



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

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

Doktori (PhD) értekezés tézisei

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

1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEK

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 szárazborsó hazánkban egyformán a kis területen termesztett növények közé tartoznak, azonban egyes régiókban szántóföldi területeken való termesztésük folyamatos, sikeres és rentábilis évtizedes gyakorlat. Jelenleg mindkét növény termesztési 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 szárazborsó 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, tábláként összegeztem, elemeztem. Melyet a különböző leíró változók gyomosodásra és gyomnövényzet összetételre kifejtett hatásának statisztikai vizsgálata követett.

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?

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálat körülményei

A kutatómunkát 2017-2020 között végeztem Magyarország délkeleti részén Békés vármegyében (szárazborsó esetében néhány vizsgált tábla Csongrád-Csanád vármegyében helyezkedett el) Gyomaendrőd, Szarvas városok külterületein. Mind a négy évjáratban és mindkét kultúrában egyaránt vizsgáltam ökológiai és konvencionális területek gyomviszonyait. A vizsgált területek az 1990-es évek elejéig rizsföldként kerültek hasznosításra, melynek gyomnövényzetbeli utóhatásai, a mai napig érezhetőek.

A gyomaendrődi felméréseket az Agrofém Kft (fénymag és szárazborsó), a szarvasi felméréseket az Agroselect Kft (szárazborsó) területein folytattam. Mindkét cég nagyságrendileg 1000 ha-on folytat növénytermesztési tevékenységet. A növénytermesztés szerkezetét mindkét gazdaság esetében a kedvezőtlen talajviszonyok befolyásolják. Termesztett növényeik az őszi búza, őszi árpa, tönkölybúza, napraforgó, vörös cirok, fehér cirok, fénymag, szárazborsó, bükköny, héj nélküli olajtök.

A terület éghajlata kontinentális, sokszor igen hideg téllal és akár szélsőségesen meleg nyárral. A csapadékelátottságra az alföldtől 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)

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.

A 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.

A gyomfelvételezés módszere

A gyomfelvételezések során időpontonként, táblánként nyolc darab véletlenszerűen elhelyezett mintaterületet vizsgáltam. A mintaterületek felvételezési pontonként 1 m^2 területűek voltak. A mintaterületek minden táblában véletlenszerűen kerültek kiválasztásra. Táblánként 8 db (ZALAI et al. 2012), 1×1 méter nagyságú négyzeten, 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 és SÁRFALVI 1998). A gyomborítási értékeket a mintaterületek táblánkénti átlagos gyomborítása alapján határoztam meg és mutatom be a dolgozatban. A mintaterületek, majd táblák értékelése a jelenlévő gyomnövények fajszáma, borítási értékei, illetve azok eloszlása (Shannon féle diverzitási index, SHANNON 1948) alapján történt.

Alkalmazott matematikai – statisztikai módszerek

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 kiszámítsam 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).

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).

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 következő 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.

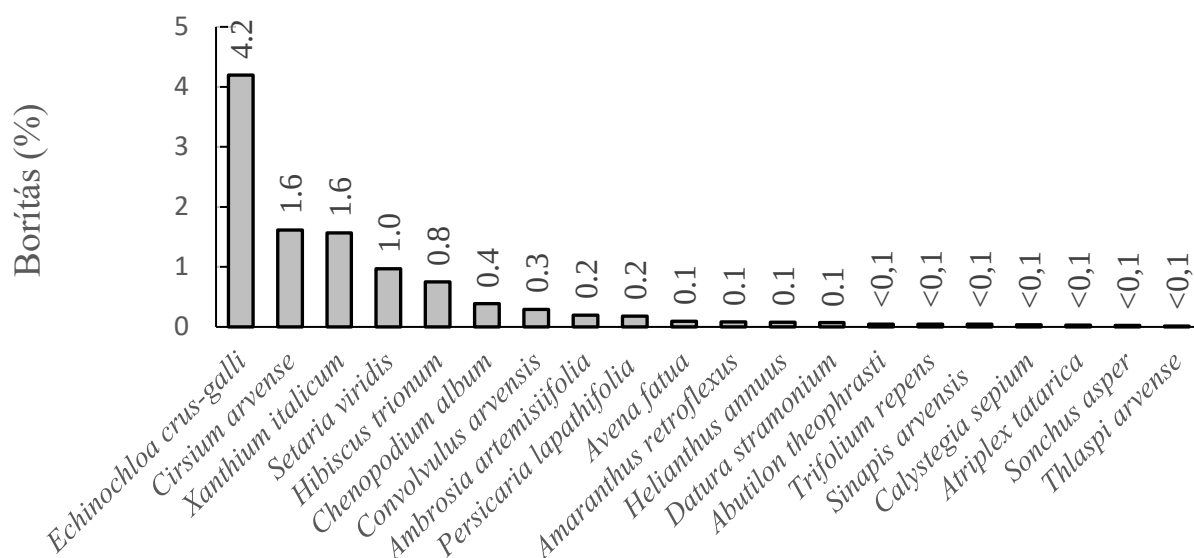
A leíró változók teljes és tiszta hatásának elemzésére LOSOSOVÁ et al. (2004) módszerét alkalmaztam, mi szerint az egyes változók teljes hatását egytényezős RDA-val, míg a tiszta hatását parciális RDA-val elemeztem, utóbbi esetben a változó hatását a teljes magyarázó hatásból a többi változó hatásának 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.

3. EREDMÉNYEK ÉS AZOK MEGBESZÉLÉSE

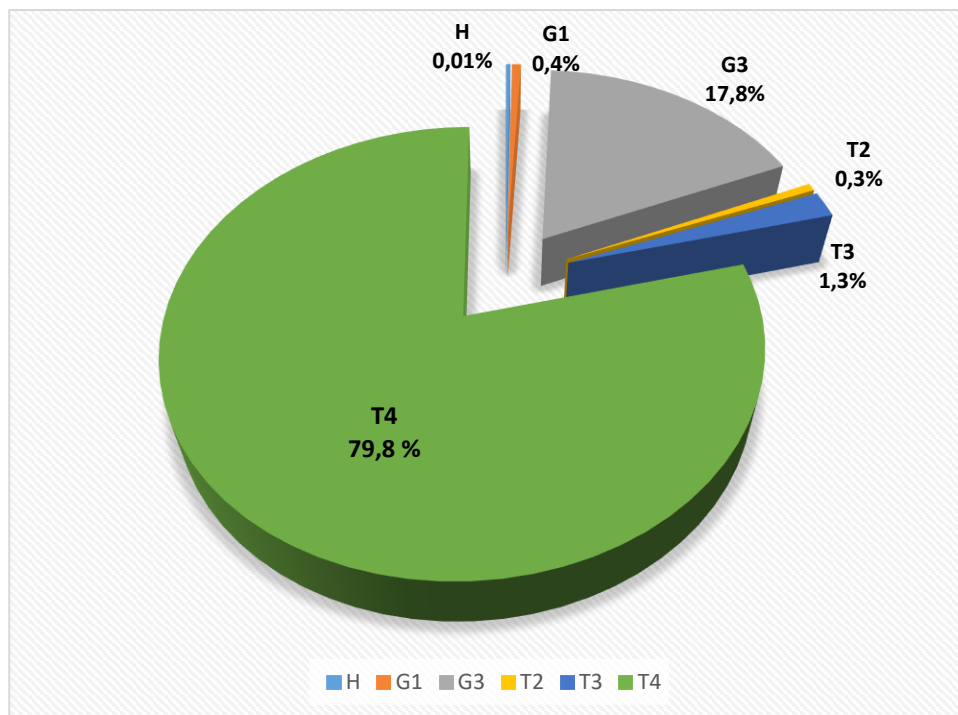
Fénymag kultúra gyomnövényzete

A vizsgálat során vizsgált táblák átlagos gyomborítása 10,8% volt. Az 1. ábra 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.



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

A fénymag táblákban 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-es 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 (2. ábra).

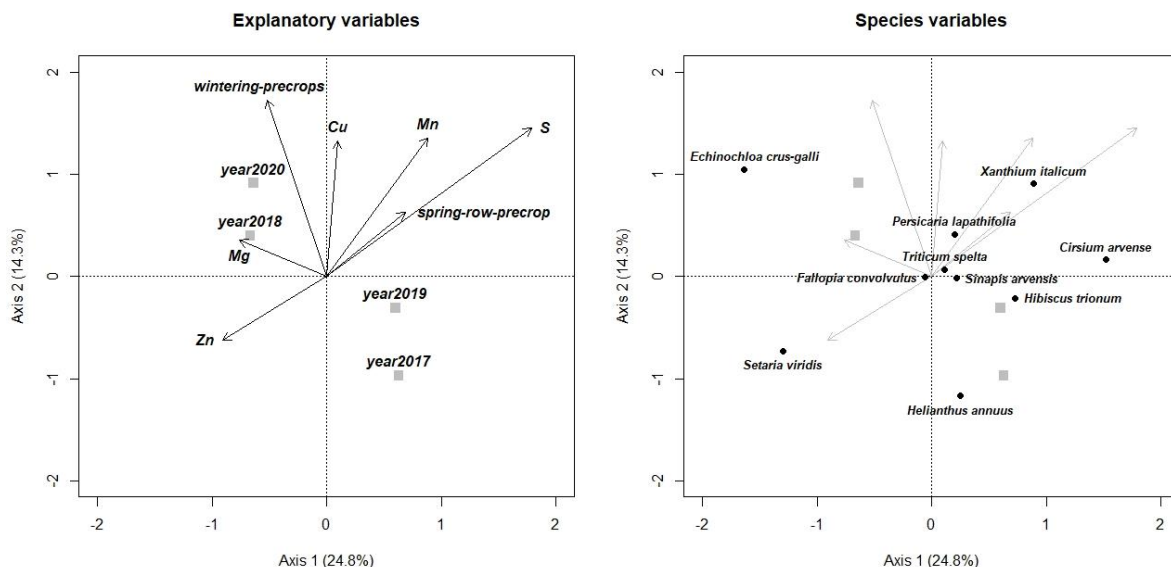


2. ábra A vizsgált fénymag táblák gyomfajainak átlagos borítási értékei életforma csoportok szerinti megosztásban

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.

Az elvégzett kovariancia analízis (ANCOVA) szerint, számos talaj és gazdálkodási tényező, valamint a szezonális is szignifikánsan befolyásolta a gyomborítást, a táblánkénti fajszaot, a Shannon féle diverzitási indexet, és a termésszintet is. Az összes változó közül 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 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 évjárathatás és az elővetemény sorrendjében 21,62, 21,06 és 9,26% volt (3. ábra).

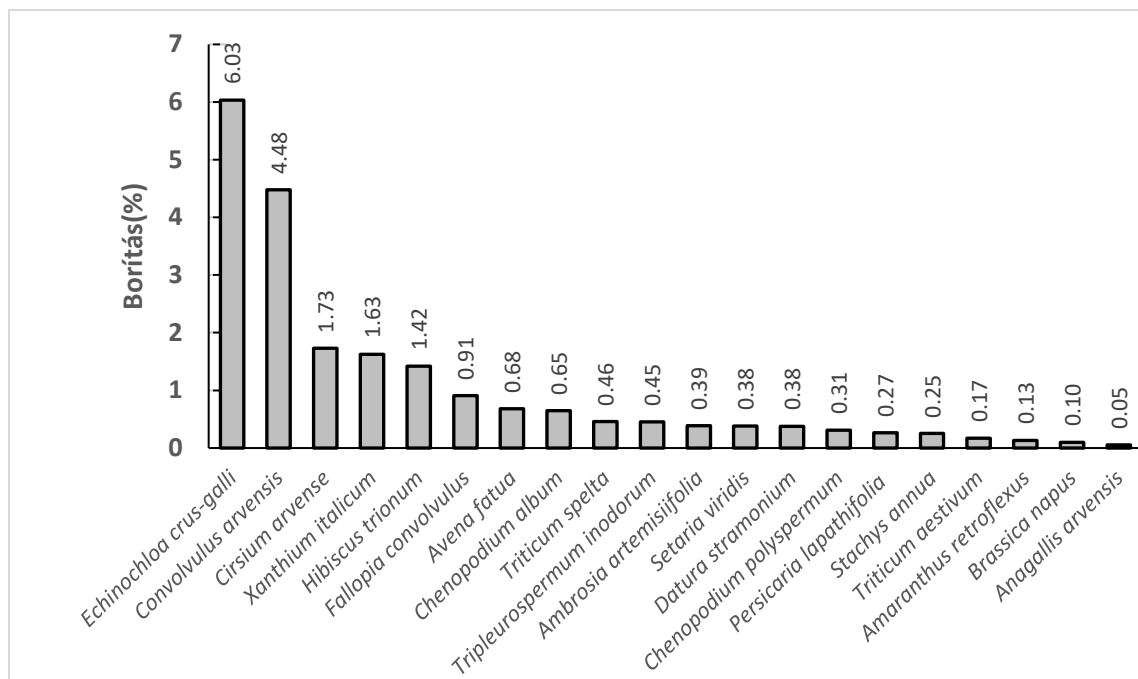


3. ábra. A redundancia analízis (RDA) modell ordinációs diagramjai fénymag kultúrában
(Nyíl: numerikus változó; négyzet: faktoriális évváltozó; kör: faj).

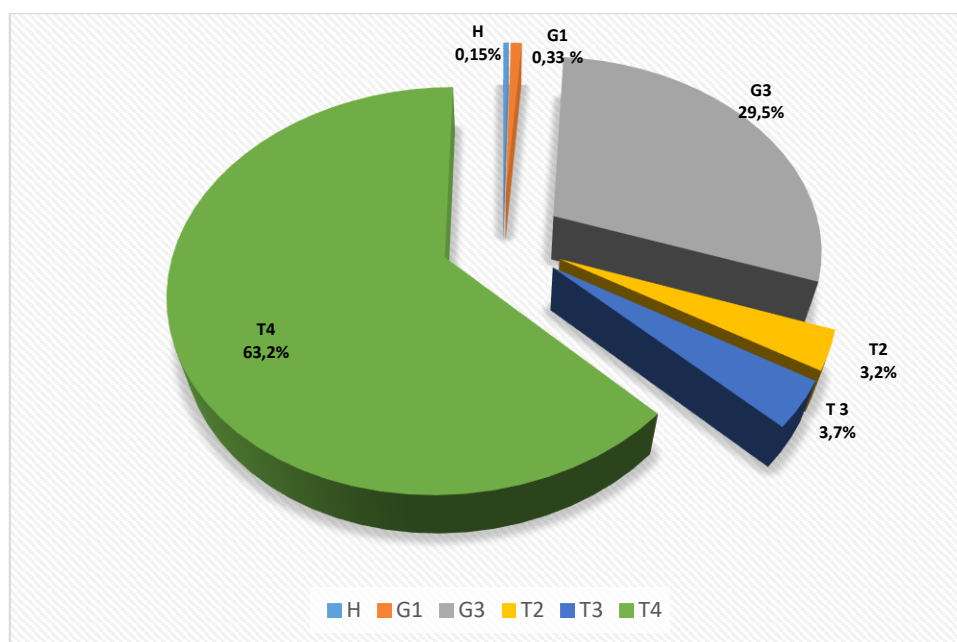
Szárazborsó kultúra gyomnövényzete

A 4. ábra 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.

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 borsóáblákon. 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 (5. ábra).



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



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

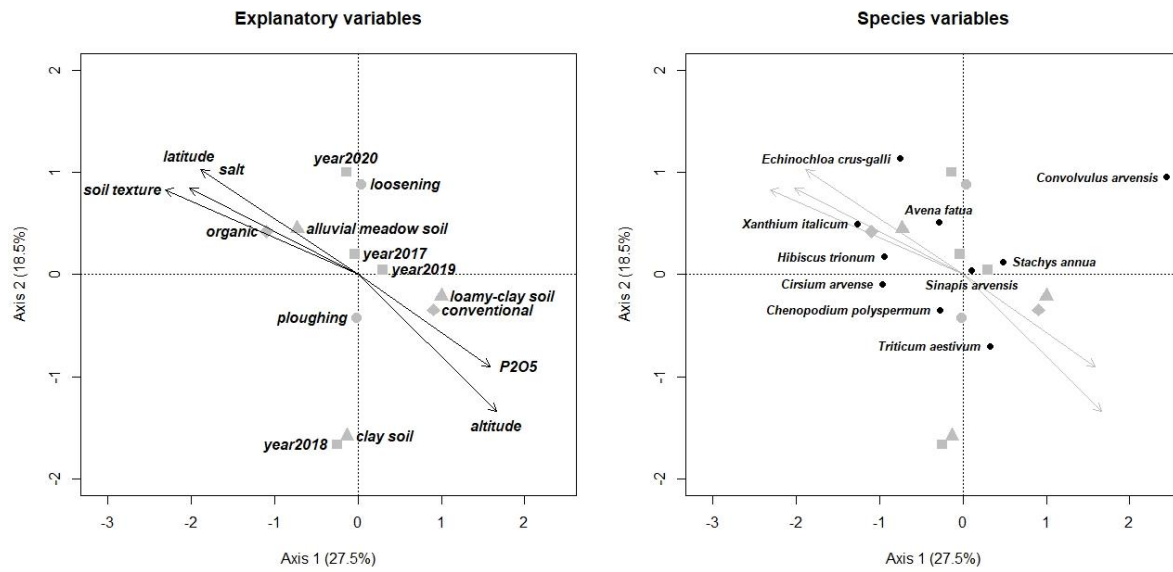
A borítási értékekhez hasonlóan az előforduló fajok gyakorisága is a nyárutói egyévesek, illetve a geofita fajok esetében volt a legmagasabb a felmérések során. Nyolc, 50 %-ot meghaladó gyakoriságú faj közül az első hat egynyári volt, kettő pedig geofita. A legnagyobb

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.

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%, réti 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.

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.

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 (6. ábra).



6. 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).

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Áttekintés a dolgozatban vizsgált kultúrák vonatkozásában

A fénymag és a szárazborsó két nagymértékben különböző növénykultúra, 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 fénymag táblák gyomnövényzete

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. Vizsgálatom során több olyan változó is volt, amely befolyásolta a gyomborítottságot, azonban nem volt hatása a gyomnövények táblánkénti fajszáma, 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.

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 termés hozamot is. Vizsgálataim eredményei azt mutatták, hogy a talaj humusz, magnézium, réz tartalma, a gazdálkodási rendszerek, valamint az őszi elővetemények hatással voltak az összes gyomborítás alakulására, a Shannon féle diverzitási indexre, és a hozamra, azonban a táblánkénti fajszámra nem. Azt tapasztaltam, 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.

A redundancia analízis eredményei megmutatták, hogy az évjáráthatás volt a legnagyobb hatással a gyomflóra alakulására, amely a változó csapadékviszonyokkal magyarázható, mivel a csapadék változásai összhangban voltak a gyomok mennyiségének változásaival. Az elővetemények szintén egyértelműen befolyásolták a gyomflóra összetételét. 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. Ezeken 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.

Borsó táblák gyomnövényzete

Amint a fénymag esetében, úgy a borsó 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 kovariancia analízis (ANCOVA) a borsó 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 talajok fizikai és kémiai tulajdonságai, a talajféleség, talajszerkezet a humusztartalom, és a foszfortartalom, jelentősen befolyásolták a gyomfajok előfordulását. A mésztartalom növekedésének gyomosító hatása is igazolódott jelen vizsgálat során.

A redundancia analízis szerint a vizsgálat éve és a talaj paraméterei voltak a legnagyobb hatással a borsó 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.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

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 termés hozamot. 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 talajfeleségek 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 együttevén.
6. A talajtani tényezők hatását elemezve 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.
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.

6. A SZERZŐNEK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓI

Folyóiratcikkek:

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.

Konferencia-kiadványban megjelent absztraktok:

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.

7. IRODALOMJEGYZÉK

1. AGROMÉDIUM 1: online elérhető: <https://agromedium.com/hu-hu/novenyvedoszerek/?cr=bors%C3%B3> (letöltve: 2024.06.12.)
2. AGROMÉDIUM 2: online elérhető: <https://agromedium.com/hu-hu/novenyvedoszerek/?cr=f%C3%A9ny> (letöltve: 2024.06.12.)
3. 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.
4. 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.)
5. FAO (Food and Agriculture Organization 2022): Online elérhető: Crops and livestock products <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (letöltve: 2024.03.14.)
6. FOX, J. (2016): Applied regression analysis and generalized linear models, 3rd ed. Sage Publications, In: *Thousand Oaks, CA, USA.* 342-358.
7. 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
8. 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>
9. 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>
10. 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.
11. 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.)
12. NÉMETH, I., SÁRFALVI, B. (1998): Gyomfelvételezési módszerek értékelése összehasonlító vizsgálatok alapján. In: *Növényvédelem*, 34, 15-21.
13. 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>

14. 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>
15. YANDELL, B. S. (1997): Practical data analysis for designed experiments. 1st ed. In: *Chapman & Hall / CRC, Boca Raton, FL, USA*. 86-104.
16. ZALAI, M., DORNER, Z., KOLOZSVÁRI, L., KERESZTES, ZS., SZALAI, M. (2012): A gyomfelvételezés pontosságát befolyásoló tényezők vizsgálata kukoricában. In: *Növényvédelem*. 48, 451-456.