	<i>Hibiscus trionum</i>	-0,184	0,095

14. Táblázat folytatása: Az RDA modellbe illesztett környezeti leíró változók hatás a gyomflóra összetételére szárazborsó kultúrában

Koordináta			Koordináta		
Illeszkedés			Illeszkedés		
2017			2018		
(+ magas; - alacsony)			(+ magas; - alacsony)		
<i>Stachys annua</i>	0,224	0,308	<i>Fallopia convolvulus</i>	0,512	0,547
<i>Hibiscus trionum</i>	0,206	0,119	<i>Chenopodium polyspermum</i>	0,132	0,217
<i>Cirsium arvense</i>	0,196	0,133	<i>Triticum aestivum</i>	0,131	0,142
<i>Chenopodium hybridum</i>	0,049	0,331	<i>Anagallis arvensis</i>	0,096	0,399
<i>Calystegia sepium</i>	0,042	0,232	<i>Amaranthus retroflexus</i>	0,094	0,170
<i>Sinapis arvensis</i>	0,038	0,236	<i>Phragmites australis</i>	0,053	0,151
<i>Persicaria amphibia</i>	0,022	0,097	<i>Lactuca serriola</i>	0,041	0,139
<i>Trifolium repens</i>	0,015	0,223	<i>Amaranthus albus</i>	0,012	0,139
<i>Chenopodium album</i>	-0,199	0,215	<i>Avena fatua</i>	-0,118	0,158
<i>Echinochloa crus-galli</i>	-0,327	0,187	<i>Convolvulus arvensis</i>	-0,330	0,125
2019			2020		
(+ magas; - alacsony)			(+ magas; - alacsony)		
<i>Triticum spelta</i>	0,170	0,209	<i>Echinochloa crus-galli</i>	0,608	0,643
<i>Persicaria lapathifolia</i>	0,167	0,164	<i>Datura stramonium</i>	0,169	0,533
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	0,157	0,150	<i>Avena fatua</i>	0,139	0,218
<i>Brassica napus</i>	0,062	0,142	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	0,067	0,064
<i>Consolida regalis</i>	0,044	0,135	<i>Bromus tectorum</i>	0,013	0,096
<i>Rubus caesius</i>	0,035	0,131	<i>Anagallis arvensis</i>	-0,041	0,074
<i>Anagallis arvensis</i>	-0,048	0,102	<i>Triticum aestivum</i>	-0,115	0,109
<i>Datura stramonium</i>	-0,086	0,137	<i>Persicaria lapathifolia</i>	-0,126	0,094
<i>Chenopodium polyspermum</i>	-0,133	0,220	<i>Tripleurospermum inodorum</i>	-0,133	0,108
<i>Hibiscus trionum</i>	-0,198	0,110	<i>Fallopia convolvulus</i>	-0,139	0,040

A gazdálkodási változókon belül, csak a gazdálkodási mód (a műtrágya- és a herbicid használatával, valamint a mechanikai művelések számával nagyfokú kollinearitásban) és a talajművelés mód eredményezett szignifikánsan kimutatható különbséget a gyomflórában.

A *Cirsium arvense*, a *Hibiscus trionum* és a *Chenopodium* fajok az ökológiai táblákon jelentettek nagyobb problémát, míg a konvencionális táblákon főként *Convolvulus arvensis* és a *Stachys annua* borítása volt a jellemző.

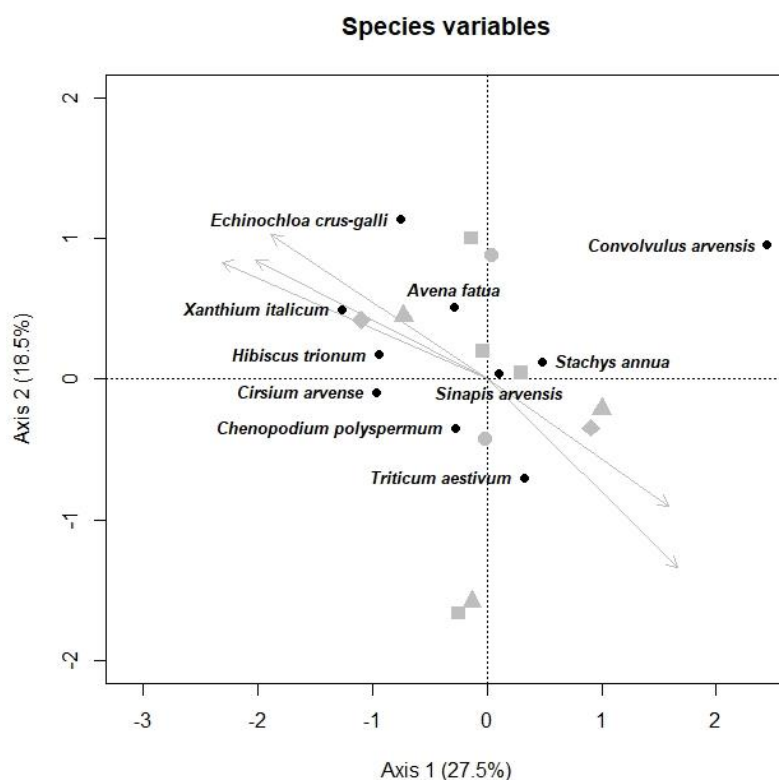
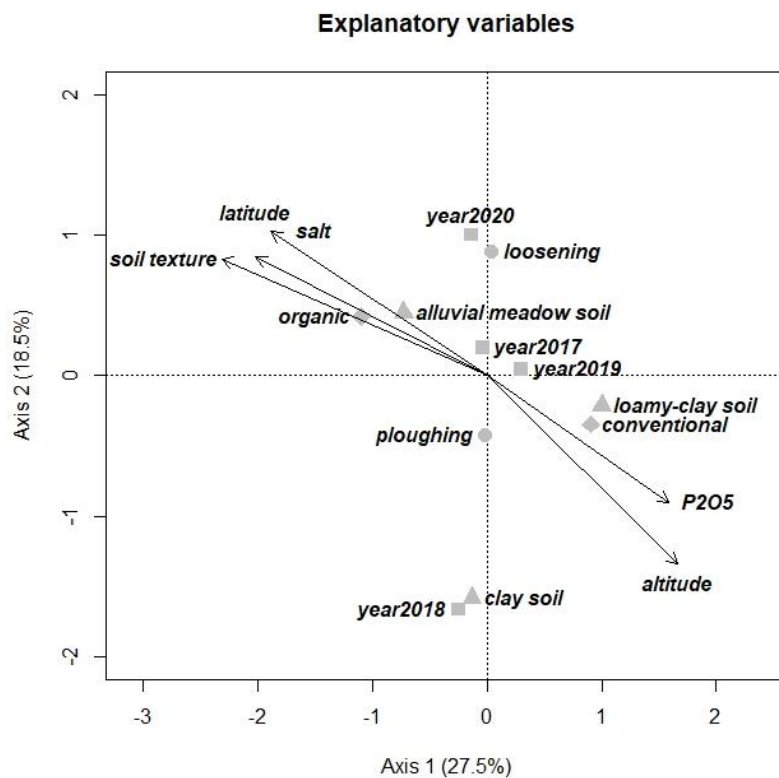
A *Tripleurospermum inodorum*, az *Ambrosia artemisiifolia* és a *Fallopia convolvulus* felszaporodása a lazított táblákon volt a jelentősebb, szemben a *Hibiscus trionum*-mal és a *Persicaria lapathifolia*-val, amelyek a szántás után jelentek meg nagyobb számban (15. táblázat).

15. Táblázat: Az RDA modellbe illesztett gazdálkodási leíró változók hatás a gyomflóra összetételére szárazborsó kultúrában

Koordináta Illeszkedés			Koordináta Illeszkedés		
Gazdálkodási mód (+ ökológiai; - konvencionális)			Talajművelés (+ lazítás; - szántás)		
<i>Cirsium arvense</i>	0,216	0,162	<i>Tripleurospermum inodorum</i>	0,147	0,131
<i>Hibiscus trionum</i>	0,207	0,121	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	0,144	0,290
<i>Chenopodium polyspermum</i>	0,153	0,291	<i>Fallopia convolvulus</i>	0,121	0,030
<i>Chenopodium album</i>	0,113	0,069	<i>Anagallis arvensis</i>	0,030	0,039
<i>Persicaria lapathifolia</i>	0,103	0,062	<i>Amaranthus retroflexus</i>	-0,045	0,039
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	0,097	0,058	<i>Chenopodium polyspermum</i>	-0,051	0,032
<i>Chenopodium hybridum</i>	0,019	0,049	<i>Chenopodium album</i>	-0,065	0,023
<i>Triticum spelta</i>	-0,103	0,076	<i>Xanthium italicum</i>	-0,082	0,021
<i>Stachys annua</i>	-0,140	0,120	<i>Persicaria lapathifolia</i>	-0,099	0,058
<i>Convolvulus arvensis</i>	-0,230	0,061	<i>Hibiscus trionum</i>	-0,154	0,067

Vizsgálatunk RDA ordinációs diagramja magas korrelációt mutat a talaj kötöttsége, sókoncentrációja, foszfortartalma és a talaj típusa között, valamint a földrajzi szélesség és a hosszúság szintén magas korrelációban van a legtöbb talaj paraméterrel. Ezzel szemben a talajművelés nem mutat összefüggést ezekkel a változókkal. A gazdálkodási rendszerek és a mintavételi év hatása kevésbé volt szignifikáns a gyomösszetételre, mint a talajparaméterek hatása.

Az Arany féle kötöttség, a talaj sókoncentráció és a földrajzi szélesség magasabb értékei, valamint az ökológiai gazdálkodás voltak azok a faktorok, amelyek az *Echinochloa crus-galli* és a *Xanthium italicum* fajok magasabb borítását okozták. Ezzel szemben ezek a fajok ritkábban fordultak elő a magasabb foszfor tartalmú és magasabban fekvő táblákon. Jól mutatkozik a különbség az eltérő alpművelések között, a szántott táblákon a *Triticum aestivum* és a *Chenopodium polyspermum* jelentkezett nagyobb borítással, a lazított táblákon az *Echinochloa crus-galli* és a *Convolvulus arvensis* volt gyakoribb gyomnövény (20. ábra).



20. ábra: A redundancia analízis (RDA) modell ordinációs diagramjai szárazborsó kultúrában (Nyíl: numerikus változó; háromszög: faktoriális talajváltozó; négyzet: faktoriális környezeti változó; szürke kör: gazdálkodási faktorok; fekete kör: fajok).

6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

6.1. A fénymag táblák gyomnövényzete

A fénymag gyomflórája és annak kapcsolata egyes talaj, környezeti, és gazdálkodási tényezőkkel a fénymag kis termesztési területe miatt a keveset kutatott témák közé tartozik. Azonban a hasonló termesztési feltételek, és paraméterek miatt az eredmények összevethetőek korábbi tanulmányok gabonákban kapott eredményeivel.

A mezőgazdasági területek gyomösszetételét számos tényező befolyásolja. A vizsgálatomban a fénymag gyomosodására 26 változó volt befolyással. Ezen változók egyidejű monitorozása elengedhetetlen a minél pontosabb, teljesebb eredmények meghatározásához, mivel egymásra pozitív, vagy negatív hatással is lehetnek. Az adatok feldolgozása során több változó kizárásra került a további elemzésből kollinearitásuk miatt. A herbicidek, a műtrágyázás, és a mechanikus gyomirtás szorosan összefüggött a termelési rendszerekkel (öko-, vagy konvencionális gazdálkodás), a talajművelési rendszer egyben meghatározta a talajművelés mélységét, és a különböző elővetemények csoportjai is szintén kölcsönhatásban voltak egymással. Ezek az összefüggések azt sugallják, hogy alapvetően nem ajánlott korlátlanul növelni a vizsgálatban szerepeltetett változók számát, ezzel szemben inkább azokat kell kiválasztani, amelyek a legnagyobb hatást gyakorolják a gyomflóra összetételére.

Vizsgálatom során több olyan változó is volt, amely befolyásolta a gyomborítottságot, azonban nem volt hatása a gyomnövények táblánkénti fajszámára, és/vagy a Shannon féle diverzitási indexre. A gyomszabályozás például kulcskérdés volt mind az ökológiai, mind a konvencionális gazdálkodási rendszerben, mivel hiányában a jövedelmező termelés nem elérhető. A gazdálkodási rendszerek gyomszabályozási képességei, eszköztárai eltérnek egymástól, a gyomflórák fajösszetételében nincs jelentős eltérés, azonban a gyomborítási értékekben jelentős különbségek voltak megfigyelhetők. Ez egybevág ZALAI (2011) eredményeivel, melyek szerint az ökológiai gazdálkodás kereteiben termesztett kultúrnövények gyomborítottsága magasabb a konvencionális gazdálkodási rendszereknél tapasztalhatónál.

Az elvégzett kovariancia analízis (ANCOVA) fénymag esetében megmutatta, hogy a talaj kötöttsége, pH értéke, nitrogén tartalma egyaránt befolyásolja a területek össz gyomborítottságát, táblánkénti fajszámát, a gyomfajok fontossági rangsorát, valamint a terméshozamot is. Ezen eredmények összhangban állnak PYSEK et al. (2005), FRIED et al. (2008), VIDOTTO et al. (2016) eredményeivel, melyek szerint a talaj kémhatása alapvető fontosságú a gyomosodás szempontjából, azonban más vizsgálatok esetében – például

NOWAK et al. (2015) esetében – ez a tényező nem fejtett ki szignifikáns hatást. BLACKSHAW et al. (2017) és PYSEK – LEPS (1991) szerint a jelen vizsgálathoz hasonlóan a nitrogén tartalom jelentősen befolyásolja a területek gyomflóráját. Vizsgálataim eredményei azt mutatták, hogy a talaj humusz-, magnézium- és réztartalma, valamint az őszi elővetemények hatással voltak az összes gyomborítás alakulására, a Shannon féle diverzitási indexre, és a hozamra, valamint a gazdálkodási rendszerek szignifikáns hatást fejtettek ki az összes gyomborításra és a Shannon féle diverzitási indexre, azonban a táblánkénti fajszámra nem. Azt tapasztaltuk, hogy a talaj mész- (kalcium-) és nátrium tartalma valamint az évjárat szignifikánsan hatott az össz gyomborításra és a termés hozamra, azonban a táblánkénti fajszámot, és a Shannon féle diverzitási indexet nem befolyásolta. A talaj kálium tartalma szignifikánsan hatott a Shannon féle diverzitási indexre és a termés hozamra, míg a cink tartalma a táblánkénti fajszámot, valamint a termés hozamot befolyásolta szignifikánsan. A talajok foszfor és a kén tartalma, valamint a vetés dátuma az összes gyomborítást szintén szignifikánsan befolyásolta. PINKE et al. (2012, 2016)-hoz hasonlóan én is azt tapasztaltam, hogy a talajok fizikai és kémiai tulajdonságai, a talajszerkezet a humusztartalom a káliumtartalom, a foszfortartalom, és a magnézium tartalom szignifikánsan befolyásolták a gyomfajok előfordulását. A mésztartalom növekedésének gyomosító hatása szintén igazolt LÉGÈRE et al. (1994) korábbi kutatása szerint, amit az én jelenlegi vizsgálataim is alátámasztanak. A kén tartalom tekintetében eredményeim megerősítik ANEES – KHALIL (2016) eredményeit melyek szerint a talaj kén tartalma befolyásolja a gyomnövények fejlődését.

A redundancia analízis eredményei megmutatták, hogy az évjárathatás volt a legnagyobb hatással a gyomflóra alakulására, amely a változó csapadékviszonyokkal magyarázható, mivel a csapadék változásai összhangban voltak a gyomok mennyiségének változásaival. Az évjárathatás és a csapadékviszonyok erős gyomflóra alakító hatása összhangban van PINKE et al. (2017), NAGY (2017) eredményeivel, melyek szerint az éghajlati hatások, köztük a csapadék és a hőmérséklet volt a legbefolyásosabb nettó hatással a gyomviszonyok alakulására. Eltérés a fenti eredményektől, hogy míg jelen vizsgálataimban fontos leíró változó volt a talaj kén, réz, mangán és cink koncentrációja, addig PINKE et al. (2017) szerint a kálium, kalcium, foszfor, voltak a jelentős változók. A két vizsgálat közös pontja a talaj magnézium tartalmának jelentősége a gyomviszonyok alakulására, melyet PINKE et al. (2013) korábbi vizsgálatai is megerősítenek. Az elővetemények szintén egyértelműen befolyásolták a gyomflóra összetételét, mely következtetés szintén egybevág PINKE et al. (2013) vizsgálataival. A redundancia analízis (RDA) szerint a gyomflóra összetételére az adatfelvétel évének (15,6%),

a talajféleségnek (10,0%) és a gazdálkodási rendszernek (5,8%) volt a legnagyobb mértékű hatása. Ezen felül összesen még kilenc tényező volt szignifikáns hatású a modellben. Az RDA által magyarázott teljes eltérés, beleértve az összes talaj, környezeti és gazdálkodási tényezőt, 21,3; 23,0 és 8,8% volt.

6.2. A szárazborsó táblák gyomnövényzete

A szárazborsó területek gyomflórája a kalászosokéhoz hasonló, azonban összehasonlításuk nem minden esetben egyértelmű. Jóllehet mind a kalászos kultúrnövények, mind a borsó gabona sortávra vetett, viszonylag nagy csíraszámú kultúrnövény, emellett tenyészidejük is hasonló, a két kultúra gyomflórájának különbségei szembetűnőek. Ezek az eltérések azon alapulhatnak, hogy a kalászos gabonák nagyságrendekkel nagyobb területen kerülnek termesztésbe, mint a borsó, így különböző régiók változatosabb talaj, környezeti, és gazdálkodási tényezői hatnak gyomosodásukra.

Amint a fénymag esetében, úgy a szárazborsó területek vizsgálata során is fontos a különböző változók egyidejű monitorozása, mivel egymásra pozitív, vagy negatív hatással is lehetnek. Az ökológiai termesztés keretei között a gyomszabályozás a növényvédelem sarokpontja. A gazdálkodási rendszerek (ökológiai, és konvencionális) főként a gyomok mennyiségében – borítási értékeikben különböztek, ugyanakkor a gyomflóra táblánkénti fajszám, illetve Shannon féle diverzitási index alapján jellemzett diverzitása hasonló volt. Annak ellenére, hogy a konvencionális területeken történt herbicid használat, az ökológiai területeken nem, valamint a tápanyag utánpótlás módja is eltért egymástól.

Az adatelemzés előkészítéseként számos változó mutatott kollinearitást egymással – a talajművelés mélysége a talajművelési móddal korrelált, a mechanikai gyomszabályozások száma, a kijuttatott MCPB herbicid és a kijuttatott műtrágyák (nitrogén, foszfor, és kálium) mennyisége korrelált a gazdálkodási rendszerekkel, valamint a tavaszi gabona sortávra vetett elővetemények korreláltak más előveteményekkel, mely a vizsgálatba vont magyarázó változók számának csökkenését eredményezte. A többi vizsgált változóból felállított szűkített modell alapján a talaj kémhatása, humusz-, mész-, és káliumtartalma, a földrajzi hosszúság szerinti elhelyezkedés, az elővetemények nem gyakorolt statisztikailag kimutatható, szignifikáns hatást a szárazborsó táblák gyomosodására. Mindemellett az említett változók vizsgálatból való kizárását követően arra a következtetésre jutottam, hogy érdemes ezeket a faktorokat hosszabb távú kísérlet során is vizsgálni, vagy amennyiben erre nincs lehetőség limitálni kell a vizsgált

változók számát a jövőbeni kutatások során, és kizárólag a kulcsfaktorokra (ténylegesen ható környezeti tényezőkre) kell nagy hangsúlyt fektetni.

Az kovariancia analízis (ANCOVA) a szárazborsó táblák vizsgálata során megmutatta, hogy a talajféleség, és a földrajzi hosszúság hatással van az összes gyomborításra és a táblánkénti fajszámra, azonban nem befolyásolja a Shannon féle diverzitási indexet. A talaj pH értéke, sótartalma, mész tartalma, az évjárat és az őszi elővetemények aránya befolyásolta az összes gyomborítás értékét, azonban a táblánkénti fajszámra és a Shannon féle diverzitási indexre nem volt szignifikáns hatása. A termőterületek humusztartalma, kálium tartalma és a tavaszi elővetemények a gyomfajok jelenléte alapján számított Shannon féle diverzitási indexet befolyásolták, az össz gyomborításra és a táblánkénti fajszámra nem voltak hatással. A talajok foszfor tartalma kizárólag a táblánkénti fajszámra volt hatással. A talaj kötöttsége, a tengerszint feletti magasság, a földrajzi szélesség, a talajművelési mód és a gazdálkodási mód egyik esetben sem volt szignifikáns. A gazdálkodási módok tekintetében szárazborsó kultúrában az eredményeim nem igazolták ZALAI (2011) eredményeit, aki azt tapasztalta, hogy az ökológiai területeket szignifikánsan magasabb gyomborítás jellemzi. A földrajzi adottságok gyomflóra alakító hatásáról, elsősorban változatosabb domborzati viszonyú területek esetében érdemes beszélni. Eredményeim LOSOSOVÁ et al. (2004), PÁL et al. (2013) NOWAK et al. (2015) megállapításaival összhangban voltak, miszerint a földrajzi hosszúságnak gyomborításra, és táblánkénti fajszámra való hatása szignifikáns. Jómagam azonban a földrajzi szélességet vizsgálataim esetben nem tapasztaltam szignifikáns hatású tényezőnek. Az évjárat hatása a gyomborítási értékekre KÖVESPATAKI et al. (2023) szerint is fontos tényező, emellett vizsgálataikból szintén kiderül, hogy a táblánkénti fajszámot, és a Shannon féle diverzitás index értékét nem befolyásolta, mely megállapításokat vizsgálataim is alátámasztják.

Eredményeim szárazborsó kultúrnövény esetében is összhangban állnak PYŠEK et al. (2005), FRIED et al. (2008), VIDOTTO et al. (2016) talaj kémhatást vizsgáló eredményeivel, de az szemben állnak NOWAK et al. (2015) tapasztalataival. A fénymaggal ellentétben a szárazborsó esetében nem vonható párhuzam BLACKSHAW et al. (2017) és PYŠEK – LEPS (1991) következtetéseivel, akik szerint a nitrogén tartalom jelentősen befolyásolja a területek gyomflóráját.

A talajok fizikai és kémiai tulajdonságai, a talajféleség, talajszerkezet a humusztartalom, és a foszfortartalom, korábbi vizsgálatok szerint is jelentősen befolyásolták a gyomfajok előfordulását (PINKE et al. 2012, 2016). A mésztartalom növekedésének gyomosító hatása

szintén igazolt LÉGÈRE et al. (1994) korábbi kutatása szerint, amiket e dolgozat eredményei is megerősítenek.

A redundancia analízis szerint a vizsgálat éve és a talaj paraméterei voltak a legnagyobb hatással a szárazborsó területek gyomösszetételére. A fénymag területekhez hasonlóan az évjáratok hatása legnagyobb mértékben a változó csapadékviszonyokkal magyarázható, mivel a csapadék változásai összhangban voltak a gyomok összetételének változásaival, így PINKE et al. 2017 eredményei ezeket a következtetéseket is alátámasztják. Fontos megemlíteni, hogy ennek a változónak a hatása a jelen kutatás tárgyát képező, vagy ahhoz hasonló régióra vonatkoztatható. Hasonlóképpen a talajváltozók magyarázó hatása is csak hasonló talajparaméterekkel rendelkező termőterületeken értelmezhető. A különböző agroökológiai régiók gyomflórája hasonló változók hatására is jelentősen eltérhet egymástól.

6.3. Áttekintés a dolgozatban vizsgált kultúrák vonatkozásában

A fénymag és a szárazborsó két nagyban különböző növényfaj, azonban gyomflórájuk, és az azokat befolyásoló tényezők sokban hasonlóságot mutatnak. A szárazborsó táblák össz gyomborítása átlagosan magasabb volt a fénymag területekénél. A gazdálkodási rendszerek tekintetében az ökológiai gazdálkodású táblák mindkét kultúrnövény esetében gyomosabbak volt, mint a konvencionális táblák. A fénymag területek legfontosabb gyomfajai az *Echinochloa crus-galli* (4,2 % borítás), *Cirsium arvense* (1,6 %), *Xanthium italicum* (1,6 %), és *Setaria viridis* (1,0 %) voltak. A szárazborsó területek esetében az *Echinochloa crus-galli* (6,03 %), *Convolvulus arvensis* (4,48 %), *Cirsium arvense* (1,73 %), *Xanthium italicum* (1,63 %) és a *Hibiscus trionum* (1,42 %) jelenléte volt számottevő. Mint az látható az *Echinochloa crus-galli* mindkét esetben a legfontosabb gyomnövény, valamint a *Cirsium arvense* és a *Xanthium italicum* is a fontos gyomok egyike volt.

Mindkét kultúra esetében a T4-es gyomnövények adták a borítás túlnyomó részét, emellett a G3-as fajok is magas értékekkel jelentek meg. A T3, T2-es gyomok a fénymag és a borsó táblákon is, megközelítőleg hasonló mértékben jelentek meg.

Eltérés mutatkozott a gyomfajok gyakoriságát illetően. Míg a fénymag területeken a *Hibiscus trionum*, *Cirsium arvense*, *Xanthium italicum*, *Echinochloa crus-galli*, *Setaria viridis*, *Chenopodium album*, addig a borsó táblákon *Echinochloa crus-galli*, *Convolvulus arvensis*, *Cirsium arvense*, *Chenopodium album*, *Setaria viridis* volt a sorrend.

A statisztikai vizsgálatok eredménye szerint a fénymag területek gyomosodását több változó befolyásolta, mint a borsó területekét. Fénymag vetésekben szignifikáns tényezők voltak a talaj kötöttsége, kémhatása, humusz-, nitrogén-, foszfor-, kálium-, kalcium-, nátrium-, magnézium-, réz-, mangán-, cinktartalma. Ezeken felül az alkalmazott gazdálkodási rendszer, az elővetemény, a talajművelés módja és a vetésidő. Ezzel szemben a szárazborsó vetésekben csak a talajféleség, a kémhatás, sótartalom, a humusztartalom, foszfor-, kálium-, kalciumtartalmak, a földrajzi hosszúság, az évjárat és az elővetemény voltak szignifikánsak.

A fénymag vizsgálatával ellentétben a szárazborsó területek tekintetében nem álltak rendelkezésre terméshozamok, illetve a talajok pontos mikroelem paraméterei, így ennek összevetése, vizsgálata nem volt lehetséges. Későbbi vizsgálatok során, a lehető legpontosabb eredmények elérése érdekében javaslom bővíteni a vizsgált változók körét.

A statisztikai elemzések egyértelmű eredményei ellenére fontos megjegyezni, hogy ezen változók megfigyelt hatása és az abból levont következtetések egyedül a vizsgált, vagy ahhoz hasonló talaj, időjárási és termesztési körülményekkel rendelkező régiókra alkalmazhatóak. Eltérő paraméterekkel rendelkező régiók, más változók hatása eltérő gyomflórával rendelkezhetnek.

Összességében elmondható, mind a fénymag mind a szárazborsó kultúrák esetében, hogy a jó elővetemény, a megfelelő talajelőkészítés, optimális vetésidő, jó minőségben elvégzett vetés, harmonikus tápanyagellátás segíti a kultúrnövény kezdeti fejlődését, mely a korai, jó gyomelnyomó képességre kedvező hatással van. Jó állománysűrűség, megfelelően fejlett állomány mellett a fénymagban betakarításig nem áll fenn a felgyomosodás veszélye, a szárazborsó levelének elszáradása után azonban felgyomosodhat a terület.

Mivel a vizsgált kultúrák kezelésére szűkös herbicid választék áll rendelkezésre, ezért termesztésük során ajánlott a rendszerben való gondolkozás. Fénymag esetében fontos az egyszikű gyomnövények területen való felszaporodásának megakadályozása. Amennyiben mégis fertőzött a terület, kerüljük a fénymag vetését. Mindkét kultúra esetében fontos a gyomosodási problémák időben való felismerése, és gyors beavatkozás. A mégis elgyomosodott területek nagy termésvesztéssel, nehezen takaríthatók be, a termények tisztítása (amely a fénymag esetében speciális tisztítóberendezést igényel) jelentős plusz munkát, költséget jelent, amiből a karantén gyommagok, például *Avena fatua* teljes kitisztítása nem megoldható.

Jelen vizsgálat tanulmányozása után, a terület választásának fontossága felértékelődik, saját termőterület leíró változóinak ismeretével eldönthető, gyomszabályozási szempontból kedvező-e fénymag, vagy szárazborsó termesztésére.

7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Új tudományos eredményeim értékelése során fontos leszögezni, hogy az abban tett megállapítások csak a vizsgált földrajzi régió (Észak Békés vármegye, Gyomaendrőd és Szarvas térsége) és a vizsgált területek erősen kötött talajtípusa esetében értelmezendők.

1. Megállapítottam, hogy a vizsgált területen fénymag kultúrában a legjelentősebb gyomnövények a T4 és a G3 életforma csoportba tartoztak, melyek fontossági sorrendben: *Echinochloa crus-galli*, *Cirsium arvense*, *Xanthium italicum*, *Setaria viridis*, *Hibiscus trionum*, *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Persicaria lapathifolia*, *Avena fatua*.

2. Megállapítottam, hogy a vizsgált területen szárazborsó kultúrában a legjelentősebb gyomnövények a T4 és a G3 életforma csoportba tartoztak, melyek fontossági sorrendben: *Echinochloa crus-galli*, *Convolvulus arvensis*, *Cirsium arvense*, *Xanthium italicum*, *Hibiscus trionum*, *Fallopia convolvulus*, *Avena fatua*, *Chenopodium album*, *Triticum spelta*, *Tripleurospermum inodorum*.

3. Megállapítottam, hogy fénymag kultúra esetében az évjárat hatása és a talaj nitrogén tartalma szignifikánsan befolyásolja a gyomborítást, a Shannon féle diverzitási indexet és a terméshozamot. Mindemellett az ökológiai gazdálkodású területek gyomborítottsága több, mint kétszerese a konvencionálisnak, azonban sem a gyomfajok táblánkénti száma, sem pedig a Shannon féle diverzitási indexe nem változik gazdálkodási rendszerek hatására.

4. Szárazborsó kultúra esetében megállapítottam, hogy a gyomosodás mértékét a talajok magasabb pH értéke, magasabb só- és kalcium tartalma, földrajzi hosszúság szerinti keletibb elhelyezkedése, valamint az őszi elővetemények kisebb gyakoriságú előfordulása segítette elő. A talajféleségek közül a leggyomosabb a réti öntés talajok voltak. Az évjáráthatás 2020-as év kivételével nem mutatott szignifikáns eltérést.

5. Mind fénymag, mind szárazborsó kultúra esetében megállapítottam, hogy a gyomnövényzet összetételére mind a talajtani tényezők összessége, mind a környezeti tényezők összessége – beleértve az évjárat hatást – nagyobb hatást fejt ki, mint a gazdálkodási tényezők együttvéve.

6. A talajtani tényezők hatását elemezve megállapítottam, hogy fénymag esetében a talaj kén-, réz-, magnézium-, mangán-, és cinktartalma, míg szárazborsó esetében a talaj típusa, kötöttsége, só- és foszfortartalma befolyásolja a gyomnövényzet összetételét.

7. Megállapítottam, hogy – mind fénymag, mind szárazborsó kultúra esetében – az évjárat, mint környezeti tényező fejtette ki a legnagyobb hatást a gyomnövényzet összetételére.

8. Megállapítottam, hogy gazdálkodási változók közül fénymag esetében csak az elővetemény, míg szárazborsó esetében csak a gazdálkodási mód és a talajművelés fejt ki hatást a gyomnövényzet összetételére.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

Napjaink mezőgazdasági termelését egyfajta bizonytalanság, útkeresés jellemzi. Ennek megfelelően a gazdálkodók kénytelenek elszakadni a megszokásoktól, és a területeiken új, eddig esetleg számukra ismeretlen növényeket termeszteni. A változékony, környezeti viszonyok – legfőképpen az elmúlt évjáratokat jellemző szélsőséges csapadékeloszlás, valamint a kiszámíthatatlan, terménypiac szintén ezt a változást segíti elő. A fénymag és a szárazborsó termesztése a szokványos szántóföldi gabonák gépparkját igényli, emellett a vetésforgóba könnyen beilleszthető, jó előveteménynek számító növények. További előnyük, hogy tenyészidejük rövid, korai bevételi forrásnak számítanak, mind a belföldi, mind az exportpiacuk stabil. Ennek megfelelően mindkét növénytermesztési volumene növekvőben van, a következő években termesztésük várhatóan egyre szélesebb körben el fog terjedni Magyarországon.

Kutatásom célja a fénymag és a borsó kultúrák gyomnövényzetének átfogó vizsgálata volt a gyomflóra változásait befolyásoló változók figyelembevétele mellett. A terepi munkát 2017-2020 között végeztem borsó esetében Békés és Csongrád-Csanád vármegyében Gyomaendrőd és Szarvas városok külterületein, illetve fénymag esetében Békés vármegyében Gyomaendrőd város külterületén. 2017-ben 15 (7 szárazborsó, 8 fénymag), 2018-ban 13 (6 szárazborsó, 7 fénymag), 2019-ben 18 (10 szárazborsó, 8 fénymag) és 2020-ban 16 (8 szárazborsó, 8 fénymag) táblában. Mind a négy évjáratban és mindkét kultúrában egyaránt vizsgáltam ökológiai és konvencionális területek gyomviszonyait. A gyomfelvételezések során időpontonként, táblánként nyolc darab véletlenszerűen elhelyezett mintaterületet vizsgáltam. A mintaterületek felvételezési pontonként 1 m² területűek voltak. A mintaterületek, majd táblák értékelése a jelenlévő gyomnövények fajszáma, illetve borítási értékei alapján történt.

A gyomfelvételezett táblák talajtani, környezeti és gazdálkodási környezetének adatait összegyűjtöttem, majd a gyomfelvételezések adatait kultúránként, termelési rendszerenként, táblánként összegeztem. Melyet a különböző leíró változók gyomosodásra és gyomnövényzet összetételre kifejtett hatásának statisztikai vizsgálata követett.

A vizsgálat helyszínét adó régió talajadottságai igen heterogének, a jó minőségű mély termőrétegű jó vízgazdálkodású csernozjom talajoktól egészen a szélsőséges, réti öntés, agyagos, szikesedő talajokig számos talajtípus megtalálható. Az évjáráthatás - főleg a szélsőséges csapadékeloszlás - nagy különbségeket okoz az egyes évek gazdálkodásában, jövedelmezőségében. Ennek megfelelően a gyomflóra éves alakulása is igen változó, mind a különböző adottságú területek, mind az egyes kultúrnövények tekintetében. A vizsgált

területeken kultúrától függetlenül jellemzően magas gyomborítási értékek mellett, gazdag gyomflóra alakul ki. A környezeti tényezők különböző hatása mellett a régióra, illetve a talajtípusokra jellemző gyomfajok felszaporodása tapasztalható.

A fénymag táblák átlagos gyomborítása 10,8% volt. A legnagyobb számban a nyárutói egyéves gyomfajok fordultak elő 8,4 % összes borítási értékkel, valamint a geofita fajok szintén jelentős, 2,0 % borítással. A legelterjedtebb gyomfajok az *Echinochloa crus-galli* (4,2%), *Cirsium arvense* (1,6%), *Xanthium italicum* (1,6%), és *Setaria viridis* (1,0%) voltak. Ezen kívül olyan gyomfajok, mint a *Hibiscus trionum* (0,8%), *Chenopodium album* (0,4%), *Convolvulus arvensis* (0,3%), *Ambrosia artemisiifolia* (0,2%), *Persicaria lapathifolia* (0,2%), és *Avena fatua* (0,1%) borítási értékei ugyan 1% alattiak, azonban még mindig szignifikáns jelentőségűek.

A szárazborsó táblák gyomborítási értékének több mint felét a nyárutói egyévesek foglalták el. (összesen 13,3%) Az egynyáriak mellett, a geofita fajok %-os borítása volt a következő legmagasabb. A magas borítással rendelkező gyomfajok, melyek több mint 1% borítást értek el a következők voltak: *Echinochloa crus-galli* (6,03 %), *Convolvulus arvensis* (4,48 %), *Cirsium arvense* (1,73 %), *Xanthium italicum* (1,63 %) és *Hibiscus trionum* (1,42 %). A gyomfajok mellett árvakelésű kultúrnövények is megjelentek a területeken, mint a *Triticum spelta*, *T. aestivum* és *Brassica napus*, 0,46 %, 0,17 % és 0,10 % borítás mellett.

A vizsgálat értékelése során megállapítottam, hogy mindkét kultúrában a legjelentősebb gyomnövények a T4 és a G3 életforma csoportba tartoznak. A gyomosodást legnagyobb mértékben – mind fénymag, mind szárazborsó kultúra esetében – az évjárat, mint környezeti tényező befolyásolta. Megállapítottam, hogy fénymag esetében a talaj kén-, réz-, magnézium-, mangán-, és cinktartalma, míg borsó esetében a talaj típusa, kötöttsége, só- és foszfortartalma befolyásolja a gyomnövényzet összetételét. Fénymag esetében megállapítottam, hogy az ökológiai termesztés a konvencionálissal szemben gyomosító hatású. A gyomborítás több mint a háromszorosa az ökológiai területeken, azonban a táblánkénti fajszám nem változik gazdálkodási rendszerek hatására. Szárazborsó esetében megállapítottam, hogy a gyomosodás mértékét a talajok magasabb pH értéke, magasabb só- és kalcium tartalma, földrajzi hosszúság szerinti keletibb elhelyezkedése, valamint az őszi elővetemények kisebb gyakoriságú előfordulása segítette elő. A talajféleségek közül a leggyomosabb a réti öntés talajok voltak. Az évjáráthatás 2020-as év kivételével nem mutatott szignifikáns eltérést.

Vizsgálataim alátámasztják az a feltevésemet, hogy eltérő gazdálkodási körülmények hatásaként eltérő gyomnövényzet alakul ki az érintett területeken. Az eltéréseket mindkét vizsgált kultúra esetében statisztikai próbákkal is alátámasztottam.

9. SUMMARY

Agricultural production today is characterized by a kind of uncertainty, a search for a way. Accordingly, farmers are forced to break away from habits and grow new plants on their land that may not have been known to them until now. The changeable environmental conditions, especially the extreme rainfall distribution characteristic of the past years, as well as the unpredictable crop market also contribute to this change. The cultivation of canary grass and peas requires the machinery used for conventional field cereals, furthermore, they can be easily included in the crop rotation, and are considered a good pre-crop. Another advantage is that their breeding period is short, they are considered an early source of income, and both their domestic and export markets are stable. Accordingly, the cultivation volume of both plants is increasing, it is expected to become more and more widespread in Hungary during the upcoming years.

The aim of my research was a comprehensive examination of the weed vegetation of the canary grass and pea cultures, while taking into account the variables that influence the changes in the weed flora. The research work regarding the dry peas was carried out between 2017-2020 in the areas of Békés and Csongrád-Csanád county: on the outlying areas of Gyomaendrőd and Szarvas, and in Békés county on the outlying areas of Gyomaendrőd regarding the canary grass. In 2017, on 15 fields (7 peas, 8 canary grass), in 2018 on 13 fields (6 peas, 7 canary grass), in 2019 on 18 fields (10 peas, 8 canary grass), and in 2020 on 16 fields (8 peas, 8 canary grass). I have analysed the ecological and conventional weed conditions of both cultures in all four years. During the weed analysis, I have examined eight randomly placed sample areas per time and per field. The sample areas were 1 m² per recording point. The sample areas and then the fields were evaluated based on the number of weed species present, their cover values, and their distribution.

I collected the soil, environmental, and management data of the weed-recorded fields, and then summarized the weed-recording data per culture, production system, and field. This was followed by a statistical analysis of the effect of the various descriptive variables on weed growth and the composition of the weed vegetation.

The properties of the examined soil in the region are very heterogeneous, ranging from high-quality chernozem soils with good water management to extreme meadow, clayey, salinized soils. The seasonal effect - especially the extreme rainfall distribution - causes big differences

in the management and profitability of individual years. Accordingly, the annual development of the weed flora is also very variable, both in terms of areas with different characteristics and in terms of individual crops. In the studied areas, regardless of the culture, a rich weed flora develops, typically with high weeding values. There is an increase in weed species characteristic of the various effects of environmental factors, and of the region and soil types.

The average weed coverage of the canary grass fields was 10.8%. The largest number of late summer annual weed species occurred with 8.4% of the total coverage value, as well as geophyte species with a significant coverage of 2.0%. The most common weed species were *Echinochloa crus-galli* (4.2%), *Cirsium arvense* (1.6%), *Xanthium italicum* (1.6%), and *Setaria viridis* (1.0%). In addition, weed species such as *Hibiscus trionum* (0.8%), *Chenopodium album* (0.4%), *Convolvulus arvensis* (0.3%), *Ambrosia artemisiifolia* (0.2%), *Persicaria lapathifolia* (0.2%), és *Avena fatua* (0.1%) have coverage values below 1%, are but still significant.

More than half of the weed coverage value of the pea fields was taken up by late summer annuals (total of 13.3%). Besides the annuals, the coverage percentage of geophytic species was the next highest. The weed species with high coverage, which reached more than 1% coverage, were: *Echinochloa crus-galli* (6.03 %), *Convolvulus arvensis* (4.48 %), *Cirsium arvense* (1.73 %), *Xanthium italicum* (1.63 %) and *Hibiscus trionum* (1.42 %). In addition to the weed species, volunteer crops such as *Triticum spelta*, *T. aestivum* and *Brassica napus* appeared in the areas with 0.46%, 0.17% and 0.10% coverage.

During the evaluation of the study, I found that the most significant weeds in both cultures belong to the T4 (summer annual) and G3 (rhizome perennial) life form groups. Weed growth was most influenced by the vintage year as an environmental factor, both in the case of canary grass and pea crops. I found that in the case of canary grass, the sulphur, copper, magnesium, manganese, and zinc content of the soil, while in the case of peas, the soil type, firmness, salt, and phosphorus content influence the composition of the weed vegetation. In the case of canary grass, I found that organic cultivation has a weeding effect compared to conventional cultivation. Weeding is more than three times higher in organic areas than conventional fields, but neither the number of species per field nor the Shannon diversity index changes as a result of farming systems. In the case of peas, I found that the degree of weeding was facilitated by the higher pH value of the soil, higher salt and calcium content, the more eastern location according to geographical longitude, and the less frequent occurrence of autumn preceding crops. Among the soil types, the meadow alluvial soils were the weediest. Except for 2020, the vintage year effect did not show a significant difference.

My analysis supports my assumption that different weed vegetation develops in the affected areas as a result of different farming conditions. I also confirmed the differences with statistical tests in the case of both investigated cultures.

10. MELLÉKLETEK

10.1. Irodalomjegyzék

1. 46/2012. VM rendelet: 46/2012. (V. 8.) VM rendelet a növényvédelmi tevékenységről szóló 43/2010. (IV. 23.) FVM rendelet módosításáról. Online elérhető: <https://njt.hu/jogszabaly/2012-46-20-2Y> (letöltve: 2024.08.30.)
2. ABDEL-AAL, E. S. M., HUCL, P. J., SOSULSKI, F. W. (1997): Structural and compositional characteristics of canaryseed (*Phalaris canariensis* L.). In: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 3049-3055. <https://doi.org/10.1021/jf970100x>
3. ABDEL-AAL, E. S. M., HUCL, P., PATTERSON, C. A., GRAY, D. (2010): Fractionation of hairless canary seed (*Phalaris canariensis*) into starch, protein, and oil. In: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 7046-7050. <https://doi.org/10.1021/jf100736m>
4. ÁCS, A. (1980): A borsó nagyüzemi termesztése. In: Kiss Á.: *A borsó termesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.* 86-88.
5. AGROMÉDIUM 1: online elérhető: <https://agromedium.com/hu-hu/novenyvedo-szerek/?cr=bors%C3%B3> (letöltve: 2024.06.12.)
6. AGROMÉDIUM 2: online elérhető: <https://agromedium.com/hu-hu/novenyvedo-szerek/?cr=f%C3%A9ny> (letöltve: 2024.06.12.)
7. ALAMY: online elérhető: <https://www.alamy.com/pea-image67496591.html?imageid=DDCAB6D9-CACD-4897-A9DC-FB8D098B070E&p=89666&pn=1&searchId=400ee48ed05739fbf584fa33c3f47e3c&searchtype=0> (letöltve: 2024.08.04.)
8. ALDRICH, R.J. (1984): Weed-Crop Ecology. Principles in Weed Management. In: *Breton Publishers, North Institute, Massachusetts*, 465.
9. ANDREASEN, C., SKOVGAARD, I. M. (2009): Crop and soil factors of importance for the distribution of plant species on arable fields in Denmark. In: *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 133, 61-67.
10. ANDREASEN, C., STREIBIG, J. C., HAAS, H. (1991): Soil properties affecting the distribution of 37 weed species in Danish fields. In: *Weed Research*, 31, 181-187.
11. ANEES, A. M., KHALIL, S. K., (2016): Impact of nitrogen, sulfur levels and their ratios on weed density, weed biomass, plant height and harvest index of maize hybrid 'Babar'. In: *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 22, 81.
12. ANTAL, J. (1987): Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
13. ANTAL, J. (2000): Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

14. ASCARD, J. (1998): Comparison of flaming and infrared radiation techniques for thermal weed control. In: *Weed Research*, 38, 69-76.
15. ASTATKIE, T., RAFAI, M.N., HAVARD, P., ADSETT, J., LACKO-BARTOSOVA, M., OTEPKA, P. (2007): Effectiveness of hot water, infrared and open flame thermal units for controlling weeds. In: *Biological Agriculture and Horticulture*, 25, 1-12.
16. AULD, B. A., MORIN, L. (1995): Constraints in the Development of Bioherbicides. In: *Weed Technology*, 9, 638-652.
17. AUSGRASS2: online elérhető: <http://ausgrass2.myspecies.info/> (letöltve: 2024.06.12.)
18. AUSKALNIENE, O., KADZIENE, G., JANUSAUSKAITE, D., SUPRONIENE, S. (2018): Changes in weed seed bank and flora as affected by soil tillage systems. In: *Zemdirbyste*, 105, 221-226. <https://doi.org/10.13080/z-a.2018.105.028>
19. AVOLA, G., TUTTOBENE, R., GRESTA, F., ABBATE, V. (2008): Weed control strategies for grain legumes. In: *Agronomy for Sustainable Development*, 28, 389-395.
20. AYENI, A. O., AKOBUNDU, I. O., DUKE, W. B. (1984): Weed interference in maize, cowpea and maize/cowpea intercrop in a subhumid tropical environment. II. Early growth and nutrient content of crops and weeds. In: *Weed Research*, 24, 281-290
21. BAHL, G. S., PASRICHA, N. S. (2000): N-utilization by maize (*Zea mays* L.) as influenced by crop rotation and field pea (*Pisum sativum* L.) residue management. In: *Soil Use and Management*, 16, 230-231.
22. BALÁZS, J. (2004): Az étkezési és takarmányborsó és bab. In: *Izsáki Z., Lázár L.: Szántóföldi növények vetőmagtermesztése és kereskedelme. Mezőgazda Kiadó, Budapest.* 308-323.
23. BALDINI, R. M. (1993): The genus *Phalaris* L. (Gramineae) in Italy. In: *Webbia*, 47, 1-53. <https://doi.org/10.1080/00837792.1993.10670531>
24. BANO, A., FATIMA, M. (2009): Salt tolerance in *Zea mays* (L.) following inoculation with *Rhizobium* and *Pseudomonas*. In: *Biology and Fertility of Soils*, 45, 405-413. <https://doi.org/10.1007/s00374-008-0344-9>
25. BARBERI, P., CASCIO, B. L. (2001): Long-term tillage and crop rotation effects on weed seedbank size and composition, In: *Weed Research*, 41, 325-340.
26. BECKIE, H. J., BRANDT, S. A., SCHOENAU, J. J., CAMPBELL, C. A., HENRY, J. L., JANZEN, H.H. (1997), Nitrogen contribution of field pea in annual cropping systems 2. Total nitrogen benefit. In: *Canadian Journal of Plant Science* 77, 323-331.
27. BENGHA, S. H., HAMILTON, R. I., DWYER, L. M., STEWARD, D. W., CLOUTIER, D., ASSEMAT, L., FOROUTAN-POUR, K., SMITH, D. L. (2001): Weed biomass production response to plant spacing and corn (*Zea mays*) hybrids differing in canopy architecture. In: *Weed Technology*, 15, 647-653.
28. BERZSENYI, Z. (1995): Gyomszabályozás a fenntartható növénytermesztésben. In: *Agrofórum*. 6 (4). 7-10.

29. BERZSENYI, Z. (2000): Gyomszabályozás módszerei. In: Hunyadi K., Béres I., Kazinczi G. (szerk.) *Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.* 334-379.
30. BLAIR, A. M., JONES, P. A., INGLE, R. H., TILLET, N. D., HAUGE, T. (2002): The integration of herbicides with mechanical weeding for weed control in winter wheat. In: *Journal of Agricultural Science*, 139, 385-395.
31. BLACKSHAW, R. E., BRANDT, R. N., JANZEN, H. H., ENTZ, T., GRANT, C. A., DERKSEN, D. A. (2017): Differential response of weed species to added nitrogen. In: *Weed Science*. doi:10.1614/0043-1745(2003)051[0532:DROWST]2.0.CO;2
32. BOCZ, E. (1996): Szántóföldi növénytermesztés. In: *Mezőgazda Kiadó, Budapest.* 448-474.
33. BÓDIS, L. (1983): Az abrakhüvelyesek termesztése. In: *Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.* 240.
34. BODÓ, I., KOVÁCS, S. (1994): A borsó vetőmagtermesztés növényvédelme a Dombóvári Alkotmány Mg. Kereskedelmi és Szolgáltató Szövetkezetben. In: *Növényvédelem* 30, 388-391.
35. BORHIDI, A. (1993): A Magyar Flóra szociális magatartás típusai, természetességi és relatív ökológiai értékszámai. Janus Pannonicus Tudományegyetem, Pécs. 39 pp.
36. BOYE, J. I., ACHOURI, A., RAYMOND, N., CLEROUX, C., WEBER, D., KOERNER, T. B., HUCL, P., PATTERSON, C. A. (2013): Analysis of glabrous canary seeds by ELISA, mass spectrometry, and Western blotting for the absence of cross-reactivity with major plant food allergens. In: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, 6102-6112. <https://doi.org/10.1021/jf305500t>
37. BSBI (Botanical Society of Britain & Ireland, Online Atlas of the British and Irish Flora) online elérhető: <https://www.brc.ac.uk/plantatlas/> (letöltve: 2024.06.11.)
38. BÚVÁR, G., HADÁSZI, L., FODOR, I. (2000): A forgatás nélküli talajművelés gyomszabályozási vonatkozásai (Weed control aspects of no-tillage systems). In: *Gyakorlati Agrofórum*, 11, 90-92.
39. BUZÁS, I., FEKETE, A., BUZÁS, I.-NÉ, CSENGERI, P.-NÉ, KOVÁCS, Á.-NÉ. (szerk.) (1979): Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer. In: *MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Budapest.* 68.
40. CARDINA, J., HERMS, C. P., DOOHAN, G. J. (2002): Crop rotation and tillage system effects on weed seedbanks. In: *Weed Science*, 50, 448-460. [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2002\)050\[0448:CRATSE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2002)050[0448:CRATSE]2.0.CO;2)
41. CHAMBERS, J. M., FREENY, A., HEIBERGER, R. M. (1992): Analysis of variance, designed experiments. In: *Chambers J. M., Hastie T. J., eds., Statistical Models in S, 1st ed. Wadsworth & Brooks/Cole, Pacific Grove, CA, USA.* 145-194.
42. CHAUHAN, B. S., KAUR, P., MAHAJAN, G., RANDHAWA, R. K., SINGH, H., KANG, M. S. (2014): Global warming and its possible impact on agriculture in India. In:

- Advances in Agronomy*, 123, 65-121. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-420225-2.00002-9>
43. CHOLANGO-MARTINEZ, L. P., ZHANG, X. M., HUCL, P. J., KUTCHER, H. R. (2016): First report of fusarium head blight, caused by *Fusarium graminearum*, on annual canarygrass (*Phalaris canariensis*) in Saskatchewan, Canada. In: *Plant Disease*, 100, 1780-1781. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-22-1647-PDN>
 44. CHOLANGO-MARTINEZ, L. P., HALLIDAY, J. R., HUCL, P. J., KUTCHER, H. R. (2019): First report of ergot (*Claviceps purpurea*) on canary grass (*Phalaris canariensis*) in Saskatchewan, Canada. In: *Plant Disease*, 103, 2682. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-18-2083-PDN>
 45. CIMALOVÁ, Š., LOSOSOVÁ, Z. (2009): Arable weed vegetation of the northeastern part of the Czech Republic: effects of environmental factors on species composition. In: *Plant Ecology* 203, 45-57.
 46. CLAYTON, W. D., VORONTSOVA, M. S., HARMAN, K. T., WILLIAMSON, H. (2016): GrassBase - The Online World Grass Flora. Available online: <http://www.kew.org/data/grasses-db/index.htm>
 47. CLEMENTS, D. R., DITOMMASO, A. (2011): Climate change and weed adaptation: can evolution of invasive plants lead to greater range expansion than forecasted. In: *Weed Research*, 51, 227-240. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2011.00850.x>
 48. COGLIATTI, M. (2012): Canaryseed crop. Scientia In: *Agropecuaria*, 1, 75-88.
 49. COGLIATTI, M. (2014): Manejo del cultivo de alpiste (*Phalaris canariensis* L.). In: *Cogliatti M., ed., El cultivo del alpiste (Phalaris canariensis L.). Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Azul, Argentina*. 38-54. (in Spanish)
 50. COGLIATTI, M., BONGIORNO, F., VALLE, H., ROGERS, W. J. (2011): Canaryseed (*Phalaris canariensis* L.) accessions from nineteen countries show useful genetic variation for agronomic traits. In: *Canadian Journal of Plant Science*, 91, 37-48. <https://doi.org/10.4141/CJPS09200>
 51. CORDO, H. A., LOGARZO, G., BRAUN, K., DI IORIO, O. R. (2004): Catálogo de insectos fitófagos de la Argentina y sus plantas asociadas (Catalog of phytophagous insects of Argentina and their associated plants). In: *Sociedad Entomológica Argentina, Buenos Aires, Argentina*. 734.
 52. CSELŐTEI, L. (1993): Borsó. In: Cselőtei L., Nyujtó S., Csáky A. Kertészet. In: *Mezőgazda Kiadó, Budapest*. pp. 229-238.
 53. DE MOL, F., VON REDWITZ, C., GEROWITT, B. (2015): Weed species composition of maize fields in Germany is influenced by site and crop sequence. In: *Weed Research* 55, 574-585.
 54. DENK, V., BERG, C. (2014): Do short-lived ruderal and arable weed communities reflect regional climate differences? In: *A case study from SE Styria. Tuexenia*, 34, 305-328.

55. DITTRICH, J., KOLODZY, F., TÖPEL, A., HOFMANN, A., GROTH, G., PICH, A., GOHLKE H. (2023): Loading and co-solvent-triggered release of okanin, a C4 plant key enzyme inhibitor, into/from functional microgels In: *Chemical Engineering Journal*, 460, Article: 141631. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2023.141631>
56. DOBSZAI-TÓTH, V. (2024): Borsó, bab, lencse, In: *KÁDÁR, A. (szerk.): Vegyszeres gyomirtás és termésszabályozás. Budapest.* 281-288.
57. DORNER, Z., ZALAI, M. (2015): Szántóföldi és kertészeti kultúrák gyomszabályozása Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar Növényvédelmi Intézet 100.
58. EARLE, F. R., JONES, Q. (1962): Analyses of seed samples from 113 plant families. In: *Econ Bot* 16, 221–250 <https://doi.org/10.1007/BF02860181>
59. ELLENBERG, H. (1974): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. *Scripta Geobotanica IX*. Goltze Verlag, Göttingen. 97 pp.
60. ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, W., WERNER, W., PAULISSEN, D. (1991): Zeigwerte von Pflanzen in MittelEuropa. *Scripta Geobotanica*. 18. Goltze Verlag, Göttingen. 248 pp.
61. ENDRES, G., KANDEL, H. (2021): Field Pea Production; NDSU: Fargo, ND, USA, pp. 1-11. Available online: <https://www.ndsu.edu/agriculture/sites/default/files/2021-12/a1166.pdf> (letöltve: 2024.03.19.)
62. ENZSÖLNÉ, GERENCSÉR, E., LANTOS, ZS., VARGA-HASZONITS, Z., VARGA, Z. (2011): Determination of winter barley yield by the aim of multiplicative successive approximation. In: *Időjárás* 115, 167–178.
63. ERVIÖ, R., HYVARINEN, S., EEVIÖ, L. R., SALONEN, J. (1994): Soil properties affecting weed distribution in spring cereal and vegetable fields. In: *Agricultural Science in Finland* 3, 497-504.
64. ESTRADA-SALAS, P. A., MONTERO-MORÁN, G. M., MARTÍNEZ-CUEVAS, P. P., GONZÁLEZ C., BARBA, DE LA ROSA, A. P. (2014): Characterization of antidiabetic and antihypertensive properties of canary seed (*Phalaris canariensis* L.) peptides. In: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62, 427-433. <https://doi.org/10.1021/jf404539y>
65. EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2024): online elérhető: <https://www.eea.europa.eu/hu/jelzesek/jelzesek-2018/cikkek/valtozo-etrendek-valtozo-tajak-2013> (letöltve: 2024.08.23.)
66. FAO (Food and Agriculture Organization 2022): Online elérhető: Crops and livestock products <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (letöltve: 2024.03.14.)
67. FEHÉR, B.-NÉ (1998): Zöldségtermesztők zsebkönyve. In: *Mezőgazda Kiadó, Budapest.* 540.
68. FEJŐS, Z. ARNOLD, CS., NÉMETH, I., (2003): Gyomfelvételezések a kishantosi ökológiai mintagazdaság területén. In: *Növényvédelem*, 39, 25-32.

69. FISCHL, G., BÉRES, I., VIRÁNYI, F. (1996): Downy mildew of *Stellaria media* (Common chickweed) in Hungary. In: *Downy Mildews Newsletter*, 9, 17.
70. FLEURY, D., JEFFERIES, S., KUCHEL, H., LANGRIDGE, P. (2010): Genetic and genomic tools to improve drought tolerance in wheat In: *J. Exp. Bot.*, 61, 3211-3222
71. FOGELBERG, C. L., DOCK – GUSTAVSSON, A. M. (1998): Resistance against uprooting in carrots (*Daucus carota*) and annual weeds: a basis for selective mechanical weed control. In: *Weed Research*, 38, 183-190.
72. FOGELBERG, C. L., DOCK – GUSTAVSSON, A. M., (1999): Mechanical damage to annual weeds and carrots by in-row brush weeding. In: *Weed Research*, 8, 201-209.
73. FORCELLA, F. (1998): Real-time assessment of seed dormancy and seedling growth for weed management. In: *Seed Science Research*, 8, 201-210.
74. FORD, J. F., NORTON, R. M., KNIGHTS, S. E., FLOOD, R. G. (2001): High sowing rates reduce seed weight in canary seed (*Phalaris canariensis* L.). In: ROWE, B., DONAGHY, D., MENDHAM, N., eds., Proceedings of the 10th Australian Agronomy Conference. In: *Australian Society of Agronomy, Hobart, Tasmania, Australia*, 1-5.
75. FORD-LLOYD, B., JARVIS, A., GUARIN, L., HUNTER, D., HODGKIN, T., HEYWOOD, V., DULLOO, E., TOLEDO, A., KELL, S., MAXTED, N. (2010): A global approach to crop wild relative conservation: Securing the gene pool for food and agriculture. In: *Kew Bull.*, 65, 561-576.
76. FOULKES, M. J., REYNOLDS, M. P., SYLVESTER-BRADLEY, R. (2009): Genetic improvement of grain crops: yield potential SADRAS, V. O., CALDERINI, D. F. (eds.), Crop Physiology: Applications for Genetic Improvement and Agronomy, In: *Academic Press, San Diego*. 355-385.
77. FOX, J. (2016): Applied regression analysis and generalized linear models, 3rd ed. Sage Publications, In: *Thousand Oaks, CA, USA*. 342-358.
78. FRIED, G., NORTON, L. R., REBOUD, X. (2008): Environmental and management factors determining weed species composition and diversity in France. In: *Agriculture Ecosystems and Environment*, 128, 68-76. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.05.003>
79. FUJITA, K., OFOSU-BUDU, K. G., OGATA, S. (1992): Biological nitrogen fixation in mixed legume-cereal cropping systems. In: *Plant and Soil*, 141, 155-175.
80. FUKAI, S., TRENBATH, B. R. (1993): Processes determining intercrop productivity and yields of component crops. In: *Field Crops Research*, 34, 247-271.
81. GAIRE, B. P., SUBEDI, L. (2013): A review on the pharmacological and toxicological aspects of *Datura stramonium* L., In: *Journal of Integrative Medicine*, 11, 73-79. <https://doi.org/10.3736/jintegrmed2013016>.
82. GÁL, I., RADICS, L., PUSZTAI, P. (2006): Sárgarépa gyomszabályozása fizikai módszerekkel. In: *Összefoglaló, Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest*, 103.

83. GALAMBOS, M. (2007): A szervestrágya nem csak tápanyag. In: Biokultúra, 18, (4) 19-20.
84. GANGULY, P., GUPTA, A. K., MAJUMDER, U. K., GHOSAL, S. (2009): The chemistry behind the toxicity of black nightshade, - *Solanum nigrum* and the remedy, In: *Pharmacologyonline* 1: 705-723
85. GAZDAGNÉ, T. M., RADICS, L., SCHEER, CS., (2005): Héla zab (*Avena fatua*). – In: *BENÉCSNÉ BÁRDI, G., HARTMANN, F., RADVÁNY, B., SZENTEY, L. (szerk.): Veszélyes 48. Veszélyes és nehezen irtható gyomnövények és az ellenük való védekezés*, Mezőföldi Agrofórum Kft., 229–233.
86. GHANBARI-BONJAR, A., LEE, H. C. (2002): Intercropped field beans (*Vicia faba*) and wheat (*Triticum aestivum*) for whole crop forage: effect of nitrogen on forage yield and quality. In: *Journal of Agricultural Science*, 138, 311-315.
87. GHANBARI-BONJAR, A., LEE, H. C. (2003): Intercropped wheat (*Triticum aestivum* L.) and bean (*Vicia faba* L.) as a whole-crop forage: effect of harvest time on forage yield and quality. In: *Grass and Forage Science*, 58, 28-36.
88. GIANNINI, A., BIASUTTI, M., HELD, I. M., SOBEL, A. H. (2008): A global perspective on African climate. In: *Climatic Change*, 90, 359-383. <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9396-y>
89. GIMESI, A. (1980): Gyomnövények, kémiai gyomirtás. In: *MÁNDY, GY., SZABÓ, L., ÁCS, A. A borsó. Magyarország kultúrflórája. III. kötet, 17. füzet. Akadémiai Kiadó, Budapest.* 93-95.
90. GOBOTANY (2024) online elérhető:
<https://gobotany.nativeplanttrust.org/species/phalaris/canariensis/> (letöltve: 2024.06.12.)
91. GOLAWSKA, S., KAPUSTA, I., LUKASIK, I., WÓJCICKA, A. (2008) Effect of phenolics on the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Harris) population on *Pisum sativum* L. (*Fabaceae*) Department of Biochemistry and Molecular Biology, University of Podlasie, Department of Biochemistry, Institute of Soil Science and Plant Cultivation In: *Pestycydy/Pesticides*, (3-4), 71-77.
92. HAAS, H., STREIBIG, J. C. (1982): Changing pattern of weed distribution as a result of herbicide use and other agronomic factors. 57-79. In: *LEBARON, H. M., GRESSEL, J. (eds.): Herbicide resistance in plants. John Wiley and Sons, New York*, 401.
93. HAKANSSON, S. (1983): Seasonal variation in the emergence of annual weeds - an introductory investigation in Sweden. In: *Weed Research*, 23, 313-324.
94. HAKANSSON, S. (2003): Weeds and weed management on arable land - An ecological approach. In: *CABI, Cambridge, MA, USA*. 56-80.
95. HANF, M. (1999): Ackerunkräuter Europas mit ihren Keimlingen und Samen, In: *4th ed.; Eugen Ulmer, Stuttgart, Germany*. 301-321.

96. HANZLIK, K, GEROWITT, B. (2011): The importance of climate, site and management on weed vegetation in oilseed rape in Germany. In: *Agriculture Ecosystems and Environment*, 141, 323-331. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.03.010>
97. HANZLIK, K., GEROWITT, B. (2012): Occurrence and distribution of important weed species in German winter oilseed rape fields. In: *Journal of Plant Disease and Protection*, 119, 107-120. <https://doi.org/10.1007/BF03356429>
98. HARPER, J. L. (1977): Population biology of plants. In: *Academis press, London*, 892 pp.
99. HARTZLER, R. G. OWEN, M. K. D. (2003): Issues in weed management for 2004. In: *extension publication, Iowa State University, University Extension Service*, 16.
100. HASHEM, A. (2017): Weedsmart: Does soil pH affect weed management? online elérhető: <https://www.graincentral.com/cropping/weedsmart-does-soil-ph-affect-weed-management>
101. HEDRICK, U, P. (1972): *Phalaris canariensis* Linn. *Gramineae*. Canary grass. In: *HEDRICK, U. P., ed., Sturtevant's edible plants of the world. Dover Publications, New York, USA*. 487.
102. Hellinger, E. (1909): Neue Begründung der Theorie quadratischer Formen von unendlichvielen Veränderlichen. In: *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, 1909: 210–271. doi:10.1515/crll.1909.136.210
103. HÓDINÉ, CEGLARSKA, E., ILOVAI, Z. (1996): Az apró szulák elleni biológiai védekezés lehetőségei. In: *Agrofórum*, 7, (11) 26.
104. HOFFMANN, L. (1993): A borsó vegyszeres gyomirtásáról. In: *Növényvédelem* 29, 63-67.
105. HOLT, N. W., HUNTER, J. H. (1987): Annual canarygrass (*Phalaris canariensis*) tolerance and weed control following herbicide application. In: *Weed Science*, 35, 673-677. <https://doi.org/10.1017/S004317450006077X>
106. HOPF, M., ZOHARY, D. (2000): Domestication of Plants in the Old World; In: *Oxford University Press: Oxford, UK*. 316.
107. HU, Y., SCHMIDHALTER, U. (2002): Limitation of salt stress to plant growth. In: *Hock, B, Elstner, C F, eds., Plant Toxicology. Marcel Dekker Inc., New York, USA*, 91-224.
108. KSH 1: Központi Statisztikai Hivatal: Fontosabb szántóföldi növények betakarított területe. online elérhető: https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0012.html (letöltve: 2024.03.19.)
109. KSH 2: Központi Statisztikai Hivatal: Fontosabb zöldségfélék betakarított területe. online elérhető: https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0013.html (letöltve: 2024.03.19.)
110. KSH 3: Központi Statisztikai Hivatal: Mezőgazdasági terület művelési ágak, valamint vármegye és régió szerint. online elérhető: https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0068.html (letöltve: 2024.08.29.)

111. HUNYADI, K., BÉRES, I., KAZINCZI, G. (szerk) (2000): Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia. In: *Mezőgazda Kiadó*. Budapest. 630.
112. HUZSVAI, L., MEGYES, A., SULYOK, D., RÁTHONYI, T. (2002): Környezetkímélő technológiák. In: *Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, Debrecen*, 121.
113. JÓVÉR, J., CZIMBALMOS, Á., FITOSNÉ, HORNOK, M. (2018): Canary grass: also grown for pasta and birdseed. online elérhető: <https://agroforum.hu/szakcikkek/novenytermesztes-szakcikkek/fenymag-vagyis-kanarikoles-tesztanak-es-madarelesegek-termesztik/> (in Hungarian) (letöltve: 2024.06.12.)
114. JURSIK, M., HOLEC, J., ZATORIOVA, B. (2008): Biology and control of another important weeds of the Czech Republic: broad-leaved dock (*Rumex obtusifolius*) and curled dock (*Rumex crispus*). In: *Listy Cukrovarnicke a Reparske, Praha, Czech Republic*, 124, 215-219.
115. KÁDÁR, I. (2005): Műtrágyázás hatása a borsó (*Pisum sativum* L.) elemfelvételére. In: *Agrokémia és Talajtan*, 54, 3-4, 359-374.
116. KARÁBINSZKY GY. (1981): A borsó vegyszeres gyomirtása. Doktori értekezés, Keszthely, pp. 13-17.
117. KÁRPÁTI, I. (1978): Magyarországi vizek és ártéri szintek növényfajainak ökológiai besorolása. Keszthelyi Agrártudományi Egyetem, Keszthely, 62 pp.
118. KENNETH, T. J., NORMAN, C. M. (2023): Weed and soil management: A balancing act. In: Goss, M. J., Oliver, M. A., eds., *Encyclopedia of Soils in the Environment*. Academic Press, 439-449. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822974-3.00007-0>
119. KISMÁNYOKY, A. (2010): Effect of agrotechnical factors to crop plants and weeds. PhD Thesis. University of Pannonia, Keszthely, Hungary, online elérhető: http://konyvtar.uni-pannon.hu/doktori/2010/Kismanyoky_Andras_theses_en.pdf (letöltve: 2024.06.12.)
120. KISS, Á. (1980): Borsófajták. In: MÁNDY, GY., SZABÓ, L., ÁCS, A. (szerk.): *A borsó. Magyarország kultúrflórája. III. 17. Akadémiai Kiadó, Budapest*. 139.
121. KÖVESPATAKI, E., TURCSÁNYI-JÁRDI, L., WICHMANN, B., SALÁTA-FALUSI, E. (2024). Az évjárat hatása magyar szürke szarvasmarha legelő vegetációjára 2022- és 2023-ban — Esettanulmány. In: *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 21(2), 29-36. <https://doi.org/10.55725/gygk/2023/21/2/13499>
122. KRAEHMER, H. (2012): Changing trends in herbicide discovery. In: *Outlook on Pest Management*, 23, 115-118.
123. L'HOCINE, L., ACHOURI, A., MASON, E., PITRE M., MARTINEAU-CÔTÉ, D., SIROIS, S., KARBOUNE, S. (2023): Assessment of protein nutritional quality of novel hairless canary seed in comparison to wheat and oat using in vitro static digestion models. In: *Nutrients*, 15, 1347. <https://doi.org/10.3390/nu15061347>

124. LAKE, L., GUILIONI, L., FRENCH, B. SADRAS, V. O. (2021): Field Pea. In: *Crop Physiology Case Histories for Major Crops*; SADRAS, V. O., CALDERINI, D.F., eds. Academic Press: Cambridge, MA, USA, 320-341.
125. LÁNSZKI, I. (1993): Gyomnövények, gyomirtás. 272-293. In: NYÍRI, L. (Szerk.): *Földműveléstan. Mezőgazda Kiadó, Budapest*, 285.
126. LARCHER, W. (1955): Physiological plant ecology, 4th ed., In: Springer: Berlin, Germany. 28-40.
127. LÁSZLÓ, L. (2000): Gyomfészű szerepe az őszi búza és a kukorica vegyszertakarékos gyomirtásában. In: *Gyakorlati Agroforum*, 11, (2) 16.
128. LEGENDRE, P., GALLAGHER, E.D. (2001): Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. In: *Oecologia*, 129, 271-280. <https://doi.org/10.1007/s004420100716>
129. LÉGÈRE, A., SIMARD, R. R., LAPIERRE, C. (1994): Response of spring barley and weed communities to lime, phosphorus and tillage. In: *Weed Technology*, 22, 309-317. <https://doi.org/10.4141/cjps94-079>
130. LEGHARI, S. J., WAHOCHO, N. A., LAGHARI, G. M., LAGHARI, A. H., BHABHAN, G. M., TALPUR, K. H. (2016): Role of nitrogen for plant growth and development: a review In: *Advances in Environmental Biology*, 10, 209.
131. LOMMEN, S. T. E., JONGEJANS, E., LEITSCH-VITALOS, M., TOKARSKA-GUZIŁ, B., ZALAI, M., MÜLLER-SCHARER, H., KARRER, G. (2018): Time to cut: population models reveal how to mow invasive common ragweed cost-effectively. In: *Neobiota*, 39, 53-78. doi: 10.3897/neobiota.39.23398
132. LOSOSOVÁ, Z., CHYTRY, M., CIMALOVÁ, S., KROPÁC, Z., OTYPKOVÁ, Z., PYSEK, P., TICHY, L. (2004): Weed vegetation of arable land in Central Europe: Gradients of diversity and species composition. In: *Journal of Vegetation Science*, 15, 415-422. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2004.tb02279.x>
133. LOSOSOVÁ, Z., CHYTRY, M., KÜHN, I., HÁJEKO, O., HORÁKOVÁ, V., PYSEK, P., TICHY, L. (2006): Patterns of plant traits in annual vegetation of man-made habitats in central Europe. In: *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 8, 69-81.
134. LOSOSOVÁ, Z., CHYTRY, M., KÜHN, I. (2008): Plant attributes determining the regional abundance of weeds on central European arable land. In: *Journal of Biogeography*, 35, 177-187.
135. MAKASHEVA, R. K. (1979): Gorokh (*Pea*). In *Kulturnaya Flora SSR*; KOROVINA, O. N. ed.; In: Kolos Publishing: Leningrad, Russia. 1-324.
136. MARSHALL, E. J. P., BROWN, V. K., BOATMAN, N. D., LUTMAN, P. J. W., SQUIRE, G. R., WARD, L. K. (2003): The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. In: *Weed Research*, 43, 77-89.

137. MÁRTON L. (2004): A csapadék és a tápanyag ellátottság hatása a borsó (*Pisum sativum* L.) termésére. In: *Növénytermelés*, 53, 583-598.
138. MATUS-CÁDIZ, M., HUCL, P., MUNASINGHE, G. (2001): Seed dormancy and germination in three annual canarygrass (*Phalaris canariensis* L.) cultivars relative to spring wheat (*Triticum aestivum* L.) In: *Seed Science and Technology*
139. MAXTED, N., AMBROSE, N. (2000): Peas (*Pisum* L.). In: *Plant Genetic Resources of Legumes in the Mediterranean*; BENNETT, S.J., MAXTED, N., eds.; Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, The Netherlands. 181-190.
140. MC DONALD, G.K. (2003): Competitiveness against grass weeds in field pea genotypes. In: *Weed Research* 43: 48-58.
141. MELANDER, B. (1997): Optimization of the adjustment of a vertical axis rotary brush weeder for intra-row control in row crops. In: *Journal of Agricultural Engineering Research*, 68, 39-50.
142. MELANDER, B. (1998): Interactions between soil cultivation in darkness, flaming and brush weeding when used for in-row weed control in vegetables. In: *Biological Agriculture and Horticulture*, 16, 1-14.
143. MELANDER, B., HEISEL, T., JORGENSEN, M. H. (2002): Band-steaming for intra-row weed control. In: *Conference paper, 5th EWRS Workshop on Physical Weed Control, Pisa, Italy*, 216-219.
144. METEOBLUE (2024): online elérhető:
https://www.meteoblue.com/hu/id%C5%91j%C3%A1r%C3%A1s/historyclimate/weatherarchive/b%C3%A9k%C3%A9scsaba_magyarorsz%C3%A1g_722437 (letöltve: 2024.08.15.)
145. METNET (2024): online elérhető: <https://www.metnet.hu/terkepek> (letöltve 2024.06.26.)
146. MEZŐHÍR 1 (2024): A fénymag termesztése MezőHír-2024/6. lapszám cikke - 2024 június 06, online elérhető: <https://mezohir.hu/2024/06/06/agrar-fenymag-novenytermesztes-mezogazdasag/> (letöltve: 2024.06.24.)
147. MEZŐHÍR 2 (2024): A takarmányborsó termesztése MezőHír-2024/2. lapszám cikke - 2024 február 12, online elérhető: <https://mezohir.hu/2024/02/12/agrar-takarmanyborso-huvely-elovetemeny-mezogazdasag/> (letöltve: 2024.06.25.)
148. MOHLER, C. L. (1996): Ecological bases for the cultural control of annual weeds. In: *J. Prod. Agric.* 9, 468-474.
149. MORRISH, C. H. (1995): Aspects of mechanical and non-chemical weed control in forage maize (*Zea mays* L.). In: *PhD thesis, Wye College, University of London, UK*. 356.
150. NAGY, J. (1999): Haszonkert a ház körül. In: *Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest*. 209.
151. NAGY, J. (2000): A zöldborsó. In: *Dinasztia Kiadó, Budapest*. 120.

152. NAGY, K. E. (2017): Szegetális élőhelyek gyomvegetációjának vizsgálata Maros megye területén Doktori (PhD) disszertáció Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar Mosonmagyaróvár
153. NÉBIH (National Food Chain Safety Office). (2024): Növényvédő szerek adatbázisa (Online database of registered pesticides in Hungary) online elérhető: <https://novenyvedoszer.nebih.gov.hu/Engedelykereso/kereso> (letöltve: 2024.03.14.)
154. NEMÉNYI, M. (1998): A növénytermesztés gépesítésének környezetvédelmi kérdései. 523-532. In: SZENDRŐ, P. (szerk): *Mezőgazdasági géptan. Mezőgazda Kiadó, Budapest*, 560.
155. NÉMETH, I., SÁRFALVI, B. (1998): Gyomfelvételezési módszerek értékelése összehasonlító vizsgálatok alapján. In: *Növényvédelem*, 34, 15-21.
156. NÉMETH, I., DORNERNÉ-FEJŐS, Z. (2002): A gyomnövények elleni biológiai védekezés lehetőségei. In: *Növényvédelem*, 38, 471-476.
157. NÉMETH, I., NAGY, B., DORNER, Z. (2003): A zöldtrágyanövények hatása a gyomosodásra. In: *növénytermesztés*, 52, 495-505.
158. NORDMEYER, H., HÄUSLER, A. (2004): Einfluss von Bodeneigenschaften auf die Segetalflora von Ackerflächen (Impact of soil proper-ties on weed distribution within agricultural fields). In: *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 167, 328-336. <https://doi.org/10.1002/jpln.20022107>
159. NOVÁK, R., DANCZA, I., SZENTÉY, L., KARAMÁN, J. (2009): Magyarország szántóföldjeinek gyomnövényzete ötödik országos szántóföldi gyomfelvételezés (2007-2008), FVM, Budapest, 98
160. NOWAK, A., NOWAK, S., NOBIS, M., NOBIS, A. (2015): Crop type and altitude are the main drivers of species composition of arable weed vegetation in Tajikistan. In: *Weed Research*, 55, 525-536.
161. ORAM, R. (2004): *Phalaris canariensis* is a domesticated form of *P. brachystachys*, In: *Genetic Resources and Crop Evolution* 51, 259–267 <https://doi.org/10.1023/B:GRES.0000024011.22191.82>
162. PÁL, R. W., PINKE, G., BOTTA-DUKÁT, Z., CAMPETELLA, G., BARTHA, S., KALOCSAI, R., LENGYEL, A. (2013): Can management intensity be more important than environmental factors? A case study along an extreme elevation gradient from central Italian cereal fields? In: *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, 147, 343-353. <https://doi.org/10.1080/11263504.2012.753485>
163. PÁLI, O., REISINGER, P., POMSÁR, P. (2006): Sűrű vetésű kultúrákban alkalmazott nem vegyszeres gyomirtási módszerek. In: *Összefoglaló, Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest*, 78.

164. PÁLINKÁS, Z., DORNER, Z., BÁN, R., KÖRÖSI, K., PAPP KOMÁROMI, J., BAGLYAS, G., KISS, J. (2021): A borsó integrált védelme. In: *Növényvédelem*, 82: 156-176.
165. PATTERSON, D. T. (1995): Weeds in a changing climate. In: *Weed Science*, 43, 685-700. <https://doi.org/10.1017/S0043174500081832>
166. PATTERSON, D. T., WESTBROOK, J. K., JOYCE, R. J. V., LINGREN, P. D., ROGASIK, J. (1999): Weeds, insects, and diseases. In: *Climate Change*, 43, 711-727. <https://doi.org/10.1023/A:1005549400875>
167. PEDERSEN, B.T. (1990): Test of the multiple row brush hoe. In: *Veröffentlichungen der Bundesanstalt für Agrarbiologie, Linz/Donau*, 20, 109-125.
168. PEKRUN, C., CLAUPEIN, W. (2006): The implication of stubble tillage for weed population dynamics in organic farming. In: *Weed Research*, 46, 414-423. doi:10.1111/j.1365-3180.2006.00525.x
169. PELIKÁN, J. (2000): Evaluation of yields in canary grass (*Phalaris canariensis* L.) varieties. In: *Rostlinná Výroba*, 46, 471-475.
170. PETRÁNYI, I., TÓTH, Á. (2000): Szántóföldi gyomcsíranövények, Budapest 267.
171. PETRIKOVSZKI, R., ZALAI M., TÓTHNÉ, BOGDÁNYI, F., TÓTH, F. (2020): The effect of organic mulching and irrigation on the weed species composition and the soil weed seed bank of tomato. In: *Plants*, 9, 66; doi:10.3390/plants9010066
172. PFAF (2020): Plants For A Future Database. Dawlish, UK. online elérhető: <https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Phalaris+canariensis> (letöltve: 2024.06.03.)
173. PINKE, G. (2010): A tarlóvirágos szántók méhészeti és természetvédelmi jelentősége. In: *Agrofórum*, 21 (7), 34-35.
174. PINKE, G. (2016): Ökológiai és agrotechnikai tényezők hatása a szántóföldi gyomtársulások faj- és jellegösszetételére. In: *Botanikai Közlemények*, 103, 249-262. <https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2016.103.2.249>
175. PINKE, G., PÁL, R. W., TÓTH, K., KARÁCSONY, P., CZÚCZ, B., BOTTA-DUKÁT, Z. (2011): Weed vegetation of poppy (*Papaver somniferum*) fields in Hungary: effects of management and environmental factors on species composition. In: *Weed Research*, 51, 621-630.
176. PINKE, G., KARÁCSONY, P., CZÚCZ, B., BOTTA-DUKÁT, Z., LENGYEL, A. (2012): The influence of environment, management and site context on species composition of summer arable weed vegetation in Hungary. In: *Applied Vegetation Science*, 15, 136-144. <https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2011.01158.x>
177. PINKE, G., KARÁCSONY, P., CZÚCZ, B., BOTTA-DUKÁT, Z., (2013): Relating *Ambrosia artemisiifolia* and other weeds to the management of Hungarian sunflower crops. In: *Journal of Pest Science*, 86, 621-631.

178. PINKE, G., BLAZSEK, K., MAGYAR, L., NAGY, K., KARÁCSONY, P., CZÚCZ, B., BOTTA-DUKÁT, Z. (2016): Weed species composition of conventional soyabean crops in Hungary is determined by environmental, cultural, weed management and site variables. In: *Weed Research*, 56, 470-481. <https://doi.org/10.1111/wre.12225>
179. PINKE, G., KARÁCSONY, P., CZÚCZ, B., BOTTA-DUKÁT, Z. (2017): When herbicides don't really matter: Weed species composition of oilpumpkin (*Cucurbita pepo* L.) fields in Hungary. In: *Crop Protection*, 110, 236-244.
180. POWO (Plants of the World Online) (2020): Online database. Royal Botanic Gardens, London, UK. online elérhető: <https://powo.science.kew.org/> (letöltve: 2024.05.12.)
181. PRIMAG 1 (2024): Fénymag (Canary grass). online elérhető: <https://www.primag.hu/termek/vetomagok/gabonafelek/fenymag> (letöltve: 2024.04.15.)
182. PRIMAG 2 (2024): Tavaszi zöldborsó termesztése. online elérhető: <https://www.primag.hu/blog/szakmai-cikkek/tavaszi-borso-termesztese> (letöltve: 2024.06.25.)
183. PRIMAG 3 (2024): Nany borsó online elérhető: https://www.primag.hu/termek/vetomagok/huvelyesek/borso/nany-csavazatlan-ii-fok-c00882?srsId=AfmBOopXbGew0z8RotXcd_KK3PhdCXf1EG6Zg9OiS-q8tjVn_IaOCJkG (letöltve: 2024.08.24.)
184. PUTNAM, D. H., MILLER, P. R., HUCL, P. (1996): Potential for production and utilization of annual canarygrass. In: *Cereal Foods World*, 41, 75-83.
185. PYŠEK, P., LEPŠ, J. (1991): Response of a weed community to nitrogen fertilization: a multivariate analysis, In: *Journal of Vegetation Science*, 237-244. <https://doi.org/10.2307/3235956>
186. PYŠEK, P., JAROSÍK, V., KROPÁČ, Z., CHYTRY, M., WILD, J., TICHY, L. (2005): Effects of abiotic factors on species richness and cover in Central European weed communities. In: *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 109, 1-8.
187. RADICS, L. (2001): Ökológiai gazdálkodás, In: *Dinasztia Kiadó, Budapest*, 316.
188. REISINGER P. (1996): A borsó gyomirtása. In: *Növényvédelem* 32, 141-143.
189. REISINGER P. (1997): A borsó gyomnövényei. In: *GLITS M. - HORVÁTH J. – KUROLI G. – PETRÓCZI I. (szerk.): Növényvédelem. Mezőgazda Kiadó, Budapest*. 305 – 307
190. REISINGER P. (2000): Borsó. In: *HUNYADI K. – BÉRES I. – KAZINCZI G. (szerk.): Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest*. 516 – 518.
191. REPSIENE, R., OZERAITIENE, D. (2006): Manuring effect on the soil properties and crop rotation yield. In: *Zemdirbyste*, 93, 199-209.
192. RIKAL, L. I., DE FIGUEIREDO, A. K., RICCOBENE, I. C. (2023): Physicochemical and functional properties of canaryseed (*Phalaris canariensis* L.) with and without spicules flour. In: *Cereal Chemistry*, 100, 904-903. <https://doi.org/10.1002/cche.10669>

193. SADRAS, V. O., LAWSON, C. (2013): Nitrogen and water-use efficiency of Australian wheat varieties released between 1958 and 2007. In: *Eur. J. Agron.* 46, 34-41.
194. SALONEN, J. (1993): Weed infestation and factors affecting weed incidence in spring cereals in Finland – a multivariate approach. In: *Agricultural Science in Finland*, 2, 525-536.
195. SASKATCHEWAN PULSE GROWERS (2024): online elérhető: <https://saskpulse.com/resources/post-emergent-herbicide-options-for-field-peas/> (letöltve: 2024.08.28.)
196. SCHWARCZINGER, I., POLGÁR, A.L. (1999): Gyomnövények elleni biológiai védekezés. 152-171. In: POLGÁR, A.L. (szerk.): A biológiai növényvédelem és helyzete Magyarországon. In: *MTA Növényvédelmi Kutatóintézete, Budapest*, 277.
197. SHANNON, C. E. (1948): A mathematical theory of communication. In: *The Bell System Technical Journal*, 27, 379-423. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
198. SILC, U., VRBNICANIN, S., BOZIC, D., CARNI, A., STEVANOVIC, Z. (2009): Weed vegetation in the north-western Balkans: diversity and species composition. In: *Weed Research* 49, 602–612.
199. SOMOS, A. (1975): Zöldségtermesztés. In: *Mezőgazdasági Kiadó, Budapest*. 556.
200. SOPER, H. E., YOUNG, A. W., CAVE, B. M., LEE, A., PEARSON, K. (1917): On the distribution of the correlation coefficient in small samples. Appendix II to the papers of “Student” and R.A. Fisher. A co-operative study. In: *Biometrika*, 11, 328-413. <https://doi.org/10.1093/biomet/11.4.328>
201. SOSNOSKIE, L. M., HERMS, C. P., CARDINA, J. (2006): Weed seedbank community composition in a 35-yr-old tillage and rotation experiment. In: *Weed Science*, 54, 263-273. <https://doi.org/10.1614/WS-05-001R2.1>
202. SZABÓ, L. (1980): A borsó külső alaktana. In: MÁNDY, GY., SZABÓ, L., ÁCS, A. (szerk.): A borsó Magyarország kultúrflórája. III. 17. In: *Akadémiai Kiadó, Budapest*. pp. 22-30.
203. SZABÓ, Z. (1996): Mezőhegyesi tapasztalatok a borsó gyomirtásában. In: *Agrofórum*, 8, 23.
204. SZÜLE, ZS. (1998): Talajművelő gépek. 169-186. In: SZENDREI, P. (szerk): *Mezőgazdasági géptan. Mezőgazda Kiadó, Budapest*, 560.
205. TOLLENAAR, M., DIBO, A. A., AGUILERA, A., WEISE, S. F., SWANTON, C. J. (1994): Effect of crop density on weed interference in maize. In: *Agron. J.* 86, 591-595.
206. TOP CROP MANAGER (2024): online elérhető: <https://www.topcropmanager.com/canaryseed-weed-control-top-crop-west-midmarch16-18804/> (letöltve: 2024.08.28.)
207. TUBIELLO, F. N., SOUSSANA, J. F., HOWDEN, S. M. (2007): Crop and pasture response to climate change. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104, 19686-19690. <https://doi.org/10.1073/pnas.0701728104>

208. UJVÁROSI, M. (1973): Gyomirtás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 288.
209. URBIZO-REYES, U. C., AGUILAR-TOALÁ, J. E., LICEAGA, A. M. (2021): Hairless canary seeds (*Phalaris canariensis* L.) as a potential source of antioxidant, antihypertensive, antidiabetic, and antiobesity biopeptides. In: *Food Production, Processing and Nutrition*, 3, 6. <https://doi.org/10.1186/s43014-020-00050-w>
210. USDA-ARS (2020): Germplasm Resources Information Network (GRIN). Online database. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland, USA. online elérhető: <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxon/taxonomysimple.aspx> (letöltve: 2024.06.19.)
211. VAJNA, L. (1993): A gyomnövények elleni biológiai védekezésről. In: *Növényvédelem*, 29, 390.
212. VARGANETUNDE (2024): online elérhető: <https://varganetunde.com/vetomag-fajtaleirasok/> (letöltve: 2024.08.24.)
213. VAN DER MEER, J.H. (1990): Intercropping. 481-516. In: *CarROLL, C.R., VAN DER MEER, J.H., ROSSET, P.M. (eds): Agroecology. McGraw-Hill, New York*, 641.
214. VAN DER WEIDE, R.Y., BLEEKER, P.O., ACHTEN, V.T.J.M., LOTZ, L.A.P., FOGELBERG, F., MELANDER, B. (2008): Innovation in mechanical weed control in crop rows. In: *Weed Research*, 48, 215-224.
215. VARGA-HASZONITS, Z., VARGA, Z., LANTOS, ZS., ENZSÖLNÉ, GERENCSÉR, E. (2006): Az éghajlati változékonyság és az agroökoszisztémák. In: *Monográfia, NYME-MÉK*, Mosonmagyaróvár.
216. VELICH, I., CSIZMADIA, L. (1985): Zöldbab és zöldborsótermesztés. In: *Mezőgazdasági Kiadó, Budapest*. 368.
217. VERLOOVE, F. (2006): Catalogue of neophytes in Belgium (1800-2005). In: *Scripta Botanica Belgica*, 39, 1-89.
218. VERLOOVE, F. (2020): *Poaceae*. In: Manual of the alien plants of Belgium. National Botanic Garden of Belgium, Meise, Belgium. online elérhető: <http://alienplantsbelgium.be/> (letöltve 2024.02.17.)
219. VIDOTTO, F., FOGLIATTO, S., MILAN, M., FERRERO, A. (2016): Weed communities in Italian maize fields as affected by pedo-climatic traits and sowing time. In: *European Journal of Agronomy*, 74, 38-46.
220. VINCZE, M. (2001): Gyomszabályozás a fenntartható növénytermesztési rendszerekben. 161-188. In: *BIRKÁS, M. (szerk): Talajművelés a fenntartható gazdálkodásban. SZIE Mezőgazdaság és Környezettudományi Kar Növénytermesztési Intézet Földműveléstani Tanszék, Gödöllő*, 292.
221. VITALOS, M., KARRER, G. (2008): Seed bank dynamics of *Ambrosia artemisiifolia* in Austria. Abstract. In: *Intractable Weeds and Plant Invaders, 2nd International Symposium, Osijek*, 17.

222. WALCK, J. L., HIDAYATI, S. N., DIXON, K. W., THOMPSON, K., POSCHLOD, P. (2011): Climate change and plant regeneration from seed. In: *Global Change Biology*, 17, 2145-2161. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02368.x>
223. WEBER, E., GUT, D. (2005): A survey of weeds that are increasingly spreading in Europe. In: *Agronomy for Sustainable Development*, 25, 109-121. <https://doi.org/10.1051/agro:2004061>
224. YANDELL, B. S. (1997): Practical data analysis for designed experiments. 1st ed. In: *Chapman & Hall / CRC, Boca Raton, FL, USA*. 86-104.
225. WÁGNER, G. (2012): Kompetíciós és herbicidhatás vizsgálatok zöldborsóban, Doktori (PhD) értekezés, Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely. 153.
226. WIKIPEDIA (2024a): Magyarország térképe, online elérhető: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Magyarorsz%C3%A1g_t%C3%A9r%C3%A9je.png (letöltve: 2024.08.11.)
227. WIKIPEDIA (2024b): A magyar megyék pozíciós térképsablonjai – pozíciós térkép Békés megye, online elérhető: https://hu.wikipedia.org/wiki/Sablon:Poz%C3%ADci%C3%B3s_t%C3%A9r%C3%A9j%C3%A9k.png (letöltve: 2024.06.26.)
228. ZALAI, M. (2011): Ökológiai gazdálkodású területek gyomnövényzetének összehasonlító elemzése a Fehér-Körös térségében, Doktori (PhD.) értekezés, Gödöllő, Szent István Egyetem, 145.
229. ZALAI, M., DORNER, Z. (2013): A gyomszabályozás alapjai. Egyetemi jegyzet. Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Növényvédelmi Intézet. 98.
230. ZALAI, M., LUKÁCS, D. (2024): Gyomirtó szerek hatóanyagai, In: Kádár A. (szerk.): In: *Vegyszeres gyomirtás és termés szabályozás. KÁDÁR, A., Budapest*. 47-101.
231. ZALAI, M., DORNER, Z., KOLOZSVÁRI, L., KERESZTES, ZS., SZALAI, M. (2012): A gyomfelvelelés pontosságát befolyásoló tényezők vizsgálata kukoricában. In: *Növényvédelem*. 48, 451-456.
232. ZALAI, M., POCZOK, L., DORNER, Z., KÖRÖSI, K., PÁLINKÁS, Z., SZALAI, M., PINTÉR, O. (2017): Developing control strategies against common milkweed (*Asclepias syriaca* L.) on ruderal habitats. In: *Herbologia*, 16 (2), 69-84. doi: 10.5644/HERB.16.2.07
233. ZHANG, W. M., WATSON, A. K. (2000): Isolation and partial characterization of phytotoxins produced by *Exserohilum monoceras*, a potential bioherbicide for control of *Echinochloa* species. In: *Proceedings, X. international Symposium on Biological Control of Weeds, Bozeman, Montana, USA*. 125-130.
234. ZIMDAHL, R. (2007): Fundamentals of Weed Science, 5th ed.; In: *Academic Press, Cambridge, MA, USA*. pp. 260-281.

235. ZÖLDSÉGINFÓ (2024): Zöldségek. A borsó jellemzői, termesztése, felhasználása.
online elérhető: <https://zoldseginfo.hu/a-borso-jellemzoi-termesztese-felhasznalasa/>
(letöltve: 2024.06.25.)

10.2. A vizsgált táblák talajtani és földrajzi elhelyezkedésének bemutatása

M1 táblázat: A vizsgált fénymagtáblák gazdálkodási rendszere és talajtani bemutatása

Tábla ssz.	Gazdálkodási rendszer	Talaj-típus	Talaj	Talaj	Talaj összetevők aránya											
			kötöttség	kémhatás	Só	Humusz	CaCO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na	Mg	S	Cu	Mn	Zn
			[Arany]	[pH KCl]	m/m %			mg/kg								
1	konvencionális	Réti öntéstalaj	57	6,67	0,09	2,20	0,40	9,8	2020	464	82,0	456	19,3	3,5	133	2,15
2	konvencionális		57	6,86	0,07	1,45	0,23	1,4	55	228	45,8	835	39,0	13,2	441	1,20
3	konvencionális		59	6,84	0,12	2,13	0,66	7,3	33	263	95,5	674	23,4	4,5	82	3,20
4	konvencionális		60	6,74	0,13	1,99	0,91	7,8	423	517	81,4	641	21,4	3,9	125	2,10
5	ökológiai		57	6,87	0,07	1,74	0,63	7,6	46	268	59,6	959	32,0	13,2	382	0,80
6	ökológiai		60	6,18	0,07	1,96	0,18	7,6	41	253	115,0	1090	38,5	16,6	475	1,15
7	ökológiai		60	6,27	0,07	1,90	0,25	11,2	45	282	54,9	963	37,3	15,2	392	1,28
8	ökológiai		63	6,17	0,07	2,08	0,33	11,2	56	273	94,1	1040	39,5	18,0	368	1,54
9	konvencionális		59	7,33	0,09	1,61	1,80	5,6	58	265	57,7	894	42,1	14,2	278	1,10
10	konvencionális		59	7,33	0,09	1,61	1,80	5,6	58	265	57,7	894	42,1	14,2	278	1,10
11	konvencionális		57	6,86	0,07	1,45	0,23	1,4	55	228	45,8	835	39,0	13,2	441	1,20
12	konvencionális		57	6,67	0,09	2,20	0,40	9,8	2020	464	82,0	456	19,3	3,5	133	2,15
13	ökológiai		66	6,30	0,13	2,14	0,34	15,4	642	406	234,0	1330	15,0	18,1	362	2,56
14	ökológiai		58	4,15	0,12	2,89	0,20	24,7	1980	880	252,0	1200	16,2	10,4	384	8,53
15	ökológiai		62	5,23	0,13	2,52	0,27	20,1	1310	640	243,0	1265	15,6	14,3	373	5,55
16	ökológiai		57	6,97	0,09	2,89	1,66	12,4	338	295	73,4	355	18,2	6,4	296	5,40

M1 táblázat folytatása: A vizsgált fénymagtáblák gazdálkodási rendszere és talajtani bemutatása

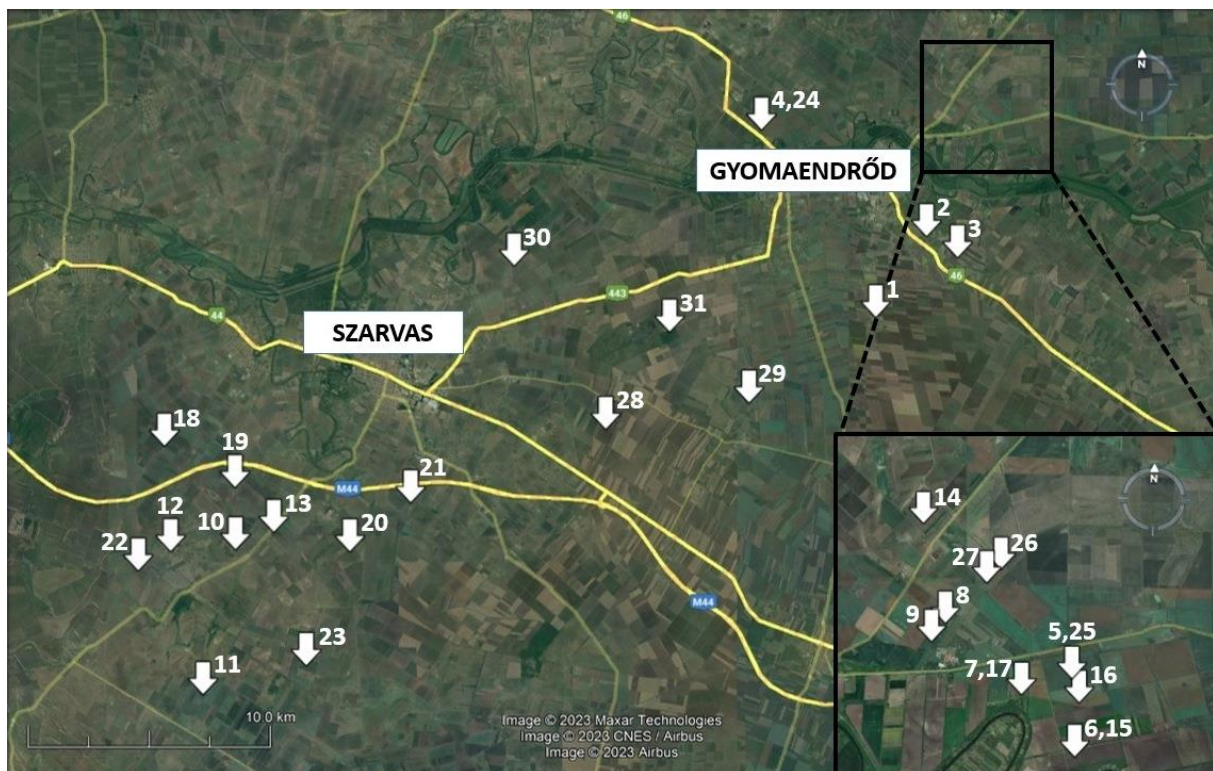
Tábla ssz.	Gazdálkodási rendszer	Talaj- típus	Talaj	Talaj	Talaj összetevők aránya											
			kötöttség	kémhatás	Só	Humusz	CaCO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na	Mg	S	Cu	Mn	Zn
			[Arany]	[pH KCl]	m/m %			mg/kg								
17	ökológiai	Régi öntéstalaj	54	6,94	0,09	2,72	1,58	12,4	351	425	85,2	362	19,7	5,6	324	4,60
18	ökológiai		56	6,61	0,08	1,97	0,30	1,9	31	238	70,3	1021	31,5	13,5	327	1,40
19	ökológiai		56	6,61	0,08	1,97	0,30	1,9	31	238	70,3	1021	31,5	13,5	327	1,40
20	konvencionális		57	6,67	0,09	2,20	0,40	9,8	220	464	82,0	456	19,3	3,5	133	2,15
21	konvencionális		57	6,67	0,09	2,20	0,40	9,8	220	464	82,0	456	19,3	3,5	133	2,15
22	konvencionális		55	5,20	0,70	3,79	0,04	5,7	169	431	49,1	688	21,4	4,6	350	4,00
23	konvencionális		53	5,19	0,70	6,64	0,04	4,8	161	462	46,4	721	22,6	4,1	371	4,10
24	ökológiai		57	6,86	0,07	1,45	0,23	1,4	55	228	45,8	835	39,0	13,2	441	1,20
25	ökológiai		57	6,86	0,07	1,45	0,23	1,4	55	228	45,8	835	39,0	13,2	441	1,20
26	ökológiai		56	5,57	0,07	3,23	0,10	15,9	202	544	42,0	378	17,8	6,1	122	1,60
27	ökológiai		57	6,13	0,10	2,13	0,10	29,1	55	235	71,0	442	19,0	5,6	125	1,45
28	konvencionális		60	6,20	0,09	2,91	0,04	7,8	57	427	26,1	583	22,6	4,7	396	4,10
29	konvencionális		59	6,29	0,09	2,97	0,04	7,0	61	526	28,2	526	22,3	3,1	394	3,60
30	konvencionális		61	5,89	0,10	3,41	0,10	16,3	75	321	63,6	1420	22,8	11,0	180	1,60
31	konvencionális		58	5,68	0,10	3,73	0,05	16,3	114	389	79,1	1310	19,6	11,3	95	1,93

M2 táblázat: A vizsgált szárazborsó táblák gazdálkodási rendszere és talajtani bemutatása

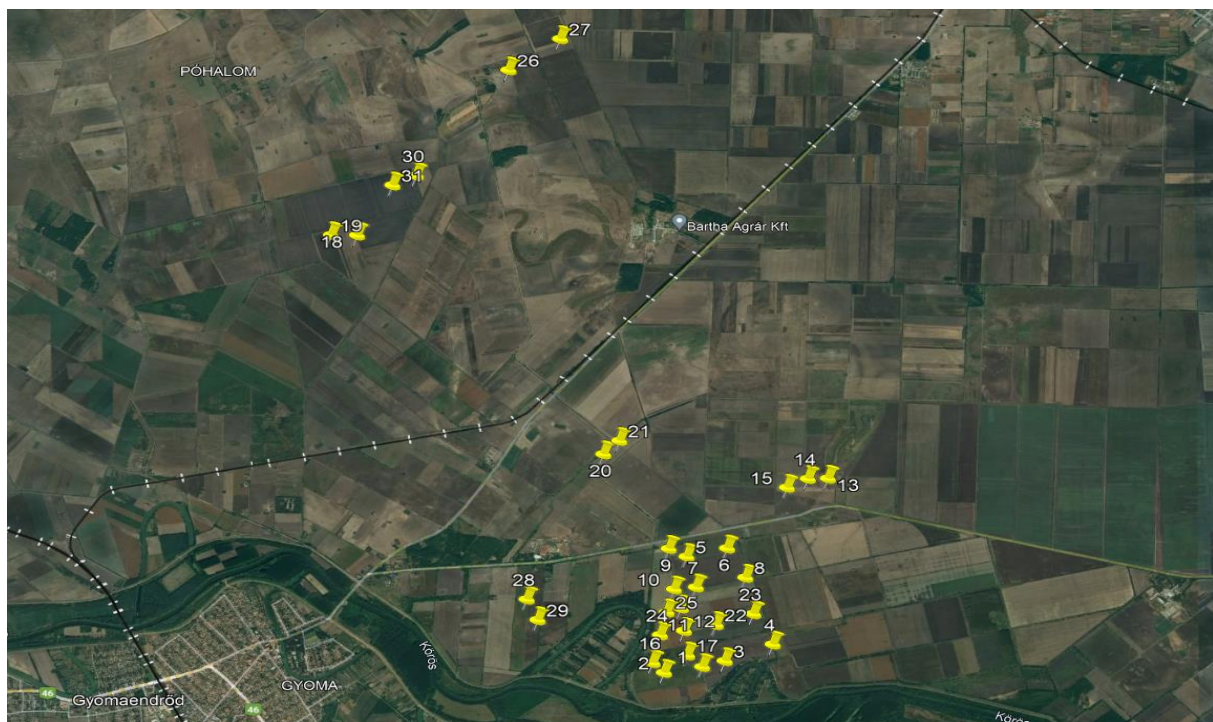
Tábla ssz.	Gazdálkodási rendszer	Talajfőleség	Talaj	Talaj	Talaj összetevők aránya				
			kötöttség	kémhatás	Só	Humusz	CaCO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
			[Arany]	[pH KCl]	m/m %			mg/kg	
1	konvencionális	Agyagos vályogtalaj	45	7,08	0,03	3,11	2,91	134	356
2	konvencionális	Réti öntéstalaj	52	6,85	0,06	2,21	0,42	57	312
3	konvencionális	Réti öntéstalaj	53	6,73	0,06	2,05	0,51	54	309
4	ökológiai	Réti öntéstalaj	57	6,87	0,07	1,74	0,63	46	268
5	ökológiai	Réti öntéstalaj	60	6,18	0,07	1,96	0,18	41	253
6	ökológiai	Réti öntéstalaj	60	6,27	0,07	1,90	0,25	45	282
7	ökológiai	Réti öntéstalaj	63	6,17	0,07	2,08	0,33	56	273
8	ökológiai	Réti öntéstalaj	52	6,25	0,11	2,19	0,10	132	494
9	ökológiai	Réti öntéstalaj	54	6,70	0,11	1,82	0,24	204	385
10	konvencionális	Agyagos vályogtalaj	46	6,53	0,03	2,55	0,08	325	309
11	konvencionális	Agyagos vályogtalaj	48	6,96	0,03	3,25	1,30	286	383
12	konvencionális	Agyagtalaj	52	5,63	0,06	3,75	0,08	220	501
13	konvencionális	Agyagos vályogtalaj	49	6,57	0,05	3,32	0,08	420	455
14	ökológiai	Réti öntéstalaj	55	7,03	0,09	2,20	0,38	136	375
15	ökológiai	Réti öntéstalaj	56	6,10	0,08	1,99	0,23	48	278
16	ökológiai	Réti öntéstalaj	63	5,96	0,07	1,94	0,35	41	268
17	ökológiai	Réti öntéstalaj	63	6,25	0,08	1,97	0,29	77	266
18	konvencionális	Agyagtalaj	52	5,73	0,07	3,38	0,08	203	481

M2 táblázat folytatása: A vizsgált szárazborsó táblák gazdálkodási rendszere és talajtani bemutatása

Tábla ssz.	Gazdálkodási rendszer	Talajféleség	Talaj	Talaj	Talaj összetevők aránya				
			kötöttség	kémhatás	Só	Humusz	CaCO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
			[Arany]	[pH KCl]	m/m %			mg/kg	
19	konvencionális	Agyagtalaj	53	5,83	0,06	3,66	0,10	237	541
20	konvencionális	Agyagos vályogtalaj	49	6,57	0,06	3,37	0,11	382	480
21	konvencionális	Agyagos vályogtalaj	49	6,53	0,04	3,26	0,08	399	437
22	konvencionális	Agyagos vályogtalaj	49	6,82	0,05	3,68	0,42	278	546
23	konvencionális	Agyagos vályogtalaj	49	6,57	0,05	3,32	0,08	420	455
24	ökológiai	Réti öntéstalaj	57	6.95	0.06	1.98	0.65	68	274
25	ökológiai	Réti öntéstalaj	59	6.24	0.05	1.85	0.25	62	281
26	ökológiai	Réti öntéstalaj	57	6.97	0.09	2.89	1.66	338	295
27	ökológiai	Réti öntéstalaj	54	6.94	0.09	2.72	1.58	351	425
28	konvencionális	Agyagos vályogtalaj	50	6.90	0.04	3.73	0.38	238	523
29	konvencionális	Agyagos vályogtalaj	47	6.81	0.05	3.57	0.43	159	465
30	konvencionális	Agyagos vályogtalaj	50	6.86	0.06	3.48	0.51	338	515
31	konvencionális	Agyagos vályogtalaj	49	6.77	0.06	3.66	0.44	316	538



M1 ábra: A vizsgált szárazborsó táblák földrajzi elhelyezkedésének bemutatása



M2 ábra: A vizsgált fénymagtáblák földrajzi elhelyezkedésének bemutatása

10.3. A vizsgált táblákon előforduló gyomnövények borítási értékei

M3 táblázat: A vizsgált fénymagtáblák gyomnövényeinek átlagos borítása a vizsgált konvencionális, illetve ökológiai gazdálkodású, valamint az összes terület átlagában

Gazdálkodási mód Gyomnövény	Konvencionális	Ökológiai	Összes terület
	Borítási %		
<i>Echinochloa crus-galli</i>	0,48	8,16	4,19
<i>Cirsium arvense</i>	0,90	2,38	1,62
<i>Xanthium italicum</i>	0,76	2,43	1,57
<i>Setaria viridis</i>	0,22	1,77	0,97
<i>Hibiscus trionum</i>	0,80	0,70	0,75
<i>Chenopodium album</i>	0,10	0,70	0,39
<i>Convolvulus arvensis</i>	0,32	0,26	0,29
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	0,08	0,33	0,20
<i>Persicaria lapathifolia</i>	0,30	0,05	0,18
<i>Avena fatua</i>	0,04	0,16	0,10
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0,08	0,09	0,09
<i>Helianthus annuus</i>	0,15	-	0,08
<i>Datura stramonium</i>	0,02	0,13	0,07
<i>Abutilon theophrasti</i>	0,09	0,01	0,05
<i>Trifolium repens</i>	0,04	0,05	0,05
<i>Sinapis arvensis</i>	-	0,09	0,04
<i>Calystegia sepium</i>	0,07	-	0,04
<i>Atriplex tatarica</i>	-	0,06	0,03
<i>Sonchus asper</i>	0,02	0,03	0,02
<i>Thlaspi arvense</i>	-	0,03	0,02
<i>Triticum spelta</i>	0,01	0,01	0,01
<i>Chenopodium hybridum</i>	0,02	-	0,01
<i>Linaria vulgaris</i>	0,02	-	0,01
<i>Amaranthus powellii</i>	0,01	-	0,01
<i>Asclepias syriaca</i>	0,01	-	<0,01
<i>Chenopodium polyspermum</i>	0,01	-	<0,01
<i>Fallopia convolvulus</i>	-	<0,01	<0,01

M4 táblázat: A vizsgált szárazborsó táblák gyomnövényeinek átlagos borítása a vizsgált konvencionális, illetve ökológiai gazdálkodású, valamint az összes terület átlagában

Gazdálkodási mód Gyomnövény	Konvencionális	Ökológiai	Összes terület
	Borítási %		
<i>Echinochloa crus-galli</i>	2,07	10,85	6,03
<i>Convolvulus arvensis</i>	8,03	0,16	4,48
<i>Cirsium arvense</i>	0,37	3,38	1,73
<i>Xanthium italicum</i>	0,04	3,55	1,63
<i>Hibiscus trionum</i>	0,15	2,95	1,42
<i>Fallopia convolvulus</i>	1,65	-	0,91
<i>Avena fatua</i>	0,46	0,94	0,68
<i>Chenopodium album</i>	0,57	0,75	0,65
<i>Triticum spelta</i>	-	1,02	0,46
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	0,29	0,65	0,45
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	0,10	0,74	0,39
<i>Setaria viridis</i>	0,14	0,67	0,38
<i>Datura stramonium</i>	0,18	0,61	0,38
<i>Chenopodium polyspermum</i>	0,27	0,36	0,31
<i>Persicaria lapathifolia</i>	0,04	0,54	0,27
<i>Stachys annua</i>	0,46	-	0,25
<i>Triticum aestivum</i>	0,31	-	0,17
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0,05	0,23	0,13
<i>Brassica napus</i>	0,18	-	0,10
<i>Anagallis arvensis</i>	0,09	-	0,05
<i>Phragmites australis</i>	0,02	0,07	0,04
<i>Consolida regalis</i>	0,04	-	0,02
<i>Atriplex tatarica</i>	0,04	<0,01	0,02
<i>Chenopodium hybridum</i>	0,01	0,02	0,02
<i>Helianthus annuus</i>	0,03	-	0,02
<i>Onopordum acanthium</i>	0,03	-	0,02
<i>Calystegia sepium</i>	0,01	0,02	0,01
<i>Persicaria amphibia</i>	-	0,03	0,01
<i>Lactuca serriola</i>	0,02	-	0,01
<i>Artemisia vulgaris</i>	0,02	-	0,01
<i>Sinapis arvensis</i>	0,01	-	0,01
<i>Rubus caesius</i>	0,01	-	0,01
<i>Bromus tectorum</i>	-	0,02	0,01
<i>Sonchus asper</i>	<0,01	0,01	0,01
<i>Vicia ssp.</i>	0,01	-	<0,01
<i>Gallium aparine</i>	<0,01	<0,01	<0,01
<i>Trifolium repens</i>	<0,01	<0,01	<0,01
<i>Amaranthus albus</i>	<0,01	-	<0,01

10.4. A kutatás témájában megjelent publikációim jegyzéke

KOVÁCS E.B., CSÍK D., DORNER Z., ZALAI M. (2023): Effect of environmental, soil and management factors on weed flora of field pea in South-East Hungary. In: *Agronomy*, 13, 1864. <https://doi.org/10.3390/agronomy13071864>

ZALAI M., KOVÁCS E.B., IVÁNYI D., DORNER, Z. (2024): How the management and environmental conditions affect the weed vegetation in canary grass (*Phalaris canariensis* L.) fields. In: *Agronomy*, 14, 1169. <https://doi.org/10.3390/agronomy14061169>

KOVÁCS E.B., ZALAI M. (2018): Konvencionális és ökológiai héj nélküli olajtök, borsó és fénymag kultúrák gyomnövényzetének összehasonlítása Gyomaendrőd és Szarvas térségében. In: *Magyar Gyomkutatás és Technológia*, 19: 37-48.

KOVÁCS E.B., DORNER Z., ZALAI M. (2018): Konvencionális és ökológiai borsótáblák gyomnövényzetének összehasonlítása Gyomaendrőd térségében. In: *64. Növényvédelmi Tudományos Napok*, Budapest, pp. 71.

KOVÁCS E.B., ZALAI M. (2019): Konvencionális és ökológiai héj nélküli olajtöktáblák gyomnövényzetének összehasonlítása Gyomaendrőd és Szarvas térségében. In: *65. Növényvédelmi Tudományos Napok*, Budapest, pp. 75.

KOVÁCS E.B., ZALAI M. (2020): Konvencionális és ökológiai fénymagtáblák gyomnövényzetének összehasonlítása Gyomaendrőd térségében. In: *66. Növényvédelmi Tudományos Napok*, Budapest, pp. 74.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Dr. Zalai Mihály egyetemi docensnek a kutatómunkámban nyújtott segítségéért, támogatásáért, útmutatásáért. Molnár Etelének, a szarvasi Agroselect Kft. tulajdonosának, valamint Katona Lajos és Koloh Imre kollégáimnak, akik hozzájárultak, hogy szántóföldjeiken elvégezhettem a szükséges vizsgálatokat. Köszönetemet fejezem ki Dr. Dorner Zita egyetemi docensnek szakmai segítségéért, tanácsaiért, a Növényvédelmi Intézet minden munkatársának, valamint mindenkinek, aki valamilyen formában hozzájárult dolgozatom elkészítéséhez.