

Diplomadolgozat

Csalava Ákos
Növényorvos MSC.

Keszthely

2025



Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem

Georgikon Campus

Növényorvos MSC.

*Az Echinocloa crus-galli,
Ambrosia artemisiifolia allelopátiájának vizsgálata
Zea mays L. faj esetén tenyészedényes kísérletben*

**Belső konzulens: Dr. Pásztor György
adjunktus**

**Készítette: Csalava Ákos
E2ENS2
nappali tagozat**

Tanszék: Növényvédelmi intézet

Készthely

2025

Tartalomjegyzék:

1. Bevezetés.....	1
2. Irodalmi áttekintés.....	2
2.1. A kukorica termesztés áttekintése.....	2
2.1.1 A kukorica általános jellemzése.....	5
2.1.2. Ökológiai-, tápanyag-, és talaj igénye.....	8
2.1.3. Termesztés technológia.....	11
2.2 Allelopátia.....	17
2.2.1. Allelopatikus növények és hatásuk az ökoszisztémákra.....	17
2.2.2. Az allelokemikáliák környezetbe jutása.....	18
2.2.2.1 Gyökéren keresztüli kiválasztás.....	19
2.2.2.2 Kimosódás.....	19
2.2.2.3. Párolgatatás.....	20
2.2.2.4. Növényi maradványok lebomlása.....	21
2.2.3. Az allelopátia felhasználása a növényvédelemben.....	21
2.3 <i>THEROPHYTA</i> növények – egyévesek.....	22
2.4. T ₄ -es életformájú gyomnövények.....	22
2.5. <i>Ambrosia artemisiifolia</i> (AMBAR) – Ürömlevelű parlagfű.....	24
2.6. <i>Echinochloa crus-galli</i> (ECHCG) – közöséges kakaslábfű.....	27
3. Anyag és módszer.....	29
4. Vizsgálati eredmények, és kiértékelésük.....	31
4.1 A kezelések hajtáshosszokra gyakorolt hatása.....	31
4.2 A kezelések gyökérhosszokra gyakorolt hatása.....	32
4.3 A kezelések hajtástömegre (nedves) gyakorolt hatása.....	33
4.4 A kezelések gyökértömegre (nedves) gyakorolt hatása.....	34
4.5 A kezelések hajtástömegre (száraz) gyakorolt hatása.....	35
4.6 A kezelések gyökértömegre (száraz) gyakorolt hatása.....	36
5. Következtetések, javaslatok.....	37
6. Összefoglalás.....	39
7. Köszönetnyilvánítás.....	41
8. Irodalomjegyzék.....	42
9. Ábrák és táblázatok jegyzéke.....	46
10. Nyilatkozatok.....	47

1. Bevezetés

A kukorica (*Zea Mays L.*) a világ növénytermesztésének kulcsfontosságú eleme, hiszen – a búzához és a rizshez hasonlóan – alapvető jelentőséggel bír. A rendelkezésre álló adatok alapján ez a tény abban is megmutatkozik, hogy globálisan a legnagyobb vetésterülettel rendelkező növények közé van besorolva.

A kukoricatermesztésben jelentkező növekvő kihívások fókuszpontjában a gyomirtás hatékonyságának fenntartása áll. Ez a komplex probléma több tényezőbből ered, melyek közül kulcsfontosságú a klímaváltozás által indukált környezeti változások hatása. A helyzetet tovább súlyosbítja a monokultúrás termesztési rendszer elterjedése, valamint az agrokémiában alkalmazott hatóanyag-rotáció nem megfelelő gyakorlata. Az irodalmi és kísérleti eredmények egyértelműen igazolják, hogy a sikeres kukoricatermesztés alapfeltétele az adekvát gyomszabályozás, mivel a kompetitív gyomflóra jelentős mértékben képes elnyomni a kultúrnövényt, ezzel közvetlenül veszélyeztetve a termés mennyiségét és minőségét.

A hazai kukoricakultúrák gyomflórájának jelenlegi összetétele az Országos Gyomfelvételezések adatai alapján markánsan eltérő életformájú gyomok dominanciáját mutatja. Kiemelt jelentőségűek a T4-es (egyéves, tavaszi kelésű), a G1-es (tarackos) és a G3-as (szaporítógyökeres), melyek nagyszámú jelenléte jelentős termés kiesést indukálhat.

A kukorica tág sortávolsága (általában 75 cm) következtében a kultúrnövény korai fejlődési fázisában gyengébb kompetítorként lép fel a magról kelő T4-es, a tarackokkal terjedő G1-es, valamint a szaporítógyökérrel rendelkező G3-as életformák ellenében. A gyomok versenyképessége nem korlátozódik csupán a vízért, fényért és tápanyagokért folytatott versengésre, hanem az allelopátia jelensége is lényeges szerepet játszik a kultúrnövény elnyomásában.

Kutatásunk fókuszában a fent említett T4-es életformájú, azaz tavasszal kelő és a tenyészidőszak végére magot érlelő egyéves gyomok álltak. A kísérleti munka célja annak vizsgálata volt, hogy a gyakori T4-es gyomfajok, így a parlagfű, és a kakaslábű termelnek-e olyan allelokemikáliákat, amelyek képesek befolyásolni a kukorica csírázási dinamikáját és kezdeti vegetatív fejlődését. Dolgozatunk célkitűzése a kísérletünk eredményeinek szisztematikus bemutatása, valamint ezzel párhuzamosan a szakszerű gyomszabályozás és az integrált növényvédelem (IPM) alapelveinek betartására való fokozott figyelemfelhívás.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A kukorica termesztés áttekintése

Magyarországon a kukorica megjelenése az 1600-as évekre tehető. A hazai termesztés színvonalának jelentős emelkedéséhez az 1900-as évek elején behozott, nagy termőképességű lófogú kukorica (*Dent*) fajták járultak hozzá. A termésátlagok ugrásszerű növekedését az 1953-as év jelentette, amikor Pap Endre kutatói munkájának eredményeként előállításra került az Mv 5 típusú, beltenyésztett kukorica hibrid. Ezek az intenzív termesztést lehetővé tevő hibridek a korábbi, szabadelvirágzású fajtákhoz képest jelentős, akár 20-30%-os terméstopplettel realizálására is képesek voltak. Napjainkban a magyarországi kukorica vetésterület stabilan 0,8 millió hektár körül mozog, ami tükrözi a kultúrnövény hazai agrárszektorban betöltött kiemelt szerepét.

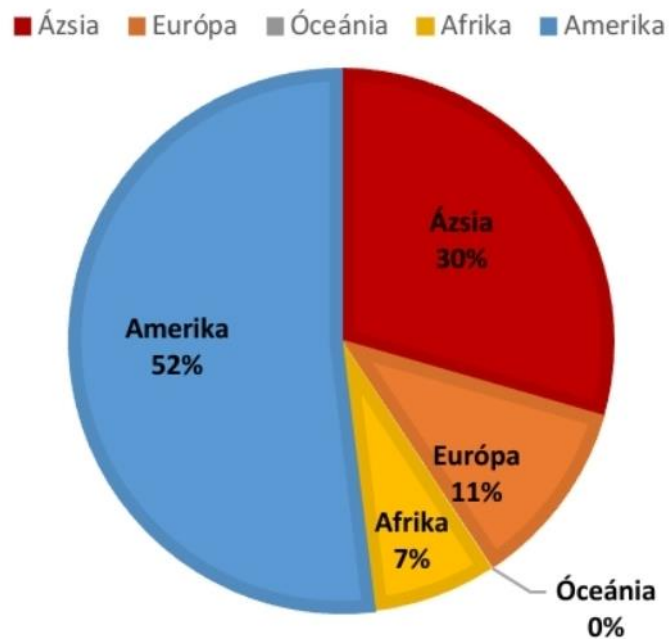
A kukorica (*Zea Mays L.*) kivételesen sokoldalú haszonnövény, melynek felhasználása három fő kategóriába sorolható: a humán táplálkozás, az állati takarmányozás és az ipari feldolgozás. Magyarországon a kukorica a humán étrendben viszonylag alacsony arányban szerepel, bár tradicionálisan kedvelt formája a főtt kukorica és a pattogatott kukorica. Ezzel szemben az állati takarmányozásban betöltött szerepe kiemelkedően jelentős. Különböző formákban – mint tömegtakarmány, szilázs vagy csalamádé – etethető a haszonállatokkal. A hazai termelés hozzávetőlegesen 90%-a az állatállomány igényeit szolgálja ki. Az ipari szektorban a kukorica fontos alapanyaga a keményítőnek, a folyékony cukornak (izocukor), az etanol előállításának, valamint a kukoricaolajnak. A növény szárának és maradványainak hasznosítása szintén komplex. Szemes betakarítás esetén a lezúzott szármaradványok legeltethetők szarvasmarhákkal. Ezen túlmenően a szár alkalmas fűtési célokra, vagy talajba dolgozva a tápanyagok visszaforgatására és a szervesanyag-tartalom növelésére. Kiemelt agrotechnikai előnye a talajfelszínen hagyott szármaradvány, amely tökéletes mulcsot biztosít a téli hónapok alatt. Amennyiben a vetésforgóban tavasszal vetett kultúrnövény követi a kukoricát, ez a talajtakarás hatékony védelmet nyújt a szél okozta defláció és a víz okozta erózió ellen, ezzel hozzájárulva a talajvédelemhez.

A kukorica botanikailag a *Garaminea* családba (Pázsitfűfélék) és ezen belül a *Maydeae tribusba* (rajba) tartozó egyszikű, egylaki növény. A *Maydeae tribus* további hét nemzetséget (*genus*) foglal magába, azonban a *Zea* nemzetség monotipikus, azaz

kizárólag a kukoricát (*Zea Mays L.*) tartalmazza. A kukoricának a jelenlegi formájában nem ismert a vad alakja, ezért eredetével kapcsolatban több elmélet is létezik. A legtöbb kutató az ősének a *Teosinte*-t (*Euchlaena mexicana Schrad*) és a gammafüvet (*Tripsacum dactyloides L.*) tekinti. A faj kezdeti kialakulása során feltételezhető, hogy a virágzat morfológiailag a kalászosokéhoz hasonlóan nem váltivarú volt. Az evolúció későbbi szakaszában a pelyvás kukorica képezhette az egyik átmeneti ősi formát, amelyen minden egyes szem egyedileg, pelyvával volt borítva a csövön (BOCZ et al., 1996).

A kukoricatermesztés globális szinten betöltött szerepe mára kiemelt jelentőségűvé vált (lásd: 1. ábra). Ez a pozíció elsősorban a kiváló nemesítői munkának és a növény magas fokú környezeti alkalmazkodó képességének tulajdonítható. Ennek eredményeként a kukorica jelenleg a világ legnagyobb mennyiségben előállított növénykultúrájává lépett elő. A globális termelési volumen rendkívül magas: a 2021–2022-es gazdasági évben a betakarított kukorica mennyisége megközelítette az 1,2 milliárd tonnát. (INTERNET 1)

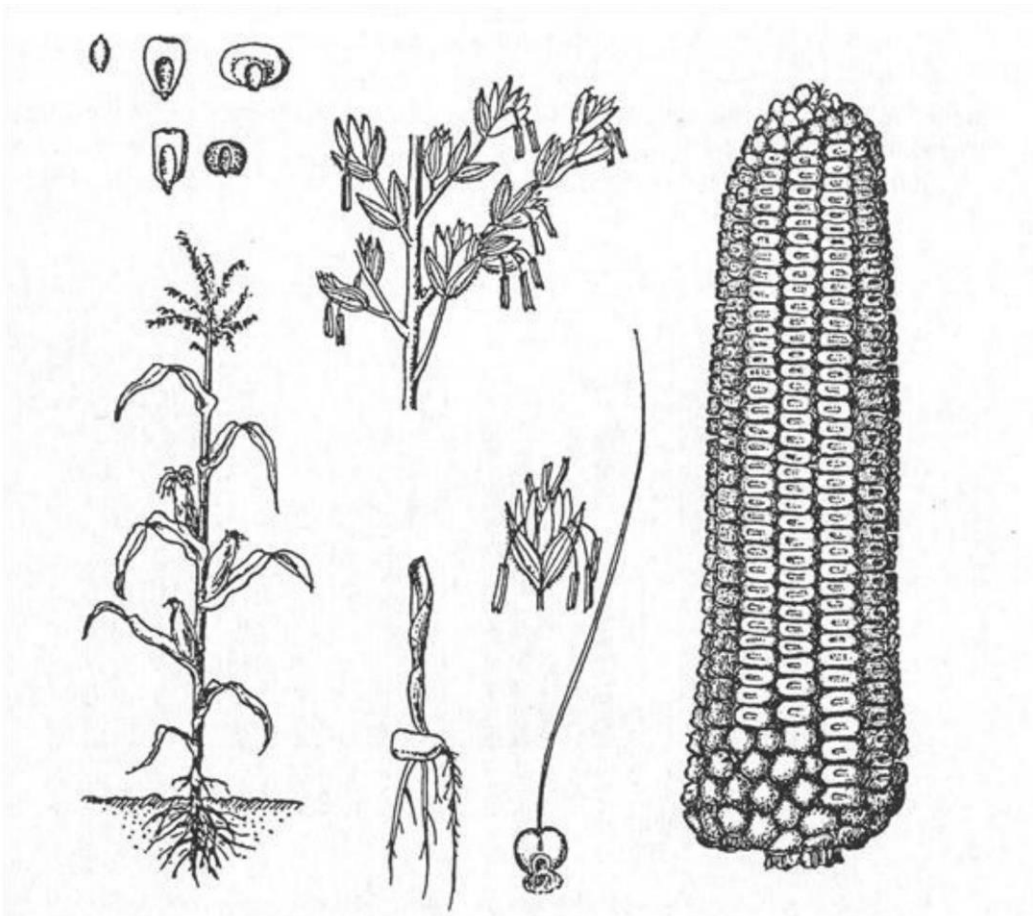
Bár a kukorica tolerálja a meleg időjárási körülményeket, a klímamodellek előrejelzései szerint a globális felmelegedés komoly kihívások elé állítja a termelést. A termés hozamok várhatóan jelentős mértékben csökkenhetnek, a század közepére (2050-re) akár 18%-os hozamcsökkenés is bekövetkezhet, míg a század végére (2100-ra) a csökkenés mértéke 10% és 64% között ingadozhat. Ezek a széles tartományú előrejelzések a felhasznált klímaszenáriók heterogenitásából és a lehetséges végkifejletek bizonytalanságából erednek. Fontos hangsúlyozni, hogy bizonyos adaptációs stratégiák alkalmazása esetén a negatív hatások mérsékelhetők, sőt, átmeneti pozitív kimenetel is lehetséges. Optimista forgatókönyvek szerint 2050-re akár 10%-os termés hozam-növekedés is realizálható a jelenlegi eredményekhez képest. Továbbá, 2100-ra a hozamromlás mértéke mindössze 7%-ra korlátozódhat, amennyiben a termelők pótlólagos öntözést (vízkijuttatást) és emelt szintű tápanyagellátást alkalmaznak. (Kemény et al. 2019)



1. Ábra: Kukoricatermesztés százalékos eloszlása a világban (FAO, 2021) (Forrás: INTERNET2)

A kukoricatermesztés globális volumene folyamatos növekedési tendenciát mutat, amely a kultúrnövény növekvő jelentőségét tükrözi. A 2021-es év adatai szerint a kukorica világméretű vetésterülete 205 870 016 hektárt tett ki, mely területről 1 210 235 135,14 tonna terményt takarítottak be. (INTERNET2)

2.1.1 A kukorica általános jellemzése



2. Ábra: A kukorica, teljes növény rajzolt vázlata. (Antal József: Növénytermesztés 1.)

A kukorica gyökérrendszere a gabonanövényekre jellemző módon elsőrendű (primer) és másodrendű (szekunder) részekre tagolódik. Az elsőrendű gyökérzetet az úgynevezett alapgyökér (gyököcskén eredő gyökerek) alkotják, amely fő funkciója a talaj mélyebb rétegeinek feltárása. Ezek a gyökérszálak kivételes esetekben akár két méteres mélységig is lehatolhatnak, biztosítva ezzel a víz- és tápanyag-felvételt a szárazabb időszakokban. A másodrendű gyökérzet a szikközépi szárból (*mezokotil*) fejlődik, és a gabonafélékre jellemzően bojtos, erősen elágazó gyökérrendszert alkot. Ez a rendszer felelős a felszíni talajrétegekből történő intenzív tápanyag- és vízfelvételért. Ezeken felül a növény a talajfelszín feletti szárnódusokból támasztógyökereket fejleszt. Ezen járulékos gyökerek kettős szerepet töltenek be: egyrészt jelentősen növelik a növény stabilitását (megdőlés elleni védelem), másrészt közreműködnek a harmatfelvételben. A legújabb kutatási eredmények alapján ezen gyökerek a foszfor felvételi folyamatokban is fontos szerepet játszhatnak.

A kukorica szára magas (átlagosan 150–250 cm), hengeres és vastag felépítésű, amelynek fizikai paraméterei (magasság és vastagság) szoros összefüggést mutatnak a vetésállomány sűrűségével, a tápanyag-ellátottság szintjével, valamint a bevetett hibrid genetikai adottságaival. A szárat nóduszok tagolják, amelyek a szárrészeket, az internódiumokat (szártagokat) határolják. Az internódiumok hossza a növekedés során felfelé haladva fokozatosan növekszik. A szártagokat részben vagy egészben a levélhüvely borítja. Ez a szerkezeti elrendezés hozzájárul a szár mechanikai szilárdságának növeléséhez, ezzel támogatva a növény állékonyságát a tenyészidőszak alatt (2. ábra).

A kukorica levélzete morfológiai szempontból mutat analógiát a kalászos gabonákéval, ugyanakkor markáns különbségek fedezhetők fel a méretbeli dimenziókban. A kukorica levelei szignifikánsan hosszabbak és szélesebbek. A levélfelület nagysága, mint agronómiai paraméter, szoros összefüggésben áll a realizálható termésmennyiséggel. Ezt az összefüggést a Levélfelület Index (LAI) értékével vizsgálhatjuk, amely számítása a Montgomery-képlet segítségével történik. Kimutatható, hogy 5,0–5,5 LAI értékig a hektáronkénti terméshozam lineárisan növekszik. Ezt követően, 6,0–7,0 LAI érték eléréséig a termésnövekedés üteme progresszíven lassul (csökkenő mértékű hozamnövekedés). A száron különböző szinteken elhelyezkedő levelek az asszimilációs folyamatokban eltérő mértékben vesznek részt. Az asszimiláták hozzávetőleges eloszlása a következőképpen alakul. A felső levelek termelik az asszimiláták 40%-át. A középső levelek járuléka mintegy 35%-ot tesz ki. A legalsó levelek csupán az asszimiláták 25%-át képesek előállítani. A növények optimális sűrűsége érdekében a levelek hajlásszöge kiemelten fontos nemesítői szempontnak minősül, mivel ez határozza meg a fény áteresztőképességét és eloszlását az alsóbb szintek felé.

A kukorica botanikailag egylaki, váltivarú növény, ami azt jelenti, hogy a hím- és nőivarú virágok ugyanazon egyedben, de különálló virágzatokban helyezkednek el. A hím ivarú virágok a hajtás csúcsán fejlődő, címervirágzatban találhatók. Ezzel szemben a nő ivarú virágzat – a torzsavirágzat – a levelek hónaljában, oldalirányban alakul ki. A kukoricánál tipikus jelenség a proterandria, ami azt jelenti, hogy a hím ivarú címer elvirágzása 4–12 nappal korábban kezdődik, mint a torzsavirágzat bibéjének kibújása. Bár az új hibridek esetében a proterandria időtartama néhány napra szorult vissza, a jelenség időtartamát jelentősen befolyásolhatják a termesztési körülmények. A címer rendkívül gazdag pollenforrás, melynek becsült termelése eléri a 28–36 millió pollenszemet. A felhőszerű pollenhullás a teljes virágzás alatt, a proterandria jelenségével együtt, agronómiai mechanizmusként szolgál. Ez a kettős stratégia

hatékonyan minimalizálja az önbeporzás lehetőségét, ezzel elősegítve a genetikai sokféleséget biztosító idegenbeporzást.

A nőivarú torzsavirágzaton a virágok párosával elhelyezkedő kalászkákban fejlődnek. Morfológiailag jellemző, hogy ezen kalászkák közül általában csak az egyikből indul meg a bibeszál (*stigma*) fejlődése. A szemsorok szabálytalansága vagy zavart kialakulása akkor következik be, ha mindkét kalászkából bibeszál fejlődik és mindkettő meg is termékenyül. A nőivarú virágzás idején a bibeszálak kibújnak a csuhélevelek alól. A megtermékenyítési folyamat fokozatosan halad: először a cső tövénél elhelyezkedő virágok nyílnak és termékenyülnek meg, majd ez a folyamat folyamatosan halad a cső hegye felé (*apex*). Aszályos időjárási körülmények között a meggyengült pollenprodukciónak vagy a szinkronicitás felborulásának miatt a csövek hegye gyakran megtermékenyítetlenül marad. E jelenség gazdasági kártételt okoz. A torzsavirágzat sikeres megtermékenyülése után a bibeszálak elszáradnak és elhalnak.

A kukorica szemtermése a gabonákéhoz hasonlóan egyetlen egységet alkot, amelyet a terméshéj és a maghéj szorosan összenőtt rétegei borítanak. A szem külső zónája általában üveges (*vitreous*), míg a belső részek (endospermium) szövettani szerkezete nagymértékben fajtától függően lehet üveges vagy lisztes (*farinos*). Amennyiben az endospermium üveges, a tartalék keményítőszemcsék felületén fehérjeburok (proteinmátrix) képződik, amely nagyobb keménységet kölcsönöz a szövetnek. A morfológiai típusok eltérő arányban tartalmazzák az üveges és a lisztes parenchima sejteket. A sima szemű (*flint*) fajták esetében az üveges rész dominál és nagyobb kiterjedésű. A lófogú (*dent*) fajták esetén az üveges keményítő az oldalsó részekre koncentrálódik. Az üveges és lisztes parenchima sejtek mennyiségi aránya – az endospermium szövettani összetétele – jelentős különbségeket mutat az egyes hibridek között, ami meghatározza a felhasználási célokat.

A kukoricaszem a fiziológiai érettség állapotát viszonylag magas, körülbelül 25–30%-os nedvességtartalom mellett éri el. Ezen érési fázis legfontosabb jelzője a fekete réteg (*black layer*) kialakulása. A fekete réteg a szem köldök felőli részén – az ízesülési pontnál, ahol a szem a csutkához kapcsolódik – alakul ki. Ezen a ponton a közvetlen anyagáramlás megszűnik, a szomszédos sejtek elhalnak, és egy látható pigmentált réteg keletkezik. A fekete réteg megjelenése a kukorica szemtermés szempontjából kulcsfontosságú, mivel jelzi, hogy a maximális szárazanyag-tartalom kialakult. Agronómiai szempontból a betakarítás megkezdése csak a fiziológiai érettség elérése után javasolt, mivel az ezt megelőző betakarítás minőségi és mennyiségi szempontból is hozamcsökkenést eredményez. A fekete réteg kialakulását követi a

vízleadási szakasz, melynek hossza és intenzitása hibridenként eltérő genetikai tulajdonság. A kukorica fiziológiai száradási folyamata gyakran lassúnak mondható, továbbá a szemek nehezen adják le a vizet, ami a mesterséges vízelvonást is energiaigényessé és nehézkessé teszi. (Antal József: Növénytermesztéstan 1.)

2.1.2. Ökológiai-, tápanyag-, és talaj igénye

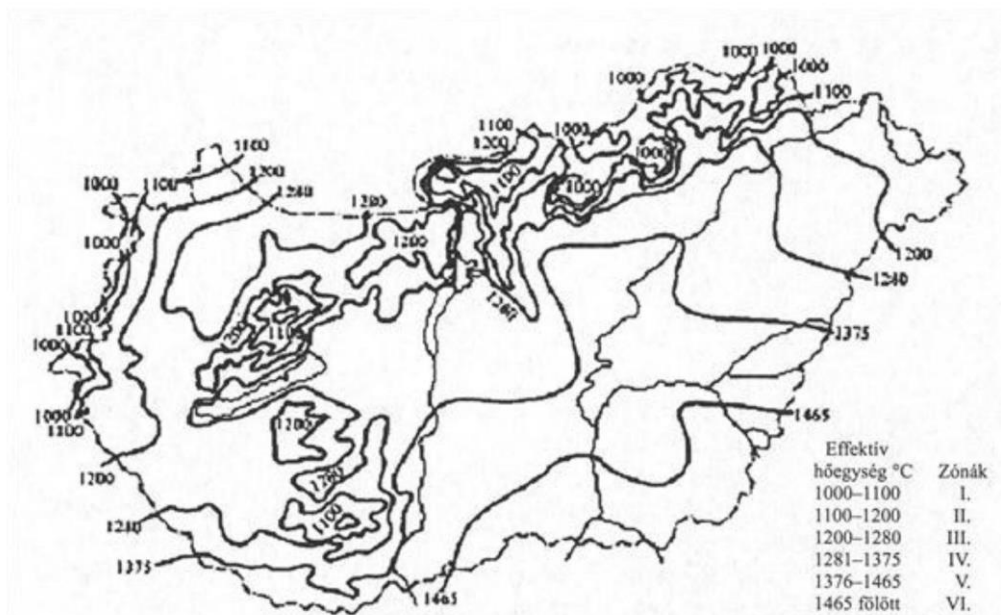
A kukorica trópusi eredete (amerikai származása) miatt kiemelkedően melegigényes növénykultúra. Az eredményes és gazdaságos termelés feltétele a megfelelő napfény és a magas hőmérsékleti értékek biztosítása a tenyészidőszak alatt. A múltban a termesztési korlátok jobban érvényesültek: a Kárpátoktól északra fekvő területeken a klimatikus viszonyok csak a kevésbé hőigényes silókukorica termesztését tették lehetővé.

Jelenleg a kukorica legnagyobb terméspotenciáljának kiaknázása a mérsékelt égövön a 42–45° északi szélességi kör mentén a legoptimálisabb. Magyarország területe az európai kukorica termesztési övezet északi határvonalán helyezkedik el. E geoklimatikus pozícióból adódóan még a kedvezőbb adottságú déli országrészekén is csupán a FAO 500–600-as éréscsoportba tartozó hibridek alkalmazása tekinthető biztonságosnak. (ANTAL, 2005)

A kukorica sikeres termesztéséhez elengedhetetlen a megfelelő hő- és csapadékviszonyok biztosítása, különösen a kritikus fejlődési fázisokban. A májusi meleg elengedhetetlen a kezdeti, intenzív fejlődéshez, míg a növény legnagyobb vízigénye a július–augusztusi periódusra, a címer- és torzsavirágzás idejére esik, amihez nagy mennyiségű csapadékelátás szükséges. A vetést optimálisan 10–12 °C-os talajhőmérséklet esetén célszerű elvégezni, mivel ezen a szinten a kukorica csírázása a leghatékonyabb. A későbbi, erőteljesebb vegetatív fejlődéshez már legalább 12–14 °C-os hőmérséklet szükséges. A vetést követő időszakban a növény különösen érzékeny a hideg talajra. Ha a hőmérséklet 15 °C alá csökken, a levelek klorotikus tüneteket (sárgulás) mutatnak. A megfelelő növekedéshez az egész tenyészidőszak alatt optimális melegre van szükség. A késői fagyok továbbá jelentős stresszhatást gyakorolnak a fiatal növényállományra. Ezen igények miatt kritikus fontosságú a termőhely környezeti hatásaihoz illeszkedő hibrid kiválasztása, amely garantálja a biztonságos érést és a betakaríthatóságot. Hazánk területe szinte teljes egészében alkalmas a kukoricatermesztésre, kivéve az északi hegyvidéki területeket és a Bakony hegységet. A déli országrész klímája, ahol a nyári átlaghőmérséklet 21–26 °C körül alakul, magas hozamok biztonságos elérését teszi lehetővé. Az enyhe, napfényes, meleg ősz kedvez a szemek gyors vízleadásának. Ezzel szemben a

hirtelen bekövetkező fagyok az érési folyamatot megszakítva kényszerérést idézhetnek elő, ami negatívan befolyásolja a betakarított termény minőségét és tárolhatóságát. (RAGASITS, 1994).

Bár a kukorica eredeti besorolása szerint rövidnappalos növénynek minősül, a nemesítés során kialakított genotípusok kiváló alkalmazkodóképességet mutatnak mind a rövid-, mind a hosszúnappalos termesztési feltételekhez. A magyarországi termesztésbe vont hibrid kukoricák teljes tenyészidőszaki hőösszeg-igénye átlagosan 1100–1400 °C között mozog. Ez az igény az adott hibrid FAO éréscsoportjához igazodik, és alapvető agronómiai szempontot képez a fajtaválasztás során (3. ábra). (ANTAL, 2005)



3.Ábra: Kukorica effektív hőösszeg alakulása (MENYHÉRT Z. 1985)

A kukorica egységnyi tápanyagfelvételhez viszonyítva viszonylag alacsony vízmennyiséget igényel. A növény jó szárazságtűréssel rendelkezik, ami elsősorban annak köszönhető, hogy mélyre hatoló gyökérrendszere révén képes biztosítani a vízfelvételt a talaj mélyebb rétegeiből. A megfelelő termésszint eléréséhez a kukorica teljes tenyészidőszak alatt átlagosan 450–500 mm vízmennyiséget igényel. Ez a szükséglet napi szinten mintegy 4,5–5,0 mm csapadékot jelent. A nyár közepén potenciálisan fellépő aszályos periódusok hatása agrotechnikai módszerekkel mérsékelhető. A megfelelő talajművelési eljárások alkalmazása – amelyek a korábbi csapadék megőrzését célozzák a talajban – kulcsfontosságú. Ezen felül a talaj optimális szerkezete és víztároló képessége alapvető feltétel. A vízhiány okozta stressz tovább

csökkenthető az adekvát gyomszabályozás fenntartásával, ami minimalizálja a kompetíciót, valamint a megfelelő tőszám alkalmazásával. Öntözés alkalmazása jelentősen javíthatja az állomány vízellátását a kritikus fázisokban, ezzel pozitívan befolyásolva a termés potenciál kiaknázását. (IVÁNY et al., 1994)

A kukoricatermesztésben a jó minőségű talaj kulcsfontosságú, hiszen ez az alapfeltétele a magas minőségű termés elérésének. Emiatt a termelők világszerte kiemelt figyelmet fordítanak a talaj megfelelő állapotának fenntartására (GYÖRFFY, 1958). A kukorica leginkább a csernozjom és a barna erdőtalajok típusait preferálja, de sikeresen termeszthető még barna erdőtalajokon; víztelenített réti talajokon; tápanyagban gazdag, mély termőrétű homoktalajokon. Ugyanakkor nem javasolt a termesztése szikeseken és sekély termőrétű homoktalajokon. A növény nem mutat szigorú igényt a talaj kémhatására (pH-ra), mivel az 5,8 és 8,0 közötti pH-tartományban is sikeresen termeszthető. Bár a kukorica még a tömör, rossz szerkezetű vagy rossz hő- és vízgazdálkodású talajokon is, ezeken a területeken a termésmennyiség rendkívül változékony lehet (ANTAL, 2005). Mára széles körben elfogadottá vált az a tény, hogy a magas hozamok eléréséhez nem csupán a műtrágyázás, hanem a jól telített talajok állapota is nagymértékben hozzájárul. Ez az agrotechnikai tényező különösen kedvezőtlen időjárási körülmények között bír jelentős termés kiegyenlítő hatással (BOCZ et al., 1996).

A kukorica tápanyagigényes növénykultúra, amelynek biztonságos termésszintje és megfelelő minősége kizárólag a kiegyensúlyozott tápanyag-ellátású talajon garantálható. Ennek biztosításában a trágyázás stratégiai szerepet tölt be. A kukorica fajlagos tápanyagigénye – azaz a 100 kg termés (szem, illetve zöld termés) és a hozzá tartozó növényi melléktermék előállításához szükséges hatóanyag-mennyiség – a felhasználás céljától függően eltérő. Átlagosan 100 kg szemtermésre és a hozzá tartozó szárral együtt 2,5 kg nitrogén, 1,1 kg foszfor-pentoxid, és 5,8 kg káliumoxid, vegyes, azaz NPK hatóanyag (RADICS, 1994). Silókukorica esetén 100 kg zöld termés biztosítására 0,35 kg nitrogén, 0,15 kg foszfor-pentoxid, és 0,4 kg káliumoxid szükséges. Ez 0,9 kg vegyes NPK hatóanyagnak felel meg. Azokon a termőterületeken, ahol a talaj tápanyag-szolgáltató képessége nem megfelelő, vagy ahol az egyes elemek aránytalansága gátolja a felvehetőséget, kiegészítő tápanyag-utánpótlás válhat szükségessé. Ez tipikusan a mikroelemekre vonatkozik, mint például a magnézium (Mg), a cink (Zn) és a réz (Cu). Ezen elemek kijuttatása történhet lombtrágya formájában is, amellyel hatékonyan javítható a növény kondíciója és stressz-toleranciája (RAGASITS, 1994).

2.1.3. Termesztés technológia

A vetésváltás (vetésforgó) jelenti az elsődleges és legfontosabb technológiai elemet a sikeres termesztési stratégia kialakításában. Jelentősége különösen a kedvezőtlen időjárási viszonyok esetén – például aszályos periódusok idején – mutatkozik meg. A különböző növénykultúrák eltérő mértékű víz- és tápanyag-felvételi dinamikájának köszönhetően az ésszerű vetésforgó segíti a talajban lévő erőforrások hatékonyabb kezelését. Az elővetemény kiválasztása közvetlen hatást gyakorol a talaj vízháztartására, tápanyagtartalmára és szerkezetére. A vetésváltás emellett kiemelkedő növényvédelmi funkcióval bír. Az elővetemények megválasztása befolyásolja a gyomosodás mértékét, valamint a kártevők és kórokozók (betegségek) szaporodásának ütemét. A megfelelő vetésforgó alkalmazása lehetővé teszi a növényvédelem egy jelentős hányadának elvégzését az agrotechnikai védekezés eszközeivel (PEPÓ, 2019). Ezáltal csökken a kémiai beavatkozások szükségessége, támogatva az integrált növényvédelem (IPM) elveit.

A kukoricát a vetésforgóban való rugalmas elhelyezhetőség jellemzi, mivel az előveteménnyel szemben nem támaszt szigorú igényeket. Sikeresen termesztendő bármely korán lekerülő növénykultúra után. Kiváló előveteménynek minősülnek az őszi kalászosok, a csemegekukorica és a különböző pillangós növények (ANTAL, 2005). Annak ellenére, hogy a kukorica önmaga után is termesztendő, a kutatások egyértelműen rámutatnak a folyamatos monokultúrás termesztés jelentős kockázataira. Ez a termesztési forma egyrészt nagyon egyoldalúan hasznosítja a talajban lévő tápelemeket, másrészt erőteljesen fogyasztja a talaj rendelkezésre álló vízkészletét, ami rontja a talajállapotot. Továbbá a monokultúra növeli a gyomnövények populációjának felszaporodását, amely tényező a terméshozam szignifikáns csökkenéséhez vezet (PEPÓ, 2019).

A sikeres termesztési stratégia érdekében célszerű elkerülni a vetésforgóban azokat az előveteményeket, amelyek magas vízfogyasztással rendelkeznek. Ilyen például a cukorrépa (*Beta vulgaris*), amely száraz periódusokban jelentősen kimeríti a talaj vízkészletét. Ez a vízelvonás továbbá negatív hatást gyakorolhat a talajéletre (talaj mikrobiológiai aktivitásra), ami közvetlenül visszavetheti a kukorica kezdeti fejlődését (BOCZ et al., 1996).

A klímaváltozás hatására a kukoricatermesztésben az optimális vetésidő folyamatosan előretolódó tendenciát mutat. Hazánkban a legmegfelelőbb időszak jelenleg március végétől április közepéig terjed. A vetés indításához szükséges kritikus talajhőmérsékleti feltétel

biztosítása elengedhetetlen, melynek alsó határa 8–10 °C. Ezen felül a vetés megkezdését a késői fagyok kockázatának minimalizálásához kell igazítani. A korai vetésnek több agronómiai előnye is van, különösen a vízmegőrzés szempontjából. Gyorsabb kezdeti fejlődés érhető el. A növényállomány hamarabb beárnyékolja a talajfelszínt, ezzel csökkentve a párolgás okozta kiszáradást. A korábbi kelés révén a kukorica versenyelőnyhöz jut a gyomnövényekkel szemben. A vetésidő megválasztása szoros korrelációban áll a fiziológiai érettség elérésének idejével, a betakarításkori szemnedvesség-tartalommal, valamint a termésképző elemek optimális kialakulásával. A jelenlegi köztermesztésben a kukorica hibridek száma folyamatosan és dinamikusan növekszik. Ez a tendencia a nemesítői munka fejlődését tükrözi. Az újonnan bevezetésre kerülő hibrideket kiváló értékmérő tulajdonságok jellemzik.

Különösen jelentős előrelépés a hidegtűrés tekintetében mutatkozik: az új hibridek kimagasló Cold-teszt értéke már lehetővé teszi a 8 °C-on történő sikeres csírázást is. Ez a genetikai előny megteremti az alapját a korábbi vetésnek és a tenyészidőszak hatékonyabb kihasználásának (PEPÓ, 2019).

A vetőmagmennyiség meghatározásakor kulcsfontosságú paraméterek a vetőmag használati értéke, és az ezermagtömeg, melyek alapján a tervezett csíraszám optimalizálása történik. A hazai gyakorlatban a kukorica vetéssűrűsége jellemzően 50.000 és 80.000 csíra/hektár között mozog. A genetikai adottságok alapján a rövidebb tenyészidejű hibridek esetében jellemzően magasabb tőszámot alkalmaznak, míg a hosszabb tenyészidejű hibrideket alacsonyabb tőszámmal vetik el a rendelkezésre álló erőforrások (víz, tápanyag) hatékonyabb kihasználása érdekében. A sortávolság tekintetében a 70 cm a legelterjedtebb standard eljárás. Ugyanakkor napjainkban egyre gyakoribb a szűkített, 50 cm-es sortávolság alkalmazása. A szűkített soros állományok számos agronómiai előnnyel rendelkeznek. Víztaékosabbak, mivel hamarabb záródnak és árnyékolják a talajt. Kevésbé gyomosodnak, mivel erősebb a kultúrnövény kompetíciós képessége. Jobban kihasználható a hibridek genetikai terméspotenciálja. Ugyanakkor a szűkített sortávolság negatív gazdaságossági és technológiai korlátokat is magában hordoz. A növényvédelem (különösen a sorközművelés) nehezebben megoldható. A teljes technológiai rendszer (gépek, eszközök) beszerzése rendkívül költségigényes.

A kukorica vetésmélységének optimális beállítása kritikus agronómiai feladat, melyet a talaj fizikai adottságaihoz kell igazítani. Középkötött talajok esetén a javasolt vetésmélység 6–7 cm között van. Kötött talajokon a mélységet célszerű 5–6 cm-re redukálni. Amennyiben a talaj nem rendelkezik aprómorzás szerkezettel és a megfelelő nedvességtartalom biztosítása érdekében

szükséges, a mélység akár 7–8 cm is lehet. Kiemelten fontos ugyanakkor elkerülni a túlságosan mélyre történő vetést. Ha a vetőmag a hidegebb talajrétegekbe kerül, a csírázás folyamata lelassul, ami a csíranövény kimerüléséhez (elfáradásához) vezethet a felszínre való áttörés előtt (BOCZ et al., 1996).

A kukoricatermesztési folyamatban a legkiemelkedőbb stratégiai döntés a megfelelő hibrid kiválasztása. E döntés meghozatalánál komplex szempontrendszert szükséges figyelembe venni. A termőhely geoklimatikus adottságai. Az alkalmazni kívánt agrotechnikai rendszer megvalósíthatósága. A termesztési cél (pl. szemes, siló, ipari felhasználás). Ebben a kitett gazdasági környezetben kiemelt figyelmet kell fordítani a hibrid termésszabotására (azaz a hozamévek közötti ingadozás minimalizálására) és a garantálható jövedelmezőségre. A köztermesztésben használt hibridek termőképességére és ellenállóképességére vonatkozó hiteles információk a NÉBIH (Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal) által összeállított hivatalos kiadványokban érhetők el. Ezek az adatok lehetővé teszik a gazdálkodók számára, hogy szakszerűen megítéljék, milyen feltételek és kockázatok mellett integrálható az adott hibrid a saját termelési rendszerükbe.

A kukoricahibrid kiválasztásánál két alapvető kritériumot kell figyelembe venni: a tenyészidő hosszát és a genetikai felépítést. A tenyészidő hosszát a FAO-számmal jellemezzük, amely alapján Magyarországon négy fő éréscsoport különíthető el. Az igen korai érésű csoport: FAO 200–299. A korai érésű csoport: FAO 300–399. A középérésű csoport: FAO 400–499. Végül pedig a középkésői érésű csoport: FAO 500–699. A genetikai felépítés alapján a hibrideket a felhasznált vonalak száma szerint osztályozzuk. Kétvonalas kombinációk (Single Cross). Háromvonalas kombinációk (Three-way Cross). Négyvonalas kombinációk (Double Cross). A kétvonalas hibridek képesek a legmagasabb hozamok produkálására, ezért ezek a legintenzívebben termelhető genotípusok. A hibridválasztásnál a genetikai stabilitás és a rezisztencia szempontjából kedvező, ha minél szélesebb genetikai alappal rendelkező fajtát választunk. Ezáltal minimalizálhatóak az esetleges genetikai problémák és a stresszhatások kockázatai (ERTSEY et. al., 2003).

A kukoricatermesztési technológiában kiemelt hangsúlyt kap az integrált növényvédelem (IPM) alapelveinek alkalmazása. Ennek indoka, hogy a különböző kórokozók, kártevők és gyomok együttesen jelentős termés kiesést indukálhatnak a kultúrnövényállományban (PEPÓ, 2019).

A rezisztencianemesítés eredményeként a kukoricahibridek kórokozókval szembeni ellenálló képessége folyamatosan javuló tendenciát mutat. Ezzel párhuzamosan a kémiai növényvédelem egyre inkább a vetőmagvak csávázására korlátozódik (HORVÁTH et al., 1995). A vetőmagkezelés célja a magvak és a fiatal csíranövény védelme a csírázást gátló környezeti tényezőkkel és a korai fertőzésekkel szemben. A hagyományos eljárások során a kukoricaszemeket gombás betegségek elleni hatóanyagokkal és vadriasztó készítményekkel vonják be. Újabban a vetőmagkezelés spektruma bővült: egyre terjed a biológiai csávázás, melynek során a vetőmagot jótékony baktériumokkal kezelik. Ezek a baktériumok a fiatal csíranövényvel szimbiózisban élnek, és aktívan támogatják annak kezdeti fejlődését (pl. a tápanyagok felvételének javításával).

Kiemelten fontos megemlíteni a kukoricát érintő egyik legelterjedtebb vírusos megbetegedést, a Kukorica Csíkos Mozaik Vírust (Maize dwarf mosaic virus – MDMV). A kórokozó legjellemzőbb tünetei a rossz termékenyülés, a csövek deformálódása és a növény markáns törpülése. A fertőzött növények levelei világoszöld csíkos mintázatot mutatnak (mozaikosodás), amely jellegzetes elváltozás fellelhető a levélhüvelyen és a csuhéleveleken is. A vírus könnyedén átvihető mechanikai úton, továbbá hatékonyan terjed vektorok (pl. levéltetvek) segítségével is. Az MDMV téli áttelelésében és a fertőzés forrásának fenntartásában kiemelt szerepet tölt be a fenyércirok (*Sorghum halepense*) mint gazdanövény (HORVÁTH et al., 1995).

A kukoricatermesztés legjelentősebb kórtani problémáját a fuzáriumos gombabetegségek okozzák. Ezen kórokozók hatékony kontrollja kizárólag komoly agrotechnikai védekezési stratégiák alkalmazásával lehetséges, melyek közül kiemelt jelentőségű a monokultúras termesztés elkerülése (HORVÁTH et al., 1995). A fuzáriumfertőzés nem csupán a termésesökkentő hatása miatt jelent problémát, hanem az általa termelt mikotoxinok rendkívüli veszélyessége miatt is. Két kulcsfontosságú mikotoxin, amely a kukoricában megjelenhet. Zearalenon (ZEN): Ez egy ösztrogén hatású toxin, amely az állati és humán ösztrogén receptorokhoz kötődve zavarokat okoz az ivarszervek működésében. DON (Deoxinivalenol) Ez a toxin a szervezetben a fehérjeszintézis folyamatát gátolja, és nagymértékben károsítja az immunszerveket (DUBLECZ, 2011). Ezen mikotoxinok jelenléte súlyos élelmiszerbiztonsági és takarmányozási kockázatot jelent.

A golyvásüszög (*Ustilago maydis*) megbetegedés a kukoricánövény bármely részén kialakulhat, jellemzően a mechanikai sérülések behatolási pontjainál. E gombabetegség

kártétele abban nyilvánul meg, hogy a tumoros elváltozások révén csökkenti az asszimilációs felületet, ezzel zavart okozva a fotoszintézis folyamatában. Ez a hatás hasonló az ún. helmintospóriumos levélfoltosság (*Helminthosporium spp.*) által kiváltott károsításhoz. A torzsavirágzat helyén gyakran rostos üszög (*Sorosporium reilianum*) képletek képződnek, amelyek közvetlenül a termést veszélyeztetik.

A fuzáriumos gombabetegségek és más kártételek esetében jelenleg nem áll rendelkezésre adekvát, széles körben alkalmazható kémiai növényvédelmi eljárás. Ebből adódóan a védekezési stratégia napjainkban is elsődlegesen a rezisztencia és a tolerancia nemesítésre támaszkodik (BOCZ et al., 1996). A globális klímaváltozás hatására – mely kedvező feltételeket teremt a kórokozók elterjedéséhez – új betegségek jelentek meg a hazai természetben. Ezek a patogén gombák komoly gazdasági károkat képesek okozni a termelőknek. Közéjük tartozik többek között a nigrospórás szárkorhadás (*Nigrospora oryzae*) és a fekete csöpenész (*Aspergillus flavus*) (PEPÓ, 2019). Ezen új kórokozók megjelenése tovább erősíti az integrált növényvédelem adaptív stratégiáinak fontosságát.

A magyarországi kukoricatermesztést veszélyeztető legjelentősebb kártevő-együttesbe tartoznak a fritlegyek (*Oscinella frit*), a földi bolhák (*Phyllotreta spp.*), a levéltetvek (*Aphididae*), a kukoricabogarak (*Diabrotica virgifera*), a kukoricabarkók (*Tanymecus dilaticollis*), a kukoricamolyok (*Ostrinia nubilalis*), valamint a bagolylepkék (*Noctuidae*) különböző fajai. E kártevők elleni védekezés megalapozására jelenleg központi előrejelző rendszerek működnek országszerte. Ezen rendszerek alkalmazása jelentősen megkönnyíti a termeléstechológiai beavatkozások szervezését, azonban a védekezés hatékonysága továbbra is magas szintű agronómiai odafigyelést igényel.

A kukoricatermesztésben a talajlakó kártevők elleni védekezés a vetőmag csávázásával vagy talajfertőtlenítéssel valósítható meg. Ezen agrotechnikai beavatkozásokat optimalizált esetben vetés előtt vagy vetéssel egy menetben szükséges elvégezni. A kártevők közül az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LÉCONTE) okozza a legjelentősebb gazdasági veszteséget. Kártétele komplex módon nyilvánul meg. A lárva táplálkozása a gyökérrendszeren a gyökerek rágásával jár, amelynek következtében kialakul az ún. „hattyúnyak-betegség” (goose-necking), ami rontja a növény stabilitását. Az imágó (kifejlett rovar) a bibeszálakkal táplálkozik (selyemrágás), ezzel szignifikánsan rontva a termés kötődés esélyeit (ANTAL, 2005). Emellett kulcsfontosságú a kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis*) megemlítése is. Kártétele

elsősorban a lárvajának köszönhető, amely a táblán való felszaporodás esetén akár 10%-os termés kiesést is indukálhat (PEPÓ, 2019).

Az eredményes modern mezőgazdasági termelés alapvető eleme a szakszerű gyomszabályozás, amelynek keretében elengedhetetlen az integrált technológiák alkalmazása. Ez a komplex stratégia magában foglalja a vetésváltást (vetésforgót), a mechanikai gyomirtást és a kémiai gyomirtást is. Napjainkban egyre nagyobb figyelmet kell fordítani a megfelelő gyomirtási eljárásokra, ami a klímaváltozás hatásával összefüggő csapadékellátási problémák miatt vált kritikus fontosságúvá. Mivel a csapadék egyre kisebb mennyiségben és kedvezőtlenebb eloszlásban érkezik, létfontosságú, hogy a kultúrnövények számára ne maradjanak a területen felesleges víz- és tápanyagfogyasztók. A gyommentesség fenntartása a terméspotenciál elérésének és a vízgazdálkodás optimalizálásának alapfeltétele. A feladatot tovább nehezíti a gyomösszetétel folyamatos változása, amely állandó alkalmazkodást követel meg a növényvédelmi stratégiáktól (PEPÓ, 2019).

A kukorica rendkívül érzékeny a gyomkonkurenciára, amely már igen korai fejlődési fázisban is jelentős termésvesztést indukálhat. A hatékony gyomszabályozás kémiai készítményekkel történő beavatkozásokkal valósítható meg, melyeket a növényállomány fejlettségi stádiumához igazítva, több időpontban is ki lehet juttatni. Preemergens kijuttatás: A vetés után, de a kukorica kelése előtt történő alkalmazás. Korai posztemergens kijuttatás: A kukorica 1–2 leveles fejlettségi állapotában történő kezelés. Posztemergens kijuttatás: A 4–8 leveles állományban, vagy célzottan levél alá történő kijuttatás. A preemergens gyomirtás hatékonyságának alapvető feltétele, hogy a kijuttatást követő két héten belül 15–20 mm bemosó csapadék érkezzon. Ennek a csapadékmennyiségnek a hiánya esetén a kezelés hatása elmaradhat (hatástalan lehet). A korai posztemergens kezelés a gyomszabályozás megbízhatóbb formájának tekinthető, mivel ekkor a már kikelt, 1–2 leveles gyomnövényeket a hatóanyag közvetlenül elpusztítja. A később megjelenő gyomflóra elleni védekezés mechanikai módszerekkel vagy további posztemergens készítmények alkalmazásával oldható meg.

A sorközművelő kultivátorok a legelterjedtebb mechanikai gyomirtó eszközök a kapás kultúrákban, például a kukoricában. A kukoricában található gyomnövényeket a termésvesztés elkerülése érdekében 3-6 hétig el kell távolítani az állományból.

Amikor kukoricát termesztünk, a megfelelő elővetemények például a kalászos növények, például őszi búza vagy őszi árpa. Ezek a növények kiváló gyomelnyomók, de ha a kukorica

monokultúrában termesztésre kerül, a gyomok jelentős mértékben szaporodhatnak el. A mechanikai gyomirtás hosszú távon fenntarthatja a gyommentességet, míg a vegyszeres gyomirtás a rezisztens gyomnövények elszaporodásához vezethet, ami magasabb költségeket von maga után. Ezért a részleges monokultúra használata célszerű lehet. Ebben az esetben gondoskodni kell arról, hogy a használt herbicidek ne maradjanak vissza a talajban, és ne károsítsák az utóveteményt (IVÁNY et al., 1994).

2.2 Allelopátia

Az allelopátia jelensége iránti emberi érdeklődés több évezredes múltra tekint vissza. Már i.e. 460–370 körül Demokritosz is beszámolt az allelokemikáliák gyomszabályozásban rejlő potenciális alkalmazási lehetőségeiről. Maga az allelopátia (*allelopathy*) szakkifejezés az osztrák botanikustól, Hans Molisch-tól származik, aki azt 1937-ben vezette be a tudományos terminológiába. Azokat a növényfajokat, amelyek képesek allelokemikáliákat szintetizálni és kibocsátani, allelopátiás növényeknek nevezzük. Ezen kémiai vegyületek a növény teljes egészében megtalálhatók. Az anyagok növényi életfolyamatokra gyakorolt hatása lehet direkt vagy indirekt, ami alapján csoportosításuk is lehetséges. Azok a növények, amelyek a szintetizált allelokemikáliákat bármely módon a környezetükbe kibocsátják, hatást gyakorolnak a környezetükben élő más növényekre. Ez a hatás érintheti a fejlődésüket, anyagcserejüket, sőt, még a csírázásukat is (HUNYADI et al., 2000). Bár az allelokemikáliák általában gátló hatást fejtenek ki a környezetben lévő növényekre, jótékony hatásokat is megfigyeltek már (RICE, 1974). A kutatások igazolják, hogy az allelokemikáliák 29 féle mikrobiális enzim jelenlétében fordulhatnak elő, és többségük valamilyen anyagcsere- vagy bomlástermék. Kémiai és fiziológiai tulajdonságaikban hasonlóság mutatható ki az allelokemikáliákat alkotó kémiai vegyületcsoportok között. Például a terpenoidok, az alkaloidok és a cianogének is képesek légzésgátló hatást kifejteni (SZABÓ, 1997).

2.2.1. Allelopatikus növények és hatásuk az ökoszisztémákra

Az allelopátiás növényfajok jelentős részét sikerült feltérképezni az elmúlt évtizedek kutatómunkája során, ugyanakkor a vizsgált fajok közt még mindig találhatóak hiányosságok. A hazai gyomflórában jelenleg mintegy 150 olyan faj ismert, amely igazoltan allelopátiás hatással bír (SZABÓ, 1997). Ez az adat is alátámasztja az allelopátia mint ökológiai interakció hazai agrárkörnyezetben betöltött fontosságát.

A kukoricakultúrákban előforduló legveszélyesebb gyomnövények közé tartozik a mezei aszat (*Cirsium arvense*), a tarackbúza (*Agropyron repens*), a fenyércirok (*Sorghum halepense*) és a kakaslábfü (*Echinochloa crus-galli*). E fajok veszélyességét nem csupán az általuk termelt allelokemikáliák jelenléte adja, hanem az is, hogy alapvetően gyorsan és erőteljesen terjeszkedő habitusú gyomok. Az allelopátia mint ökológiai interakció jelentős szerepet játszik a növényi társulások alakításában és a természet diverzifikációjában. Ezt a folyamatot számos tudományos kutatás igazolja (BODE, 1940).

Az allelopátia jelenségének klasszikus példáját szolgáltatja a diófa (*Juglans regia*) hatása. E fafaj képes juglon nevű allelokemikáliát termelni, amely bizonyítottan gátolja a környező növényzet fejlődését (GRÜMMER, 1955). Ennek eredményeként a diófa alatt a vegetáció szignifikánsan gátolt növekedést mutat. Az allelopátia fontos ökológiai szerepet játszik a növénytársulások és növényközösségek kialakításában. Dr. Mikulás József már 1981-ben rámutatott, hogy az agresszíven terjedő évelő gyomnövények gyakran használják az allelopatikus hatásukat a terület gyors elfoglalására, ezáltal monokultúrát is alkothatnak. Az allelokemikáliák gátolhatják vagy serkenthetik a környező növények fejlődését, ami közvetlenül befolyásolja a növényzet sűrűségét és elrendeződését, különösen homogén gyomállomány esetén (MIKULÁS, 1981). Az allelopátiás hatások komoly mezőgazdasági problémákat okozhatnak, különösen akkor, ha az allelokemikáliák gátolják a termesztett kultúrnövények normális növekedését. A talajba kerülő allelokemikáliák korlátozhatják a növények tápanyagfelvételét és normális fejlődését, ami gazdasági károkat eredményez. Ültetvények esetében az allelopátiás szempontok figyelmen kívül hagyása akár a teljes ültetvény újratelepítését is szükségessé teheti. Az allelopátia hatásainak megértése és megfelelő kezelése ezért kulcsfontosságú mind a modern mezőgazdaság, mind az ökológia szempontjából (HUNYADI, 1988).

2.2.2. Az allelokemikáliák környezetbe jutása

Az allelokemikáliák a növény teljes egészében fellelhetők. Kimutathatók a gyökérzetben, szárban, levélzetben, sőt, még a termésben is. Ezek a kémiai vegyületek a növény bármely részéből képesek kiválasztódni. A környezetbe történő kibocsátás (*transzport*) több mechanizmuson keresztül valósulhat meg, amelyek révén az anyagok kölcsönhatásba lépnek a környező növényekkel. Gyökéren keresztüli kiválasztás. Kimosódás (eső vagy harmat hatására). Párolgás (illékony vegyületek esetén). (MIKULÁS, 1984).

2.2.2.1 Gyökéren keresztüli kiválasztás

Számos gyom- és kultúrnövény rendelkezik azzal a képességgel, hogy gyökérrendszerén keresztül olyan allelokemikáliákat válasszon ki, amelyek különböző mértékű hatást fejtenek ki a közvetlen környezetükre. A tudomány jelenlegi állása szerint a gyökérváladékok kibocsátásának pontos mechanizmusa még tisztázatlan. Kérdéses, hogy ezek az anyagok a gyökérszövet által aktívan kiválasztódnak-e, az elhalt sejtekből szabadulnak fel, vagy egyszerűen csak kiszivárognak a gyökerekből (*passzív exudáció*) (HUNYADI, 1988). A magyarországi termesztési gyakorlatban is számos olyan kultúrnövény található, amelyek gyökérváladékai bizonyítottan toxikus hatásúak. Ilyen fajok például a kukorica (*Zea mays L.*), a búza (*Triticum aestivum L.*), a zab (*Avena sativa L.*), a borsó (*Pisum sativum L.*) (BONNER-GLASTON, 1944). Ez is alátámasztja az allelopátia agronómiai jelentőségét a vetésforgó megtervezésében.

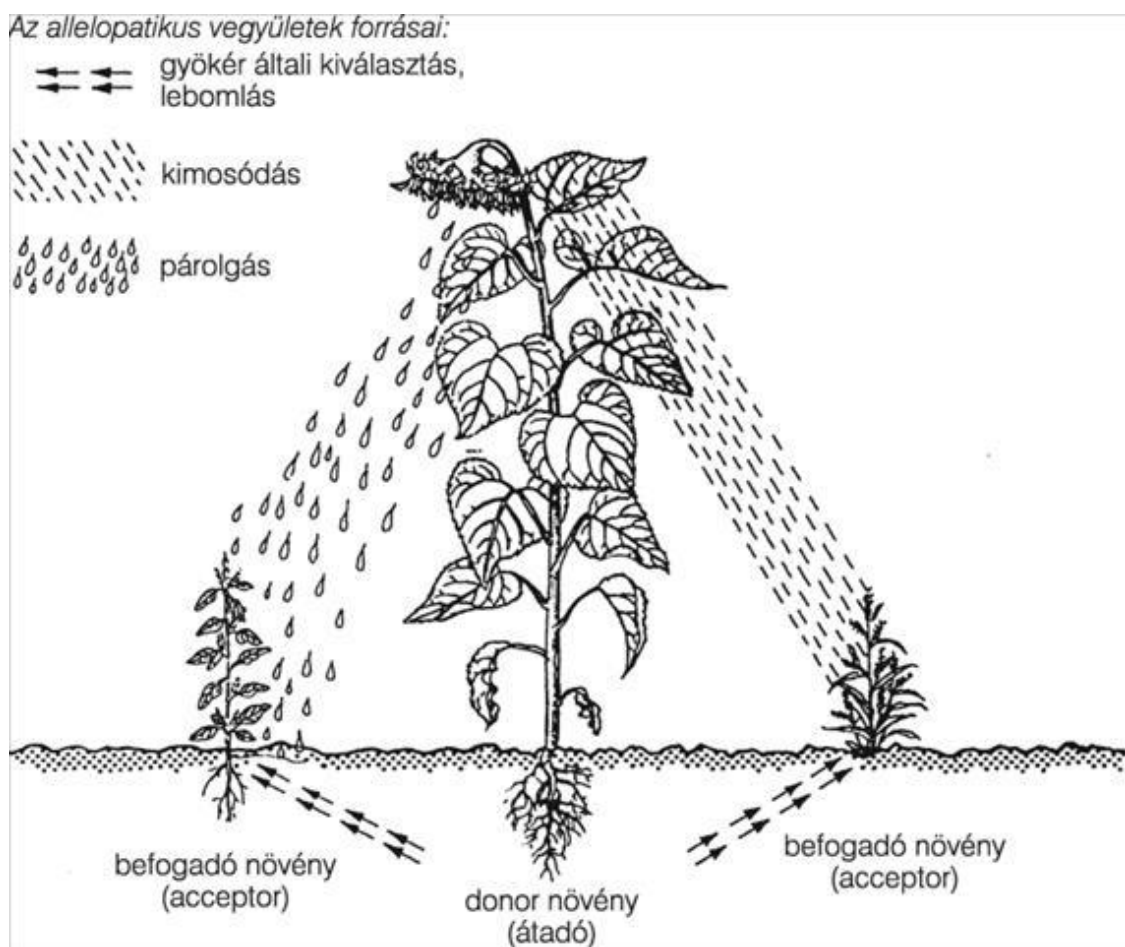
A hazai (magyarországi) agrárterületeken nagymértékben elszaporodott gyomnövények közül is több faj bizonyítottan allelopátiás hatással rendelkezik. Ezen fajok képesek toxikus vegyületeket kiválasztani a gyökérrendszerükön keresztül, gátolva ezzel a környező növények fejlődését. Ezek közé a veszélyes allelopátiás gyomok közé tartozik például a parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia L.*) (RICE, 1968; NEIL-RICE, 1971), a pirók ujjasmuhar (*Digitaria sanguinalis L.*) (RICE, 1968). Ezek a vegyületek így közvetlen és közvetett módon is befolyásolják a kultúrnövények, például a kukorica, növekedését és termés potenciálját.

2.2.2.2 Kimosódás

Az allelokemikáliák környezetbe történő kijutásának egyik mechanizmusa a kimosódás (*leaching*), amely hármas vagy eső hatására következik be. Ennek során a növény föld feletti részeiből (hajtás, levél) különböző kémiai vegyületek oldódnak ki és jutnak el a talajba vagy a környező növények felületére. Ennek a jelenségnek két jellemző esettanulmánya, a diófa (*Juglans regia*). A diófa zöld részeiben található juglon nevű allelokemikália kimosódása gátló hatást fejt ki a környező növényzet fejlődésére. A selyemmályva (*Abutilon theophrasti*): Ez a faj olyan gátló anyagot termel, amely bizonyítottan negatívan befolyásolja a szója (*Glycine max*) fejlődését (COLTON-EINHELLIG, 1980).

2.2.2.3. Párolgtatás

Az allelopátiás hatások egyik lehetséges transzportmechanizmusa az illékony vegyületek növényi párolgtatás során történő kibocsátása (4. ábra). Ez a kijutási mód leginkább az aszályos, száraz élőhelyeken előforduló növényekre jellemző. Kísérleti vizsgálatok igazolták, hogy a parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*) levelei képesek illékony, gátló hatású allelokemikáliákat bocsátani a légkörbe (RICE, 1971). Ezek a légkörbe jutó vegyületek kétféle módon gyakorolnak hatást a környező vegetációra. Talajba jutás, az anyagok a talajba ülepedve a gyökérrendszeren keresztül szívódnak fel. Lombozaton keresztüli felvétel, a légkörből a környező növények lombozatán keresztül is felvehetők (HUNYADI, 1988).



4. Ábra: Az allelopátiás vegyületek forrásai és bejutásuk a gyom-kultúrnövény ökoszisztémába
ALDRICH (1984) nyomán

2.2.2.4. Növényi maradványok lebomlása

A növényi maradványok lebontását a mikroorganizmusok végzik a talajban, és ez a folyamat kulcsszerepet játszik az allelokemikáliák dinamikájában. A tudomány jelenlegi állása szerint még ismeretlen, hogy az allelokemikáliák a mikrobiális lebontó tevékenység során, vagy már a növényi maradványok bomlását követően keletkeznek-e. Továbbá, a talajmikroorganizmusok rendelkeznek azzal a képességgel, hogy kezdetben nem toxikus vegyületeket alakítsanak át mérgező (toxikus) formába, ezzel potenciálisan fokozva az allelopátiás hatást a környezetben (HUNYADI et al., 2000).

A napraforgó (*Helianthus annuus L.*) növényi maradványainak lebomlási folyamata során igazoltan olyan allelokemikáliák szabadulnak fel, amelyek negatív hatást gyakorolnak a környező növényzet növekedésére. Ezt a jelenséget már Rice (1968) vizsgálatai is empirikusan igazolták. További megfigyelések alapján az elhalt növényi részek képesek szignifikánsan csökkenteni az egyes gyomnövények csírázási képességét és vegetatív növekedését is (PUTNAM–DEFRANK, 1983). Ezen eredmények rávilágítanak a maradványok talajban hagyásának lehetséges agronómiai jelentőségére a gyomszabályozás szempontjából.

2.2.3. Az allelopátia felhasználása a növényvédelemben

A jelenkorban a környezetvédelem növekvő jelentősége áthatja a mezőgazdasági szektort is. Emiatt egyre nagyobb hangsúlyt kapnak az integrált növényvédelmi módszerek (IPM), amelyek célja a felhasznált kémiai anyagok mennyiségének minimalizálása. A kémiai eljárások helyettesítésére ígéretes biológiai megoldásként merül fel az allelokemikáliák felhasználása a növényvédelmi problémák kezelésére. Ennek egyik hatékony agrotechnikai eszköze a takarónövények alkalmazása (BARNES–PUTNAM, 1983). A takarónövénykeverékek akkor tekinthetők optimálisnak, ha maximális diverzitást mutatnak. A talajvédő hatás mellett a magas fokú biodiverzitás eredményeként nagyszámú allelokemikália jut a talajba. Ezen vegyületek hatása összetett. Képesek csírázásgátló hatást kifejteni a gyommagvakra. Hozzájárulhatnak a rovarok és a gombás megbetegedések számának csökkentéséhez is. Ezen felül a diverz takarónövényzet a természetes predátorok megtelepedését is elősegíti: ahol a kártevő szervezetek megjelennek, ott – a tápláléklánc elvénél fogva – idővel a predátoraik is megtelepednek, erősítve a biológiai védekezést.

Az eddigi kutatási eredmények és a felhalmozott tudományos tapasztalatok alapján az allelopátia sokrétű felhasználhatóságot mutat a modern növénytermesztésben és a fenntartható gyomszabályozásban. Azonban ahhoz, hogy az allelopatikus eljárások és vegyületek a gyakorlati mezőgazdasági termelés szerves részét képezzék, további, nagyszámú vizsgálati eredmény szükséges. A gyakorlati bevezetéshez elengedhetetlen a mechanizmusok pontosabb megértése, a hatóanyagok izolálása és stabilizálása, valamint a mezőgazdasági technológiákba való integrálhatóságuk igazolása.

A növényi kivonatok gyomszabályozásban történő gyakorlati alkalmazása jelenleg több korlátozó tényező miatt is behatárolt. Először is, a kívánt herbicid hatás eléréséhez nagy mennyiségű kivonatra van szükség, ami gazdaságossági szempontból kérdéseket vet fel. Másodszor, ezen allelokemikáliák a természetes talajkörnyezetbe kerülve hajlamosak a gyors lebomlásra és átalakulásra, ami jelentősen csökkenti a hatástartamukat. Ezenkívül a növényi kivonatok általában nem rendelkeznek széles gyomirtási spektrummal. Ebből kifolyólag a felhasználásuk jelenleg kizárólag speciális, célzott gyomproblémák kezelésére korlátozódik (HUNYADI et al., 2000).

2.3 *THEROPHYTA* növények – egyévesek

Az egyéves növények csoportjába azokat a taxonokat soroljuk, amelyek teljes életciklusuk (csírázástól a magtermés beéréséig) 13 hónapnál rövidebb időtartam alatt lezajlik. Ezek a növények speciálisan adaptálódtak a kedvezőtlen időjárási és környezeti feltételek átvészelésére, amelyeket mag vagy ritkábban csíra állapotban képesek túlélni (pl. téli egyévesek esetében).

2.4. T₄-es életformájú gyomnövények

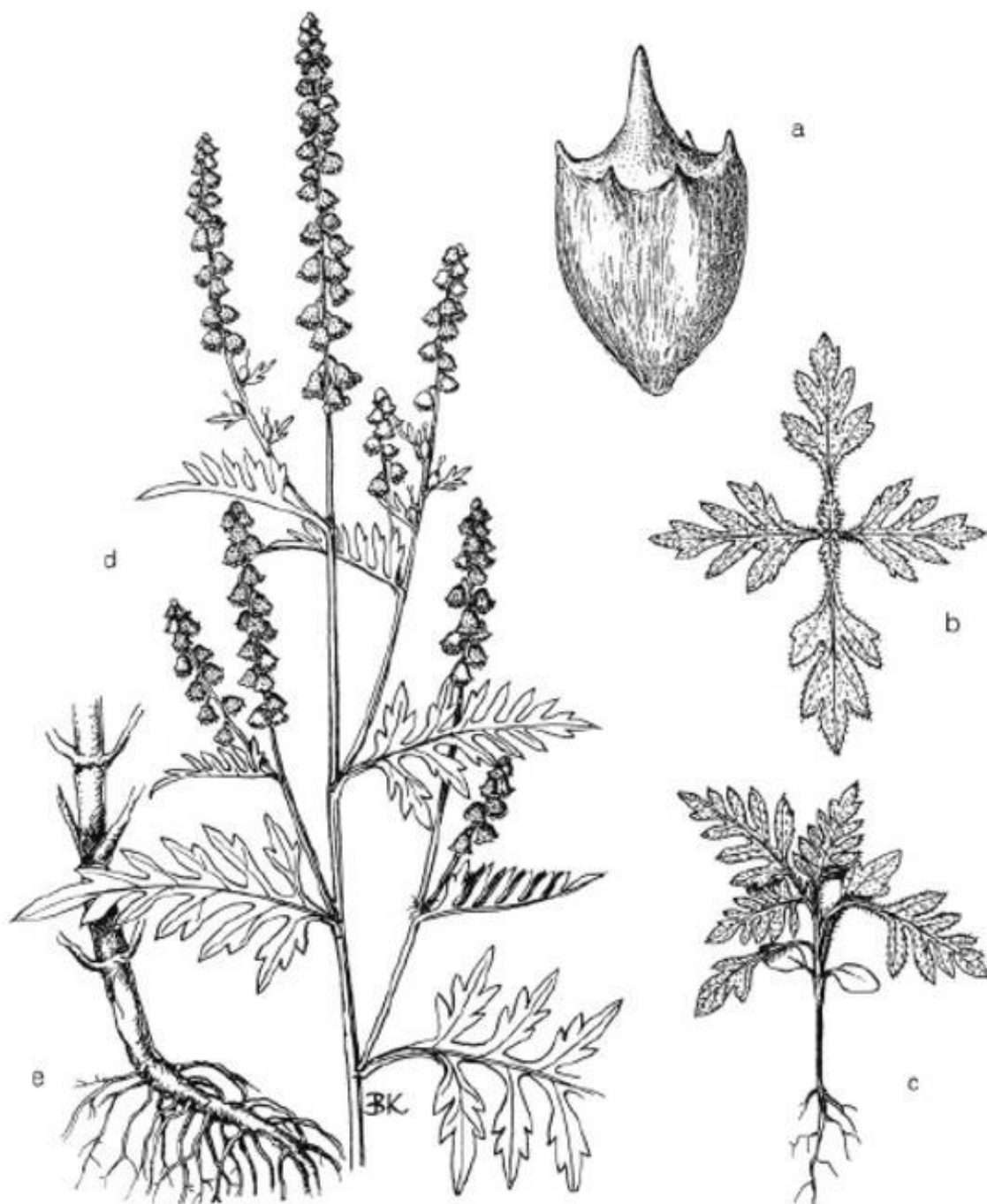
A globális felmelegedés következtében a magyarországi kukoricaállományokban megfigyelhető a melegigényes gyomnövények előretörése és elterjedése. A kukoricatermesztés szempontjából a legnagyobb kárt azok a gyomfajok okozzák, amelyek a kultúrnövénnyel azonos időben vagy azt követően kelnek, és a T₄ életformába sorolhatók. Ez a szinkronizált vagy enyhén késleltetett kelés rendkívül erős konkurenciát jelent a fiatal kukoricánövények számára (PEPÓ, 2019).

A T₄ életformájú gyomnövényeket nyárutói egyéveseknek is nevezzük. Botanikai besorolásuk alapján ezek a fajok tavasszal csíráznak, majd a nyár végére fejezik be életciklusukat és hoznak

magot. Ez a csoport képviseli az egyéves gyomok legnagyobb ökológiai csoportját. Ide sorolható számos nehezen irtható, jelentős kárt okozó, nagyméretű gyomfaj. Ezek a növények kiválóan alkalmazkodtak a nyári száraz és meleg környezeti viszonyokhoz. Optimális csírázási hőmérsékletük 18–30 °C között van. Ezzel szemben a hideget rosszul tolerálják: az őszi hideg időjárás képes elpusztítani a vegetáló állományt, és a 0 °C alatti hőmérsékletet csak mag alakban képesek átvészelni. A T₄-es gyomokra jellemző az erőteljes gyökérzet, amely mélyre hatol, lehetővé téve számukra a vízellátás biztosítását és a nyári száraz időszakok problémamentes túlélését. Leggyakrabban a kapás kultúrákban (pl. kukorica, napraforgó) fordulnak elő, ahol a hosszú tenyészidő alatt jelentős termésvesztést okoznak. Ezen gyomok megtalálhatók szinte minden mezőgazdaságilag hasznosított területen. A kukorica legjelentősebb T₄-es gyomnövényei közé az alábbiak sorolhatók egyszikű gyomnövényei a termesztett köles (*Panicum miliaceum*), kakaslábfű (*Echinochloa crus-galli*), fakó muhar (*Setaria glauca*). Kétszikű gyomjai, a parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*), fehér libatop (*Chenopodium album*), disznóparéj félék, csattanó maszlag (*Datura stramonium*), apró szulák (*Convolvulus arvensis*) (HUNYADI et al., 2000).

Az I. Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés (1947–1953) és az V. Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés (2007–2008) eredményei között jelentős eltérések mutathatók ki a T₄ életformájú egyszikű gyomfajok borítottsági gyakoriságában. Ez az összehasonlítás jól szemlélteti a hazai gyomflóra teljes átalakulását, amely új kihívás elé állítja a modern gazdálkodókat (Novák et al., 2009). A vizsgált időszakban különösen látványos előrelépés történt a termesztett köles (*Panicum miliaceum*) esetében, amely a korábbi 74. helyről a rangsor 8. helyére került. Jelenleg a legnagyobb borítottsági százalékkal a kakaslábfű (*Echinochloa crus-galli*) rendelkezik, amely a felvételezésben az első helyen áll. Továbbá, a nyár eleji gyomfeltérképezés eredményei alapján a *Setaria* nemzetség tagjai is magas borítottsági százalékkal jellemezhetők.

2.5. *Ambrosia artemisiifolia* (AMBAR) – Ürömlevelű parlagfű



5. Ábra: *Ambrosia artemisiifolia* – AMBAR – ürömlevelű parlagfű

a, szemtermés, b, csíranövény felülről, c, csíranövény oldalról, d, kifejlett növény, e, gyökérzet

A parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*) Magyarország mezőgazdasági területeinek, különösen a kukoricatermesztésnek, egyik legelterjedtebb és legjelentősebb kétszikű gyomnövénye. Ez a rendkívül agresszív, nyárutói egyéves gyomfaj nem csupán agronómiai szempontból igényel kiemelt figyelmet (mivel jelentős termés kiesést okoz), hanem közegészségügyi szempontból is. A parlagfű pollenje az egyik legerősebb allergén, amely az arra érzékeny populációban súlyos allergiás tüneteket indukálhat (ZIMDAHL, 2018).

A parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*) egy melegkedvelő, nyárutói egyéves kétszikű gyomnövény. A növény szára felálló, erőteljes, elágazó habitusú, gyakran bordázott, magassága 50–150 cm között mozoghat. Levelei mélyen szeldeltek, állásuk szórt (5. ábra). A fiatal levelek puha tapintásúak, amelyek később érdesebbé válnak. A növény jellegzetesen fűszeres illatot bocsát ki, különösen mechanikai behatás (dörzsölés) hatására (TÖRÖK et. al., 2016). A parlagfű virágzata egy összetett füzér, amely a hajtások végén fejlődik. A hímivarú virágok a füzér felső részén foglalnak helyet, a termős virágok a füzér tövénél, a levélhóonaljakban találhatóak. A növény virágpóra rendkívül allergén. Termése kaszattermés, amely szarv szerű fogakkal vagy tüskékkel rendelkezik, ezáltal elősegítve a terjedését (PINKE et. al., 2011).

Az *Ambrosia artemisiifolia* csírázási periódusa általában április végétől kezdődik, amikor a talajhőmérséklet tartósan eléri a 10–12 °C hőmérsékleti küszöböt (UJVÁROSI, 1973). A növény gyors kezdeti fejlődése és rendkívül jó regenerálódó képessége elősegíti gyors elszaporodását, különösen a gyengébb kelésű vagy ritkás kukoricaállományokban. Kifejlett állapotban a parlagfű 100–150 cm magasságot is elérhet, ezzel jelentős árnyékoló hatást gyakorolva a kultúrnövényre. Ezáltal a parlagfű erős kompetitorrá válik a vízért és a tápanyagokért folytatott küzdelemben, továbbá a tömeges megjelenés nehezíti a betakarítási munkákat (RADICS–NOVÁK, 2010). A parlagfű szaporodóképessége kiemelkedő: egyetlen tő is több ezer magot képes produkálni, amelyek hosszú ideig csírázóképesek maradnak a talajban (PINKE et. al., 2011), biztosítva a folyamatos fertőzési nyomást.

A parlagfű elleni védekezés alappillére az időben elvégzett, célzott gyomszabályozási stratégia. Ennek keretében a preemergens kezelések kritikus jelentőséggel bírnak. A preemergens gyomirtás hatékonyságának alapfeltétele a megfelelő talajnedvesség és a célzott hatóanyag-megválasztás (KAZINCZI–HUNYADI, 2009). Hatékony preemergens hatóanyagok lehetnek például a mezotrion, az izoxaflutol, a terbutilazin és az S-metolaklór, amelyek sikerrel gátolják a parlagfű csírázását vagy a korai fejlődését (RADICS–NOVÁK, 2010). A sikeres preemergens védekezés különösen indokolt azokon a termőterületeken, ahol a talaj gyommag-készlete

magas, illetve ahol a tavaszi klimatikus viszonyok kedveznek a gyomnövények gyors kelésének (ZIMDAHL, 2018).

Amennyiben a parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*) a kukoricaállományban megjelenik, posztemergens kezelést szükséges alkalmazni a sikeres gyomszabályozás érdekében. Ebben az esetben a nikoszulfuron, dikamba, bentazon vagy mezotrion hatóanyagú készítmények bizonyulhatnak hatékonyak. A kezelést optimálisan a gyom 2–6 leveles fejlettségi állapotában kell elvégezni (ROSS–LEMBI, 2009). A posztemergens beavatkozás hatékonysága csökken, ha a parlagfű már túlnőtt a javasolt fejlettségi stádiumon, és ha környezeti feltételek (pl. erős hőség, szárazság) gátolják a gyomirtó szerek felszívódását és transzlokációját a gyomnövényben (ZIMDAHL, 2018).

A védekezés hatékonyságának növelése érdekében elengedhetetlen a különböző gyomszabályozási eljárások kombinálása. Az Integrált Gyomszabályozás (IWM) alapelveinek érvényesítésekor több agronómiai és higiéniai intézkedés is kiemelt jelentőséget kap. A vetésváltás segíti a gyomflóra összetételének megváltoztatását és a gyommagkészlet csökkentését. Megakadályozza a gyommagvak terjedését és a fertőzési gócok fenntartását. Csökkenti a kezdeti gyomnyomást. (RADICS–NOVÁK, 2010). A kultúrnövény sűrű, gyors fejlődésű állománya biológiai úton is hozzájárul a gyomok, így a parlagfű elnyomásához a versengés révén.

2.6. *Echinochloa crus-galli* (ECHCG) – közönséges kakaslábfű



6. Ábra: *Echinochloa crus-galli* (ECHCG) – közönséges kakaslábfű, a, szemtermés b, levéllemezalap c, és d, csíranövények e, virágos növény (HUNYADI et al., 2000).

A kakaslábfű (*Echinochloa crus-galli*) Magyarország legveszélyesebb egyszikű gyomnövényei közé tartozik. Eredeti élőhelyén mocsári növény volt, ennek megfelelően a rizstermesztés jelentős károsítójaként tartják számon, mivel jól tolerálja az árasztásos körülményeket is. Elsősorban a laza homoktalajokat preferálja. Szárazabb időjárási viszonyok között is jellemzően a homoktalajokon fordul elő, míg a kötött talajokon ritkább a jelenléte, mivel innen a vízfelvétel számára nehezebb. Melegigényes növény lévén a csírázásához magasabb hőmérséklet szükséges. Ezért a tarlók és a kapás kultúrnövények (*pl. kukorica*) területén talál kedvező körülményeket a felszaporodásra, de a műveletlen területeken is képes megélni.

A kakaslábfű (*Echinochloa crus-galli*) a késő tavaszi periódusban csírázik. A csíranövényt az alábbi morfológiai jellemzők írják le. Levéllemez és levélhüvely: A levéllemez és a levélhüvely kopasz (*glabrous*). Levéllemez: Jellemző rá, hogy a lemez közepén az ér fehér, míg a széle hullámos. A lemez alapjához közel előfordulhat egyes szőrszálak megjelenése. Levélhüvely: A hüvely felül nyitott, nyelvecske (*ligula*) hiányzik, szerkezetében laposra nyomott, az alapjánál pedig ibolyásan/pirosasan sávozott elszíneződés mutatható ki.

A kifejlett kakaslábfű (*Echinochloa crus-galli*) morfológiailag közepes vagy magas termetű, bokros növény, melynek szára alul gyökereket is ereszt (*legyökerező*). A szártó jellemzően lapított és gyakran pirosuló elszíneződést mutat. A levélzet és a szár kopasz (*glabrous*). Levelei hosszúak és szélesek, szélük éles. A levélhüvelyen nyelvecske (*ligula*) nem található. A levéllemez középső ere mindig piros színű a tövénél. A növény füzérkéi 2,5–4 mm nagyságúak (6. ábra).

Termése szemtermés, amely elliptikus, szálkás és féldomború alakú. A szemet három hártvány pelyva borítja, melyek morfológiája eltérő. Legelső pelyva: Széles, ovális, és csak a háti oldalú toklász hosszának harmada. Két felső pelyva: Teljesen takarja a szemet. Háti pelyva: Domború, öt erű, és rövid szálkával rendelkezik. Legfelső hasi pelyva. Hét erű, lapos, és a csúcsából hosszú szálka ered. Mindegyik toklász színezete szürkés-fehér, helyenként ibolyás megjelenésű, és az erek mentén erősen szőrözött. A toklászos szem maga széles, hasi oldala sík vagy féldomború, sárgás színű, gyöngyházfényű (HUNYADI et al., 2000).

3. Anyag és módszer

Jelen kutatás keretében a kukoricaállományokban leggyakrabban előforduló egyszikű, és kétszikű T₄-es gyomnövények allelopátiás hatásait vizsgáltuk. A vizsgálat fókuszba a gyomfajok kukorica csírázására gyakorolt hatásának kvantitatív felmérése volt, amelyet bioassay kísérleti módszerrel végeztünk el. E módszertan lehetővé teszi az allelokemikáliák feltételezett hatásának in vitro értékelését a kultúrnövény korai fejlődésére.

A kísérlet már 2025 augusztusában elkezdődött, amikor a növényi mintákat megszedtük. Ezek a keszthelyi tangazdaság területeiről származnak. A felhasznált gyomnövények, az *Ambrosia artemisiifolia*, és az *Echinochloa crus-galli* voltak. A mintákat megtisztítottuk, majd leszártítottuk, légszáraz állapotúra. A kísérlet során a teljes növényt felhasználtuk. (7. ábra)



7. Ábra: *Echinochloa crus-galli* szárítása (Forrás: saját kép)

Szárítás után a gyomokat feldaraboltuk, majd ledaráltuk, hogy minél jobb elegyet képezhessünk a talajmintákkal. A felhasznált föld, kereskedelmi forgalomban megtalálható palántaföld volt amelynek a tápanyag tartalma $N > 0,3\%$, $P_2O_5 > 0,1\%$, $K_2O > 0,1\%$, és a szerves anyag tartalma 40% fölötti, a pH pedig 6,8. Ezekből a talaj-növény elegyekből aztán készítettünk 2,5; 5; illetve 7,5 m/V%-os töménységű keverékeket, melyek előállításához a 2,5%-os keverék esetén 195g

földhöz 5g növényi őrleményt adtunk, 5% esetén 190g földhöz 10g, majd 7,5%-os keverési aránynál 15g növényi anyagot kevertünk a 185g talajhoz.

A kísérlet során tenyészedényeket használtunk, amikbe betöltve a növény-föld elegyeinket, belehelyeztük a kukorica szemeket is. Minden tenyészedénybe 1db kukorica mag került, ezt mindegyik kezelés esetén, mind a három m/V% esetén hat ismétlésben vizsgáltuk. A kukorica hibrid egy Dekalb DKC 5206 volt. A kis növényeket a klímakamrában heti rendszerességgel figyeltük, illetve gondoztuk.

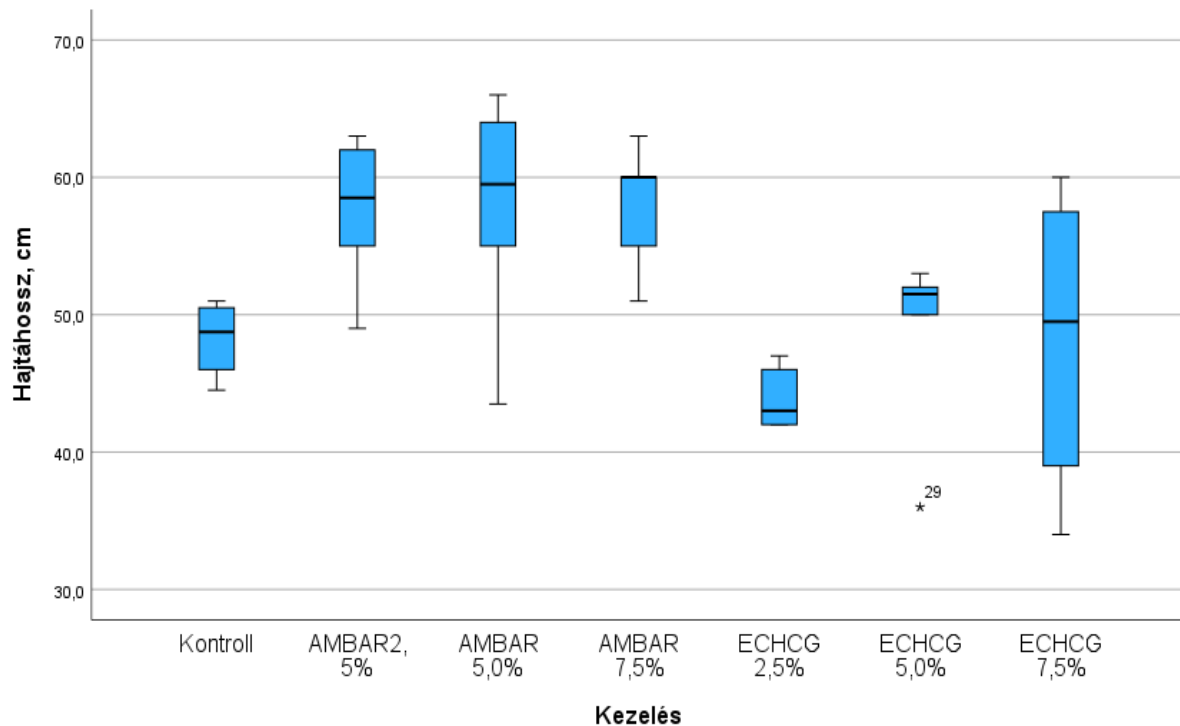
Három hét elteltével a kísérletet bontottuk, és kiértékeljük az eredményeket. Megvizsgáltuk a növényeket, és vonalzó segítségével lemértük a növények magasságát, illetve a primer gyökér hosszát. Laboratóriumi mérleggel lemértük a növények tömegét, külön a hajtásokét, és külön a gyökérzetét. Egy hét elteltével a légszáraz hajtás és gyökér tömegeket is megmértük. A kapott adatokat egy Excel táblázatba összesítettük, majd az SPSS statistics program statisztikai rendszerét kihasználva értékeltük ki.

A vizsgálatra a Festetics Imre Bioinnovációs Kutató- és Szolgáltató Központ Növényegészségügyi és Károsító Diagnosztikai Laboratórium Herbológiai laborjaiban került sor.

A hipotézis vizsgálatok során az egytényezős variancia analízist alkalmaztuk. A szórásazonosságra vonatkozó feltétel ellenőrzését F próbával végeztük el, amennyiben ez nem erősítette meg a szórásazonosságot, a Welch-próbát használtuk (SZŰCS 2002). Ezt az SPSS programban végeztük. A próbák empirikus szignifikancia szintjét (p érték) tüntettük fel. Az 5%-os szignifikancia szintnél kisebb p értékek esetén tartjuk szignifikánsnak a kezelés hatását a kontrollhoz képest. A módszerek alkalmazásához az SW normalitás vizsgálattal az értékek normál eloszlását bizonyítottuk.

4. Vizsgálati eredmények, és kiértékelésük

4.1 A kezelések hajtáshosszokra gyakorolt hatása



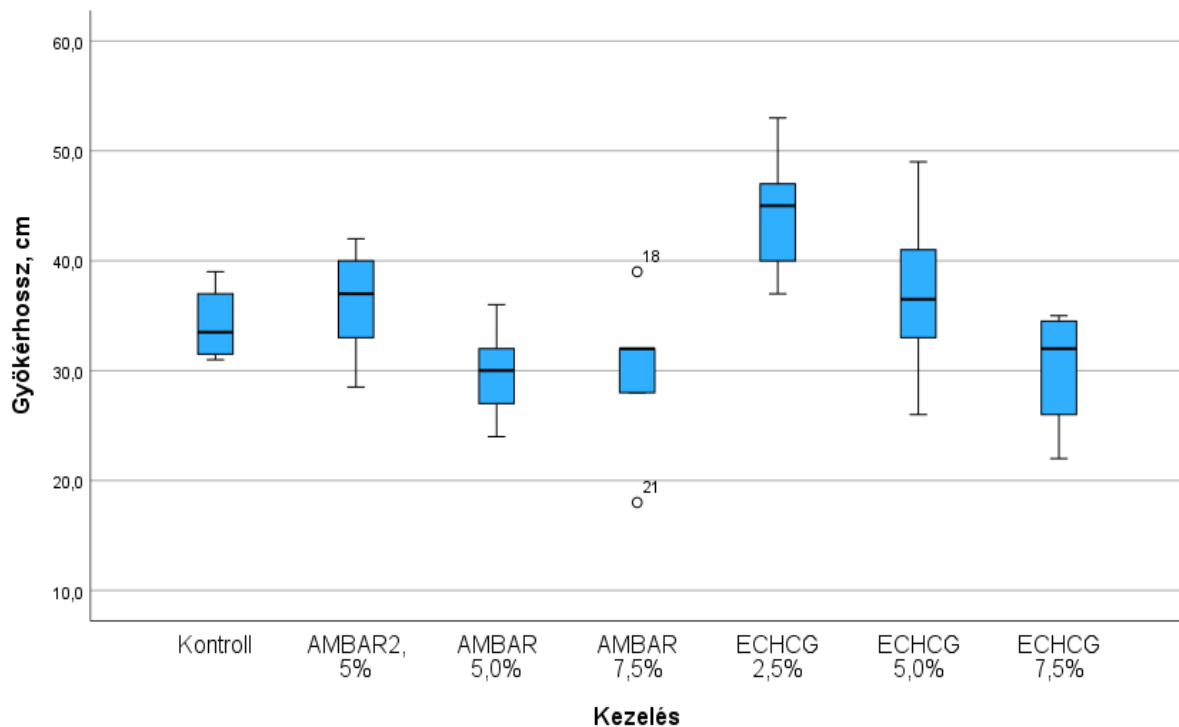
8. Ábra: A kezelések hatása a kukorica hajtáshosszára.

A kezelések hajtáshosszra való behatását a fenti táblázatban láthatjuk. Miszerint a kontroll átlaga 48,25cm. Az *Ambrosia artemisiifolia* 2,5%-os kezelésének átlaga 57,67cm ami 9,42cm-el tehát 119,5%-a a kontrollnak. A parlagfű 5%-os kezelés esetén az átlag 57,92cm amely 9,67cm-el több a kontrollnál. Ez több mint 20%-os többlet különbség. Az AMBAR 7,5%-os kezelés eredményeképp megkaptuk, hogy az átlag 57,8cm, amely 9,55cm-el hosszabb a kontrollnál, ez szintén közel 20%-os többlet.

Az *Echinochloa crus-galli* 2,5%-os kezelés hatására az átlag 44cm, ez 8,8%-al kevesebb a kontrollnál. Az 5%-os esetén az átlag 49cm, amely 1,5%-al több a kontrollnál. A 7,5%-os kezelés eredménye pedig, hogy az átlag 48,25cm, amely megegyezik a kontrollal. (8. ábra)

Az átlagok adataiból arra következtethetünk, hogy a kísérletnek volt hatása a kukorica növényeink hajtáshosszaira, de a Post Hoc teszt alapján, ahol a Tukey tesztet alkalmaztuk kijött, hogy a kontrollhoz képest a kezelésnek nincs statisztikailag kimutatható szignifikáns eltérése.

4.2 A kezelések gyökérhosszokra gyakorolt hatása



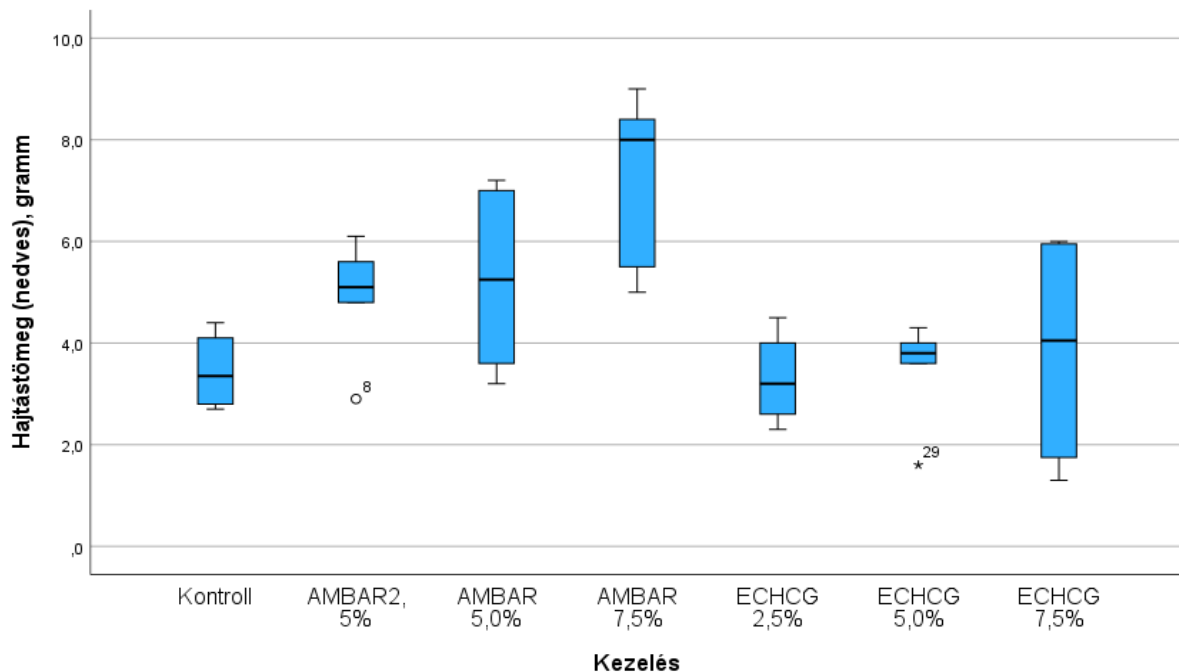
9. Ábra: A kezelések hatása a kukorica gyökérhosszára

A gyökérhosszokra való hatása a kezelésnek a fenti táblázatban látható. Ezek alapján a kontroll kezelések átlagos gyökérhossza 34,25cm. A parlagfű 2,5 m/V%-os kezelés hatására a kukorica növények átlagos gyökérhossza 36,25cm lett, ez 5,8%al nagyobb a kontrollnál. Az 5%-os kezelés hatására a kukoricák gyökere átlagosan 29,88cm-re nőtt meg, ez 12,76%al kevesebb a kontrollhoz képest. Míg a 7,5%os kezelés hatására 29,8cm lett az átlagos gyökérhossz. Ez közel 13%-os hossz csökkenést jelent.

Az *Echinochloa crus-galli* esetén a 2,5%-os kezelés átlaga 44,4cm, ez 29,6%-al több a kontrollnál. Az 5%-os kezelés hatására az átlagos gyökér méret 37cm amely 8%-al több a kontrollnál. A 7%-os kezelés esetén az átlag 30,25cm amely 11,7%-al kevesebb a kontrollhoz viszonyítva. (9. ábra)

A vizsgálat adataiból arra következtethetünk, hogy a kezelésnek volt hatása, de a Tukey teszt során kiderült, hogy az adatok között nincs szignifikáns eltérés. Tehát a kezelésnek nincs statisztikailag kimutatható allelopatikus hatása.

4.3 A kezelések hajtástömegre (nedves) gyakorolt hatása



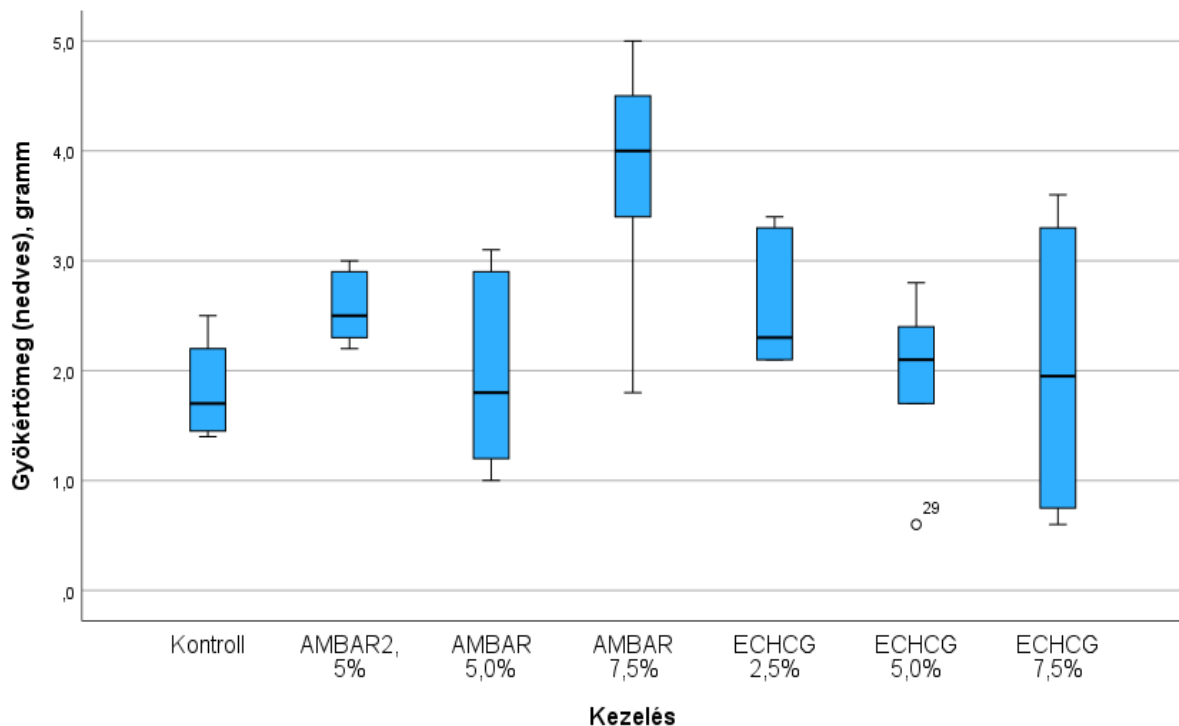
10. Ábra: A kezelések hatása a kukorica hajtástömegére (nedves)

A friss hajtástömeg a kontroll esetén 3,45g. Az *Ambrosia artemisiifolia* 2,5%-os kezelésének hatására 4,93g. Ez 43%-al magasabb érték a kontrollnál. Az 5%-os kezelés hatására az átlag hajtás tömeg 5,25 gramm lett, ami 52%-al több a kontrollhoz képest. A 7,5%-os kezelés esetén 7,18 gramm az átlagos tömeg, ez pedig 108%-os többlet a kontrollhoz viszonyítva.

Az *Echinochloa crus-galli* 2,5%-os kezelésének átlaga 3,32g, amely 3,7%-os csökkenés. A kakaslábfű 5%-os kezelése eredményeképp az átlag hajtástömeg 3,52g, ez 2%-al több a kontrollnál. A 7,5%-os kezelés eredménye 3,85g, ez 11,6%-al több a kontrollnál. (10. ábra)

A Post Hoc teszt során a Games-Howell teszt hozott eredményt. Ez esetben a tömegek között nagy eltérés figyelhető meg, amelyek statisztikailag szignifikánsan nem térnek el. Tehát a kezelésnek nem volt statisztikailag kimutatható allelopatikus hatása.

4.4 A kezelések gyökértömegeire (nedves) gyakorolt hatása



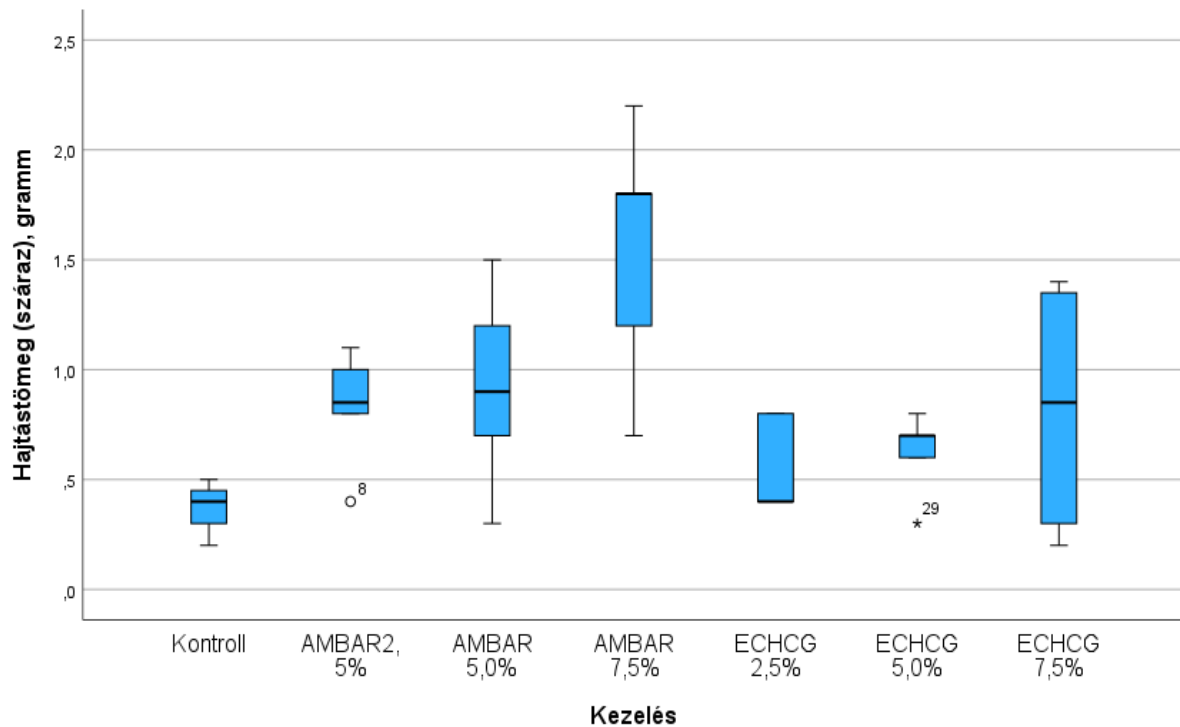
11. Ábra: A kezelések hatása a kukorica gyökértömegére (nedves)

A friss gyökértömegek esetén a kontroll kukoricák átlagos gyökértömege 1,825g. A kukorica a parlagfű 2,5%-os kezelés hatására átlagosan 2,567 grammos gyökértömeget fejlesztett. Ez 40,66%-os többlet a kontrollhoz viszonyítva. Az 5%-os kezelés esetén átlagosan 1,967g gyökértömeg volt. Ez 7,8%-os többlet. A 7,5%-os kezelés hatására 3,74g az átlag, amely 104%-os tömeg többlet a kontrollhoz viszonyítva.

A kukorica növények 2,5%-os kakaslábfűvel kezelt edényekben 2,64 grammos gyökértömeget értek el átlagosan, ez 44,65%-os többletet jelent. Az 5%-os kezelés esetében ez 1,95 gramm átlagosan ami, 6,8%-al több a kontrollnál. A 7,5%-os kezelés hatására átlagosan 2,025g-os gyökértömeget értek el a kukoricák. Ez 11%-os többlet eltérés a kontrolltól. (11. ábra)

A Tukey teszt alapján kijelenthetjük hogy a kontrollhoz viszonyítva a parlagfű 7,5%-os kezelése mutat szignifikáns eltérést. Statisztikailag igazolható, hogy a kezelésnek volt hatása a kukorica növények friss gyökértömegére.

4.5 A kezelések hajtástömegre (száraz) gyakorolt hatása



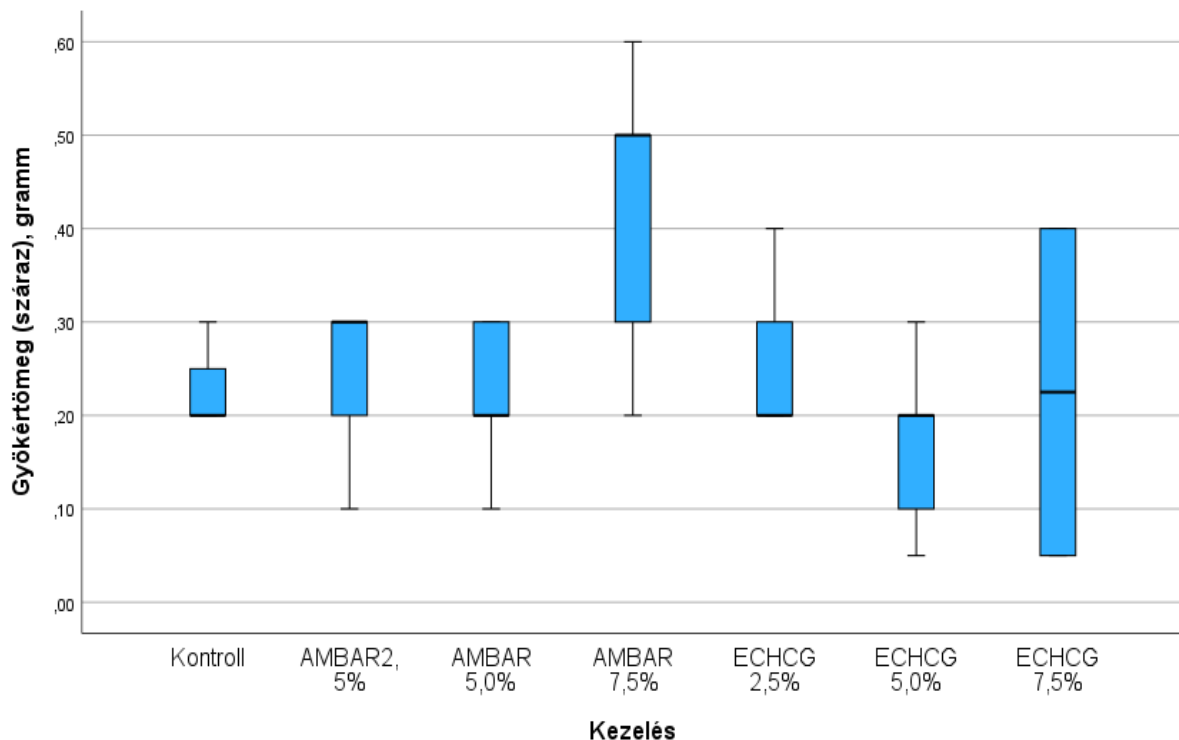
12. Ábra: A kezelések hatása a kukorica hajtástömegére (száraz)

A száraz hajtástömeg esetén a kontroll kukoricák tömegének átlaga 0,375g. A parlagfüves kezelések hatására magasabb szárazanyagtartalmat építettek be a növények. A 2,5%-os kezelés esetén 0,833g, ami 122%-al több a kontrollnál. Az 5%-os kezelés esetében 0,917g, ez 144%-os többlet. a 7,5%-os kezelés hatására pedig 1,54g a száraz tömegek átlaga. Ez 4,1 szerese a kontroll tömegének.

A kakaslábfüvel kezelt kukoricák nem ennyire kimagaslóan térnek el a kontrolltól. Itt a 2,5%-os kezelés átlag tömege 0,56g. Ez 49%-al több a kontrollnál. Az 5%-os kezelés hatására a tömegek átlaga 0,633g, ami 68,8%-al több a kontrollnál. A 7,5%-os kezelés hatására 0,825 grammos átlag tömeget kaptunk, amely 120%-al több a kontrollhoz viszonyítva. (12. ábra)

Ebben az esetben a Tukey teszt alapján a parlagfüves 7,5%-os kezelés, statisztikailag igazolható szignifikáns eltérést mutat a kontrollhoz képest. Tehát a kezelésnek volt allelopatikus hatása a kukorica növényekre.

4.6 A kezelések gyökértömege (száraz) gyakorolt hatása.



13. Ábra: A kezelések hatása a kukorica gyökértömegére (száraz)

A szárított gyökértömeg átlagos tömege a kontroll esetén 0,225g. A parlagfüves 2,5%-os kezelés hatására a száraz gyökértömeg átlaga 0,25g, ami 11,1%-os többlet a kontrollhoz viszonyítva. Az 5%-os kezelés esetén 0,2167g, ez 3,7%-os csökkenés a kontrollhoz képest. A 7,5%-os kezelés esetén pedig 0,42g, ami 86,67%-os többlet.

A kakaslábfiú esetén a 2,5%-os kezelés hatására 0,26g az átlag, ami 15,56%-os többlet. Az 5%-os kezelés hatására 0,175g az átlag, ez 22,2%-os csökkenés. A 7,5%-os kezelés esetében a kapott átlag 0,225g. Ez megegyezik a kontroll eredményével. (13. ábra)

Ez esetben a Tukey teszt alapján nincs szignifikáns eltérés a kontrollhoz képest egyik adatban sem. Tehát a kezelésnek nincs statisztikailag kimutatható allelopatikus hatása a kukorica főnövényre.

5. Következtetések, javaslatok

A kísérlet során a kukorica táblákon leggyakrabban előforduló T₄-es életformájú gyomnövényeket vizsgáltuk. Ezek a gyomnövények a parlagfű, és a kakaslábű voltak. A kezelések hatására megfigyelhető, hogy a vizsgált gyomnövények mindegyike termel olyan allelokemikáliát ami valamilyen hatással van a kultúrnövényre.

A vizsgálat során igyekeztünk lemodellezni a természetben is előforduló körülményeket, ezért kevertük a növénymaradványokat a talajmintákhoz, és mindig szoba hőmérsékletű vízzel öntöttük. A csapadék mennyiségétől, és a talaj vízgazdálkodásától függően az allelokemikáliák képesek gyorsan átalakulni a talajban. Ennek a vizsgálatához további kezelésekre és több ismétlésre lenne szükség, a pontosabb eredmények eléréséhez.

A kapott eredmények tükrözik a növények fejlődésére gyakorolt hatást. A gyomnövényeket ezek a kémiai anyagok is segítik a térhódításban, szaporodásban. A kísérlet során a kapott adatokból komoly eltérések figyelhetők meg. Mindegyik kezelés hatással volt a kukorica csírázására. A vizsgálat során kiderült, hogy a kapott értékek alapján statisztikailag igazolhatóan a parlagfű 7,5%-os kezelésnek volt hatása a kukorica három hetes növekedése során.

A kakaslábű esetében a mért adatok alapján nagy eltérések figyelhetőek meg a kontroll kezeléshez képest. Leginkább a hajtástömeg (száraz) adataiban volt nagy eltérés. Itt mindegyik kezelés hatására a kukorica több szárazanyagot épített be mint a kontroll esetén. A legnagyobb eltérést a 7,5%-os kezelés hatására értük el amely 120%-al több szárazanyagot jelent a kontrollhoz képest. Itt nem volt a statisztikai modell szerint szignifikáns eltérés.

A globális gazdasági trendek és a mezőgazdaságot érintő szigorodó jogszabályi környezet stratégiai áttérést tesz szükségessé a gyomirtási gyakorlatokban. Ez a változás indokoltá teszi a mechanikai gyomirtási eljárások (pl. sorközművelés, kapálás) fokozott integrálását a természetstechnológiákba, mivel ezek kémiai anyagok nélkül is hatékonyan képesek szabályozni a gyomnövényzetet. Kulcsfontosságúvá válik az olyan talajfelszíni kezelések alkalmazása, amelyek mulcstréteget hoznak létre (pl. takarónövények, szármagok). A mulcs fenntartása a felszínen egy fizikai gátat képez, amely gátolja a gyommagok csírázását és csökkenti a gyomosodás kockázatát a parcellákon. Ezeknek a környezetkímélő technológiáknak a bevezetése és alkalmazása lehetővé teszi a talajban lévő allelopatikus

vegyületek negatív hatásainak mérséklését. A megfelelő mechanikai és mulcs alapú kezeléssel keresztül ugyanis javulhat a talajszerkezet és a biológiai aktivitás, ami kedvezőbb feltételeket teremt a termesztett kultúra optimális fejlődéséhez.

Véleményem szerint a jövőben egyre inkább előtérbe helyeződnek ezek az allelokemikáliák, illetve ezek ismerete. Jelen állás szerint nincs akkora ismeretanyagunk, hogy ezeket biztonságosan alkalmazzassuk. Több növényt kell vizsgálnunk ahhoz, hogy egyszer ezekből a készítményekből hatékony növényvédő szer lehessen.

6. Összefoglalás

A kukorica rendkívül fontos globális élelmiszer- és takarmánynövény, amely rengeteg energiát szolgáltat. Gazdasági szempontból nélkülözhetetlen, mivel az emberi fogyasztáson túl állati takarmányként és ipari alapanyagként is széles körben felhasználják (pl. etanol, keményítő). Rendkívüli kalória- és szénhidráttartalma miatt a világ egyik legjelentősebb terménye, biztosítva az élelmiszerbiztonságot. Fontos a megfelelő növényvédelem a termésbiztonság megőrzése érdekében. Nagy feladat elé állítja a gyomszabályozás kérdése a mai gazdálkodókat. Közismert, hogy a kukorica nem termelhető eredményesen megfelelő gyomszabályozás nélkül.

A legnagyobb problémát a T₄-es gyomnövények okozzák a kukorica termesztésben. Legfőképp az *Echinochloa crus-galli*, és az *Ambrosia artemisiifolia*. A termés kiesést, nem csak a víz, és tápanyag felhasználásukkal eredményezik, hanem az általuk kibocsátott allelokemikáliáknak is nagy szerepe van ebben.

1983-ban Putman és Defrank, felfedezték, hogy egyes növények akár 84 féle csírázást mérséklő anyagot is termelnek. Ez a tudomány terület azóta is sokak által kutatott. Mára már azt is tudjuk, hogy ezek az allelokemikáliák nem csak gátló, hanem serkentőek is lehetnek.

A vizsgálat során kiderült, hogy az *Ambrosia artemisiifolia* termel olyan anyagot amely statisztikailag kimutathatóan befolyásolja a kukorica 3 hetes korig eltöltött növekedését. Ezek az adatok a gyökértömeg (nedves), és a hajtástömeg (száraz). Mind a két esetben a 7,5%-os kezelés hatására jöttek ki ezek az adatok. A gyökértömeg (nedves) esetében ez 104%-os többletet mutatott a kontrollhoz képest, míg a hajtástömeg száraz esetén, mintegy 310%-os növekedés kimutatható.

A kezelés során a kakaslábfű hajtástömeg (száraz) mért adatai alapján a kukorica, mindegyik kezelés hatására több szárazanyagot épített be a kontrollhoz viszonyítva. A 7,5%-os kezelés hatására 0,825g, ez a kontroll 120%-a. A statisztikai modell szerint itt nem volt szignifikáns eltérés, tehát statisztikailag nem igazolható az allelokemikáliák hatása.

A diplomadolgozatomban bemutatott eredmények alapján kijelenthető, hogy vannak olyan gyomnövények amelyek allelopatikus hatásukkal befolyásolni képesek a kukorica növekedését. A legveszélyesebbek a T₄-es egy-, és kétszikűek, a parlagfű, és a kakaslábfű. A kísérlet során

többnyire serkentő hatásokat figyelhettünk meg, ezért a kezeléseket meg kellene ismételni hogy az eredmények még hitelesebbek legyenek.

Az allelokemikáliák olyan kémiai vegyületek, amelyeket egy növény bocsát ki a környezetébe, és amelyek hatással vannak más növények növekedésére, túlélésére vagy szaporodására. Ezeket leggyakrabban a növények termelik versengés, védekezés vagy kommunikáció céljából, és gátló vagy serkentő hatást egyaránt kiválhatnak (pl. gátolhatják a szomszédos növények csírázását). Ezen allelopatikus hatások kivédése érdekében fontos a szakszerű gyomszabályozás, hogy megfelelő termésmennyiséget érjünk el a gazdaságossághoz. A modern mezőgazdaságban ígéretes, környezetbarát alternatívát jelenthetnek a szintetikus gyomirtó szerekkel szemben.

7. Köszönetnyilvánítás

Köszönöm Dr. Pásztor György konzulensemnek a diplomadolgozatomban való segítségét.

Továbbá köszönettel tartozom Dr. Poór Juditnak a statisztikai értékelésben, való segítségéért.

Köszönöm a Festetics Imre Bioinnovációs Központ Diagnosztikai Centrumának, amiért lehetőséget biztosítottak számomra a kutatás gyakorlati megvalósítására

Hálás vagyok a Családomnak, hogy támogattak a diplomadolgozatom elkészítése során.

8. Irodalomjegyzék

Nyomtatásban megjelent források:

1. ANTAL JÓZSEF - Növénytermesztéstan 1. (pp. 252-284)
2. BARNES, J. P. – PUTNAM, A. R. (1983): Rye residues contribute weed suppression in no-tillage cropping systems. *J: Chem. Ecol.*, 9: 1045-1057.
3. BELL, D. T. - MULLER, C. H. (1973): Dominance of California annual grasslands by *Brassica nigra*. *Am. Midl. Nat.*, 90: 277.
4. BOCZ E. - KÉSMÁRKI I. - KOVÁTS A. - RUZSÁNYI L. - SZABÓ M. (1996): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda kiadó, Budapest. pp. 362-411.
5. BODE, H. R. (1940): Über die Blattausscheidungen des Wermuts und ihre Wirkung auf andere Pflanzen. *Planta*, 3.: 567.
6. BONNER, J. - GALSTON, A. (1944): Toxic substances from the culture media of guayule which may inhibit growth. *Bot. Gaz. (Chicago)*, 106: 185-198.
7. CZIMBER GY. - HARTMANN F. (2006): Köles nemzetség (*Panicum* spp.). In: Benécsné Bárdi G. et al. (szerk.): Veszélyes 48, veszélyes, nehezen irtható gyomnövények és ellenük való védekezés. Mezőföldi Agrofórum Kft., Szekszárd. pp. 218-224.
8. DR. DUBLECZ KÁROLY: Takarmányozástan (2011.)
9. EBERLEIN C. V., - LURVEY E. L., - MILLER T.L., - MICHAEL J. L. (1990): Growth and development of wild proso millet (*Panicum miliaceum*) biotypes. *Weed technology*, 4. (2): 415-419.
10. GRÜMMER, G. (1955): Die gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen - Allelopathie. Fischer, Jena.
11. GYÖRFFY B. (1958): A talaj víz- és tápanyagforgalmának vizsgálata a kukorica - tenyésztőterület alakjától függően. *Kukorica termesztési Kísérletek 1953-1957*. Akadémiai Kiadó, Budapest. pp. 233-239.
12. H. WICKHAM. (2016): *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York.

13. HOFFMANN-BAHNSEN, R. - PLESSOW, J. (2003): Alte Kulturpflanze neu entdeckt, Rispenhirse (*Panicum miliaceum*) eine ideale Sommerung für den ökologischen Landbau. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 15: 31-33.
14. HORVÁTH J. - FISCHL G. - KADLICKÓ S. - KISS E. - PINTÉR CS. - BÍRÓ K. (1995): A szántóföldi növények betegségei. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 66-89.
15. HUNYADI K. (1988): Szántóföldi gyomnövények és biológiájuk. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
16. IVÁNY K. - KISMÁNYOKY T. – RAGASITS I. (1994): Növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 154-183.
17. KAZINCZI, G. – HUNYADI, K. (2009): A parlagfű és más gyomnövények elleni védekezés hazai tapasztalatai. Magyar Gyomkutatás és Technológia, 10: 5–15.
18. KLINGENHAGEN, G. (2018): Bestimmen von Ungräsern und Unkräutern in Mais. Nufarm Deutschland GmbH, Deutschland.
19. NOVÁK R. – DANCZA I. – SZENTEY L. – KARAMÁN J. (2009): Magyarország szántóföldjeinek gyomnövényzete. Ötödik Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés (2007-2008). FVM, Budapest.
20. PEPÓ P. (2019): Integrált növénytermesztés 2., Alapnövények. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó, Budapest. pp. 59-92.
21. PETERS, G (2018). userfriendlyscience: Quantitative analysis made accessible. doi: 10.17605/osf.io/txequ(URL: <https://doi.org/10.17605/osf.io/txequ>), R package version 0.7.2, <URL: <https://userfriendlyscience.com>>
22. PINKE, G. – KŐLEJÁRNICZKY, T. – VÉR, A. – NAGY, K. – MILICS, G. (2011): Drivers of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) abundance in arable fields along the Austrian–Hungarian border. Preslia, 83(2): 219–235.
23. PUTNAM, A. R. - DEFRANK, J. (1983): Use of phytotoxic plant residues for selective weed control. Crop Prot., 2: 173-181.
24. RADICS, L. – NOVÁK, R. (2010): A gyomszabályozás fejlesztésének új kihívásai és lehetőségei. Magyar Gyomkutatás és Technológia, 11: 5–16.

25. R CORE TEAM (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
26. RICE, E. L. (1968): Inhibition of nodulation of inoculated legumes by pioneer plant species from abandoned fields. Bull Torrey Bot. Club, 95: 346-358.
27. RICE, E. L. (1974): Allelopathy. Academic Press, New York. p. 353.
28. RICE, E. L. (1979): Allelopathy an update. Bot. Rev., 45: 15-109.
29. RICE, E. L. (1984): Allelopathy. Academic Press, Orlando, Florida.
30. ROSS, M. A. – LEMBI, C. A. (2009): Applied Weed Science: Including the Ecology and Management of Invasive Weeds (3rd ed.). Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. 557 p.
31. SZABÓ, L. (1997): Allelopathy-Phytochemical Potential-Life Strategy. JPTE, Pécs. p.129.
32. SZIEBERTH D. – SZÉLL E. (1998), Amit a kukoricatermesztésről a gyakorlatban tudni kell, Agroinform Kiadó, Budapest. p. 30.
33. SZŰCS ISTVÁN: Alkalmazott statisztika, Budapest 2002 (pp 230-231)
34. TÖRÖK, K. – SZITÁR, K. – TÓTH, E. – TÓTHMÉRÉSZ, B. (2016): Allelopátiás hatások vizsgálata a Ambrosia és Echinochloa fajok esetében. Gyomnövények, 15(2): 33-41.
35. TUKEY, H. B. (1971): Leaching of substances from plants. In Nat. Comm. For IBP. (eds.), Biochemical Interactions among Plants. Nat. Acad. Sci. Washington, D.C., pp. 25-32.
36. UJVÁROSI, M. (1973): Gyomnövények. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 565 p.
37. ZIMDAHL, R. L. (2018): Fundamentals of Weed Science (5th ed.). Academic Press, San Diego. 764 p.

Internetes forrás:

1. INTERNET1: <https://mezohir.hu/2021/12/17/kukorica-export-import-exportmennyiseg-usda-nak-vasarlasok-mezogazdasag/>
2. INTERNET2: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (2020. október 4.)
3. INTERNET3: <http://nak.hu/agazati-hirek/mezogazdasag/101017-vilagrekord-41-4-tonnakukorica-egy-hektarrol> (2020. október 4.)
4. INTERNET4: <http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/fobbnoveny/2019/index.html>
1 (2020. szeptember 18.)

9. Ábrák és táblázatok jegyzéke

1. **Ábra:** Kukoricatermesztés százalékos eloszlása a világban (FAO, 2021) (Forrás: INTERNET2)
2. **Ábra:** A kukorica, teljes növény rajzolt vázlata. (Antal József: Növénytermesztéstan 1.)
3. **Ábra:** Kukorica effektív hőösszeg alakulása (MENYHÉRT Z. 1985)
4. **Ábra:** Az allelopatikus vegyületek forrásai és bejutásuk a gyom–kultúrnövény ökoszisztémába ALDRICH (1984) nyomán
5. **Ábra:** *Ambrosia artemisiifolia* – AMBAR – ürömlevelű parlagfű a, szemtermés, b, csíranövény felülről, c, csíranövény oldalról, d, kifejlett növény, e, gyökérzet
6. **Ábra:** *Echinochloa crus-galli* (ECHCG) – közönséges kakaslábfű, a, szemtermés b, levéllemezalap c, és d, csíranövények e, virágos növény (HUNYADI et al., 2000).
7. **Ábra:** *Echinochloa crus-galli* szárítása (Forrás: saját kép)
8. **Ábra:** A kezelések hatása a kukorica hajtáshosszára.
9. **Ábra:** A kezelések hatása a kukorica gyökérhosszára
10. **Ábra:** A kezelések hatása a kukorica hajtástömegére (nedves)
11. **Ábra:** A kezelések hatása a kukorica gyökértömegére (nedves)
12. **Ábra:** A kezelések hatása a kukorica hajtástömegére (száraz)
13. **Ábra:** A kezelések hatása a kukorica gyökértömegére (száraz)

10. Nyilatkozatok

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat
III. Hallgatói Követelményrendszer
III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat
6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat /
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója
4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános
hozzáféréséről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Csalava Ákos
A Hallgató Neptun kódja: E2ENS2
A dolgozat címe: Az Echinocloa crus-galli, Ambrosia artemisiifolia allelopátiájának
vizsgálata Zea mays L. faj esetén tenyészedényes kísérletben
A megjelenés éve: 2025
A konzulens intézetének neve: Növényvédelmi Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Növényvédelmi Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

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

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

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

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

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Komárom, 2025. év 11.hó 7. nap



Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

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

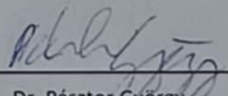
NYILATKOZAT

Csalava Ákos (E2ENS2) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

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

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: Kecskés, 2025. év 11 hó 10 nap


Dr. Pásztor György
belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	CSALAVA ÁKOS
Neptun-kódja:	EZENSZ
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input type="checkbox"/> BSc/BA <input checked="" type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	Diplomamunka 4. / NVVEDION
A munka címe:	Az Ekinreda cég-galériájának virtuális újjáépítésének megvalósítása 2D és 3D rajzok segítségével

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

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

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

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)

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

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

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

	elérhetősége		bejegyzésének sorszáma

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

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

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

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

.....

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

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

Kelt: Kentelky, 2025. 11. hó 7. nap

Csiki V

Hallgató aláírása

Winkler Zoltán

Konzulens/Témavezető aláírása