

# **DIPLOMADOLGOZAT**

**Kiss László**

**2025**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**

**Georgikon Campus**

**Növényvédelmi Intézet**

**Növényorvos mesterképzési szak**

**Allelopatikus hatású gyomnövények (*Cirsium arvense* L.,  
*Ambrosia artemisiifolia* L.) csírázásra és kezdeti fejlődésre  
gyakorolt hatásának vizsgálata zabon**

**Belső konzulens:** Dr. Szabó Rita  
egyetemi docens

**Belső konzulens  
intézete/tanszéke:** Növényvédelmi Intézet  
Növényvédelmi Tanszék

**Készítette:** Kiss László

**Keszthely**

**2025**

# Tartalomjegyzék

<b>1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK .....</b>	<b>2</b>
<b>2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS .....</b>	<b>4</b>
2.1. MAGASABB RENDŰ NÖVÉNYEK KÖZTI KÖLCSÖNHATÁSOK .....	4
2.2. A KOMPETÍCIÓ .....	4
2.3. AZ ALLELOPÁTIA .....	6
2.3.1. Az allelopátia régen és most .....	6
2.3.2. Az allelokemikáliák és azok hatásmechanizmusa .....	7
2.3.3. Az allelokemikáliák kijutása a növényekből .....	11
2.3.4. Az allelokemikáliák termelődését és azok hatását befolyásoló tényezők .....	13
2.3.5. Az allelopátia tanulmányozása során alkalmazott módszerek .....	14
2.3.6. Az allelopátia felhasználásának lehetőségei a növényvédelemben .....	15
2.4. A KÍSÉRLET SORÁN FELHASZNÁLT NÖVÉNYEK ÉS AZOK JELENTŐSÉGE .....	17
2.4.1. Zab ( <i>Avena sativa</i> L.) .....	17
2.4.2. Mezei acat ( <i>Cirsium arvense</i> L.) .....	18
2.4.3. Ürömlevelű parlagfű ( <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.) .....	19
<b>3. ANYAG ÉS MÓDSZER .....</b>	<b>21</b>
3.1. NÖVÉNYI ANYAGOK .....	21
3.2. NÖVÉNYI KIVONATOK KÉSZÍTÉSE .....	21
3.3. PETRI-CSÉSZÉS CSÍRÁZTATÁSI KÍSÉRLET .....	22
3.4. TENYÉSZEDÉNYES CSÍRÁZTATÁSI KÍSÉRLET .....	23
<b>4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK .....</b>	<b>25</b>
4.1. A PETRI-CSÉSZÉS KÍSÉRLET EREDMÉNYEI .....	25
4.1.1. A növényi kivonatok csírázásra gyakorolt hatása .....	25
4.1.2. A növényi kivonatok kezdeti fejlődésre gyakorolt hatása .....	26
4.2. A TENYÉSZEDÉNYES KÍSÉRLET EREDMÉNYEI .....	28
4.2.1. A növényi maradványok csírázásra gyakorolt hatása .....	28
4.2.2. A növényi maradványok hatása a hajtáshosszúságra .....	30
4.2.3. A növényi maradványok hatása a nedvestömegre .....	31
<b>5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK .....</b>	<b>32</b>
5.1. PETRI-CSÉSZÉS KÍSÉRLET .....	32
5.2. TENYÉSZEDÉNYES KÍSÉRLET .....	33
<b>6. ÖSSZEFOGLALÁS .....</b>	<b>35</b>
<b>KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS .....</b>	<b>37</b>
<b>7. IRODALOMJEGYZÉK .....</b>	<b>38</b>

## 1. Bevezetés és célkitűzések

Az allelopátia jelensége már régóta kutatott témának számít. Amióta az ember tudatos mezőgazdasági tevékenységet folytat, azóta akarva és akaratlanul is találkozik ezen jelenség pozitív és negatív hatásaival egyaránt. Az első feljegyzések az allelopátia káros hatásairól egészen régi időkig nyúlnak vissza (Brückner - Szabó, 2001). Az első megfigyeléseket Theophrastus írta le. Csicseriborsóval kapcsolatban arra a következtetésre jutott, hogy a többi termesztett hüvellyessel ellentétben kimeríti a talajt és gátolja bizonyos gyomnövények fejlődését is (Rice, 1984). Demokritos görög filozófus pedig már gyomirtásra való felhasználásukat javasolja a növények által termelt fitotoxikus anyagoknak. Ezekből a korabeli feljegyzésekből is látható, hogy az allelokemikáliák mezőgazdasági felhasználásában rengeteg lehetőség rejlik, amiket a mai kor tudósai is megpróbálnak kiaknázni. Ma már tudjuk, hogy az allelopátia nem csak a növények közötti pozitív és negatív interakciókat foglalja magában. Nagymértékben befolyásolják az allelokemikáliák hatását a szekunder metabolitokat kibocsátó növény abitoikus és biotikus környezeti tényezői, valamint ezek az anyagok hatással lehetnek egyes mikroorganizmusok (baktériumok, gombák) szaporodására is (Brückner - Szabó, 2001). Erre egy jó példa Yu (1999) kísérlete, ahol a *Pseudomonas solanacearum* szaporodását gátolta a paradicsom közé vetett *Allium tuberosum* gyökérexudátuma, ezáltal csökkentve a fertőzési nyomást a paradicsomban. Ezen információk alapján tehát megkülönböztethetünk többféle kölcsönhatást az allelopátián belül, ami lehet növény - növény, növény - talaj - növény, növény - mikroorganizmus és növény - rovar kölcsönhatás is (Brückner - Szabó, 2001). A gyomszabályozásban napjainkban is a szintetikus előállított kemikáliák adják a gyomok elleni védekezés gerincét. Az egyre növekvő peszticid használat és az ezzel járó környezetszennyezés aggasztó mivolta világszinten előtérbe helyezte az élő szervezetek által termelt, növényvédelemben is felhasználható anyagok használatát. Ez a felelősség járult hozzá az allelopátiával kapcsolatos kutatások előtérbe kerüléséhez, amely tevékenységeknek a fő célja a kultúr- és gyomnövények által termelt allelokemikáliák felkutatása és kémiai jellemzése. Ezen felül alternatív növényvédelmi eljárások kidolgozása, amiben nagy szerepe van a kultúrnövény - gyomnövény kölcsönhatások vizsgálatának (Hunyadi et al., 2011). Az ilyen kutatásoknak és kísérleteknek köszönhetően létrehozhatunk olyan kultúrnövényeket akár hagyományos nemesítési eljárásokkal is, amelyek megfelelő allelopátiás hatásukkal vissza tudják szorítani az adott területen fellépő gyomnövényeket. Új

gyomirtó hatású vegyületeket fedezhetünk fel, amelyek akár egy új biopeszticid hatóanyagai is lehetnek, vagy más alternatív növényvédelmi technológia alappillérei. A növény - növény kölcsönhatások további vizsgálatával kidolgozhatunk egy olyan vetésforgót, amellyel teljesen ki tudjuk használni a növények által termelt allelokemikáliák mezőgazdasági szempontból előnyös hatásait (Khalid et al., 2002).

A fentebb említett lehetőségek inspiráltak abban, hogy a diplomadolgozatom témája középpontjában egy növény - növény kölcsönhatást vizsgáljak. A dolgozatom során két bizonyítottan allelopatikus hatású gyomnövény, az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) és a mezei acat (*Cirsium arvense* L.) hatását vizsgáltam zabon (*Avena sativa* L.), mint kultúrnövényen. A kísérletem során arra kerestem választ, hogy a vizsgálandó két gyomnövény okoz-e valamilyen gátlást a zab csírázásában, illetve kezdeti növekedésében. Ennek érdekében Petri-csészés és tenyészedényes csíráztatási kísérleteket is végeztem.

## 2. Szakirodalmi áttekintés

### 2.1. Magasabb rendű növények közti kölcsönhatások

A növények közti interakciókat két nagy szegmensre különíthetjük el: a kompetícióra és az allelopátiára. Ezen kölcsönhatások között lényeges különbségek figyelhetők meg. Clements (1929) szerint a kompetíció nem több csupán, mint egy fizikai folyamat, amelynek során kettő vagy több növény az élet számára nélkülözhetetlen erőforrásokért verseng. Legyenek bármennyire is közel egymáshoz az adott életterületen belül, amíg a növények szükségletének elegendő víz, fény és tápanyag áll rendelkezésére, addig nem fognak egymással versengeni (Clements, 1929).

Míg a kompetíció fizikai folyamatokban nyilvánul meg, addig az allelopátia hatása az esetek többségében növények által kiválasztott másodlagos anyagcseretermékek befolyásoló hatásán keresztül mutatkozik meg, mondhatni kémiai úton. Több tudományos publikációban ezért is nevezik az allelopátiát kémiai kölcsönhatásnak. A növények közti interakciókat ez alapján elméleti szinten lehet csoportosítani, viszont természetes körülmények között a kompetíció és az allelopátia hatásai szoros összefüggésben vannak (Brückner - Szabó, 2001).

### 2.2. A kompetíció

Ez a növények közötti kölcsönhatás abban az esetben lép fel, ha két vagy több növény egy bizonyos mennyiségben rendelkezésre álló erőforrásból akarja fedezni a sajátos szükségleteit, viszont az adott tényezőből nincs elegendő mennyiség az összes növény számára (Donald, 1963).

A kompetíciós folyamatok több szinten is végbe mehetnek (Hunyadi, 1988). A különböző szinteket az alábbiak szerint csoportosítjuk:

- fajok közötti (interspecifikus)
- fajon belüli (intraspecifikus)
- genotípusok közötti (intergenotypic)
- genotípuson belüli (inragenotypic)
- növényegyeden belüli (intraindividuális)

Az intraindividuális kompetíció az évelő gyomfajok esetében jelentősnek bizonyul. Ezt igazolja Hsiao és McIntyre (1984) kísérlete is, amelyben selyemkóróval (*Asclepias syriaca* L.) végeztek kutatásokat. A kísérlet során arra következtetésre jutottak, hogy a föld feletti hajtások rügyei és a szaporítógyökerek rügyei között folyó kompetíció a vízért nagy szerepet játszik a szaporítógyökereken lévő rügyek dormanciájában.

Egy adott faj kompetíciójának az erőssége sok tényező függvénye. Az idők során számos kutató próbálta összegyűjteni és felsorolni ezen hatás mértékét alakító tényezőket egymástól eltérő elméleti megfontolásból (Hunyadi et al., 2011). Talán Sakai (1961) megközelítése áll legközelebb a valósághoz, ugyanis véleménye szerint egy adott növény kompetíciós képességét nem a morfológia tulajdonságai határozzák meg, hanem olyan poligénikus úton determinált tulajdonságok, amelyeket az éppen adott környezeti tényezők erősen befolyásolhatnak. Természetesen a gének által kódolt tulajdonságokon és az adott edafikus és klimatikus tényezőkön kívül egy kultúrnövény-gyomnövény kompetíciós viszonyban ugyanúgy jelentős szerepet játszik az adott területen lévő gyom- és kultúrnövények egyedsűrűsége, térfoglalása, eloszlása és a gyomnövényvel való kompetíció időtartama is. Egy mezőgazdasági területen ezek a tényezők is szerepet játszanak abban, hogy egy bizonyos gyomnövény milyen erős kompetícióra képes egy adott kultúrnövényvel szemben (Bleasdale, 1960).

A versengés a növények között leggyakrabban három természeti erőforrásért megy végbe: a vízért, a fényért és a tápanyagokért. Ezek az erőforrások szoros kölcsönhatásban vannak egymással a növény életében, ezért, ha valamelyik elem ellátásában változás történik, akkor automatikusan a többi erőforrás biztosítása is zavart szenved (Hunyadi et al., 2011). Erre egy jó példa az, hogy ha a talaj nedvességtartalma csökken akkor az árpa és a búza kevesebb nitrogén felvételére képes a talajból (Bauer et al., 1965). A három közül - nem meglepő módon - a fényért folytatott kompetíció a legfontosabb, hiszen amíg a többi elem is nélkülözhetetlen a növények számára, valamilyen szinten mégis készleten vannak a talajban. Ezzel ellentétben a fényvel való ellátásra a növény egész életciklusa alatt szükség van, hiszen, ha nincs fény, oda a fotoszintézis is (Donald, 1961). Egy kultúrnövény - gyomnövény fényért folyó kompetíciójában nagy szerepet kap az eltérő árnyékolóképesség is, ugyanis az árnyékolás hatására rengeteg negatív hatás következik be a növényekben. A hajtások szárazanyagtartalma, a virágzatok és az oldalelágazások száma csökken. Ezzel szemben a

növény magassága növekszik. Tehát, ha egy kultúrnövénynek minél jobb az árnyékoló képessége, annál jobb a gyomelnyomó képessége is (Hunyadi et al., 2011).

### **2.3. Az allelopátia**

Adódnak olyan jelenségek bizonyos növénytársulásokban, amikor egyes növényeknek a szomszédaikra gyakorolt negatív hatása, olyan módon szembeűnő, hogy azt a közös erőforrásokért folytatott kompetícióval egyszerűen nem lehet magyarázni. Amíg az egyes növényeken a negatív hatások szembe tűnően megmutatkoznak, addig a szomszédságában lévő más egyedeken a kedvezőtlen hatások apró jele sem mutatkozik, holott a körülöttük lévő környezeti feltételek megegyeznek. Erre a jelenségre nyújt magyarázatot az allelopátia, mely során a növények olyan allelokemikáliákat (szekunder metabolitokat) juttatnak ki a környezetükbe különböző módokon, amelyekkel valamilyen szabályzó hatást fejtenek ki a közelükben lévő növényekre vagy egyéb élő szervezetekre (Hunyadi et al., 2011).

#### **2.3.1. Az allelopátia régen és most**

Az első megfigyelések a jelenséggel kapcsolatban nagyon régre nyúlnak vissza. Theoprastus és Demokritos az elsők között voltak, akik felismerték a jelenséget, bár nem nevezték el. Ezek a megfigyelések csakis a negatív hatásokra összpontosultak (Hunyadi et al., 2011). Ezt követően egészen a 19. századig kellett várni, ahol is DeCandolle kísérleteket folytatott. Kutatásában elhalt növényi anyagok lebomlását vizsgálta. Megállapította, hogy amíg a talajfelszínen hagyott növényi komposztanyag nem fejtett ki hatást a növényekre, addig a talajba forgatott elhalt szerves anyag pozitív és negatív hatást egyaránt okoz a vetésforgóban vagy monokultúrában termesztett növények esetében. Itt már szó van arról, hogy a növények egymásra gyakorolt hatása lehet hasznos vagy káros, de jelenség még sincsen definiálva (Willis, 1996). Molisch (1937) egy bécsi növényélettan professzor volt az, aki a ma is használatos allelopátia szót elsőként használta a jelenség megnevezéseként (Brückner - Szabó, 2001). A fogalom két görög eredetű szó összeolvasztásából jött létre: az allelon (= kölcsönös, egymás) és a pathos (= ártalmas elszenvedni). Molisch kísérletei során - amelyben az etilén hatását vizsgálta - egyaránt tapasztalt gátló és serkentő hatásokat a tesztelt növényeken és baktériumokon (Molisch, 1937). Mindezek után valamiért még egy jó ideig az allelopátiát a növények által kijuttatott kémiai anyagok negatív hatásának próbálták definiálni, ami

leginkább növény - növény kölcsönhatásban nyilvánul meg (Brückner - Szabó, 2001). A Molisch munkásságát követő évtizedekben olyan tanulmányok jelentek meg, amelyek úttörést hoztak az allelopátia értelmezésében. Grümmer (1955) és Rademacher (1959) tanulmányai rávilágítottak arra, hogy a növények által kibocsátott allelokemikáliák nem csak más növényekre hatnak, hanem a környezetükben lévő más élő szervezetekre is, például baktériumok vagy gombák élettevékenységeire egyaránt. Valamint, hogy ezek a kölcsönhatások lehetnek serkentő vagy gátló hatásúak is. Ezekre a kutatásokra alapozva és Molischra hivatkozva Rice (1984) *Allelopathy* című kiadványában a napjainkban is elfogadott definícióhoz közelítően fogalmazta meg az allelopátia jelenségét. Szerinte az allelopátia az egyik növény által a másik növényre (vagy mikroorganizmusra) közvetlen vagy közvetett módon kifejtett pozitív vagy negatív hatás, amit a növényekből kiválasztódott szekunder metabolitok okoznak. Harper (1977) tanulmányában ugyan elfogadja azt, hogy az allelopátia jelensége valós dolognak tekinthető, viszont óvatosságra int a tanulmányozásával kapcsolatban. Ezt azzal magyarázta, hogy a természetes ökoszisztémákban sokszor az allelopátiának vélt jelenségeket más okozza, hiszen a természetben sokszor nehéz szétválasztani a kompetíció és a környezeti viszonyok által okozott változásokat az allelokemikáliák által kiváltott hatásoktól. Ezt igazolja Kazinczi és munkatársainak (2013) kísérlete is. A tanulmány során a Magyarországon előforduló inváziós gyomnövényeket vizsgálták. A szabadföldi kísérletekben még az allelopatikus hatással bíró gyomnövények esetében is a kompetíciós hatás volt jobban megfigyelhető. Az allelopátiának jelenleg is elfogadott definícióját 1999-ben a II. Allelopátiás Világkongresszuson fogalmazták meg ami a következőképpen szól: „*Minden olyan folyamat, amelyben növények (algák, baktériumok, gombák, vírusok) által termelt szekunder metabolitok befolyásolják a mezőgazdasági és biológia rendszert*” (IAS Newsletter, 1999).

### **2.3.2. Az allelokemikáliák és azok hatásmechanizmusa**

Az allelokemikáliák a növények minden egyes részében fellelhetőek a gyökerektől egészen a termésekig bezárólag. Leggyakrabban a levelekben fordulnak elő ezek a kémiai anyagok, ezért nem is meglepő, hogy ebből a növényi részből mutatják ki a legtöbb toxikus anyagot a kutatók (Hunyadi et al., 2011). Ma már az is köztudott, hogy ezek az anyagok legtöbbször a növények mirigyves rétegeiben raktározódnak (Ambika, 2012).

A növényekben előforduló kémiai vegyületeket két nagy csoportra bonthatjuk. Elsődleges anyagcseretermékekre, mik minden növényben előfordulnak és a növények alapvető anyagcseréjében vesznek részt, mint például az aminosavak, cukrok, fehérjék és a nukleinsavak purin és pirimidin bázisai (Baccheti et al., 2019). Ezek a vegyületek is kikerülhetnek a növény környezetébe a gyökereken vagy azok sérülésein keresztül. Ezek a kijutott vegyületek befolyásolhatják a talajban élő mikroorganizmusokat, de ez nem számít allelopátiának (Watkinson, 1998).

A másik csoportot a szekunder metabolitok alkotják. Ezek a vegyületek nem vesznek részt az alapvető anyagcserefolyamatokban, és különböző ökológiai funkcióval rendelkeznek. Faji szinten eltérő lehet a mennyiségük egy adott növényben. Ezek a másodlagos anyagcseretermékek az allelokemikáliák, amik egy nagyon heterogén kémiai csoportot foglalnak magukban. Mondhatni az allelokemikáliák a növények speciális anyagcseretermékei (Hunyadi et al., 2011). Baccheti és munkatársai (2019) csoportosították ezeket az allelopátia szempontjából fontos vegyületeket, viszont az allelokemikáliáknak számító szekunder metabolitok csoportjának heterogén mivolta miatt igyekeztem átláthatóbban szemléltetni a fontosabb vegyületcsoportokat, amelyek az 1. táblázatban láthatók:

**1. táblázat:** Fontosabb vegyületcsoportok hatóanyagokkal és példafajjal

(Forrás: Baccheti és munkatársai, 2019 nyomán)

Vegyületcsoportok	Hatóanyagok	Allelopatikus növény
Fenolos vegyületek	klorogénsav, kávéssav, ferulsav, sziriginsav	<i>Chenopodium album</i> L. (fehér libatop)
Alkaloidok	koffein, gramin, nikotin	<i>Datura stramonium</i> L. (csattanó maszlag)
Terpenoidok	szeszkviterén-lakton, kámfor, 1,8-cienol	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L. (ürömlevelű parlagfű)
Glükózionátok és izocianátok	cianonén-glükozid	<i>Cirsium arvense</i> L. (mezei acat)
Benzoxazinoidok	benzoxazoline-2(3H)-one	<i>Secale cereale</i> L. (rozs)
Egyéb vegyületek: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Szénhidrogének</li> <li>• Szerves savak, szteroidok, karotinoidok</li> <li>• Illóolajok</li> </ul>	dokozán, triakontán	<i>Amaranthus retroflexus</i> L. (szőrös disznóparéj)

A táblázat elkészítése során minden fontosabb vegyületcsoportot, egy-egy, a hazai mezőgazdasági termelés szempontjából is fontos növényfajjal is igyekeztem szemléltetni. Így akartam hangsúlyt adni annak, hogy habár az allelokemikáliának számító hatóanyagok és hatóanyagcsoportok száma bővebb a táblázatban közöltekénél, mégis a fentebb említett vegyületcsoportok a meghatározóak mezőgazdasági viszonylatban. A rozs - mint allelopatikus hatással bíró növény - feltüntetésével pedig arra szerettem volna rávilágítani, hogy a mezőgazdasági termelésben az allelopátiára nem csak egy újabb stresszforrásként kell gondolnunk, hanem az allelokemikáliák segítségével növelhetjük akár a kultúrnövényeink gyomnövényekkel szembeni előnyét is. Jó példa erre Rice és munkatársainak (2012) rozssal végzett kutatása is. A kísérlet során a rozs növényi maradványaiból talajba kerülő vegyületek növekedésgátló hatással voltak az *Amaranthus hybridus* L. egyedeire.

Az allelokemikáliák hatásmechanizmusát tekintve megkülönböztetünk direkt és indirekt hatásokat. A direkt hatások közvetlenül a növényekre hatnak, amely során a hatóanyagok különböző módokon befolyásolják a növény működését. Az indirekt hatások komplexebb folyamatnak tekinthetők, ugyanis itt nem közvetlenül a növényre gyakorolnak hatást a szekunder metabolitok, hanem a növény környezetére. Ez lehet a talajtulajdonságok megváltoztatása, a talaj tápanyagkészletének módosulása, a növényi populációk összetételének megváltozása és az ezt követő mikroorganizmus és rovarpopuláció változása. A környezeti feltételek változásával egyes növények kiszorulhatnak vagy kedvezőtlenebb helyzetbe kerülhetnek az adott területen, így az allelokemikáliák hatása közvetetten érvényesül (Hunyadi et al., 2011).

Az indirekt hatások szerepe a természetes ökoszisztémák alakulásában nagyobb, mint egy szabályozott termelési környezetben. Ettől függetlenül viszont mesterséges ökoszisztémákban is találkozhatunk azokkal. Jó példa erre a talajuntság problémája. Számos termesztett kultúra esetében köztudottnak számít, hogy a talajba toxikus, gátló hatású anyagokat bocsátanak ki életciklusuk során, amivel gátolják az adott mezőgazdasági terület újra telepítését vagy vetését. Ilyen problémákkal szembesültek az őszibarack és az alma ültetvények újra telepítésénél, de a ciroknál is megfigyeltek hasonló problémákat. Mindegyik kultúra esetében a kémiai anyagok szerepét is hangsúlyozták a felmerülő problémák kiváltó okai között (Hunyadi et al., 2011). Természetes növényi társulásokban a nitrogénmegkötés gátlása egy gyakran előforduló jelenségnek számít. Jó példa erre a mézgás éger (*Alnus*

*glutinosa* L.) pár éven belüli pusztulása, ha fekete dió (*Juglans nigra* L.) és balzsamos nyár (*Populus balsamifera* L.) közelében növekszik. Az utóbb említett két növény által kiválasztott kémiai anyagok negatívan hatnak az éger nitrogénkötő sugárgombájának az élettevékenységeire, ezzel az éger viszonylag gyors pusztulását előidézve (Csiszár, 2007). Az indirekt hatások vizsgálatával tehát lehetőségünk nyílik a növény – talaj - növény, a növény rovar és a növény mikroorganizmus kölcsönhatások jobb megértésére is.

Az indirekt hatásokkal szemben a direkt hatások csak a növény - növény kölcsönhatásokra korlátozódnak, amely során a kémiai anyagok a növények élettani folyamataiban okoznak az esetek többségében hátrányos változásokat. Ezen hatásmechanizmusok megértésére irányuló kutatások az elmúlt évtizedekben nagy hangsúlyt kaptak (Hunyadi et al., 2011). Gniazdowska és Bogatek (2005) az előző évtizedek kutatási eredményei áttekintése során arra jutottak, hogy az allelokemikáliák a következő élettani folyamatokra vannak hatással:

- Magcsírázás
- Fotoszintézis és légzés
- Ionfelvétel és növekedés
- Sejtosztódás, sejtek ultrastruktúrájában bekövetkezett változások
- Oxidatív stressz

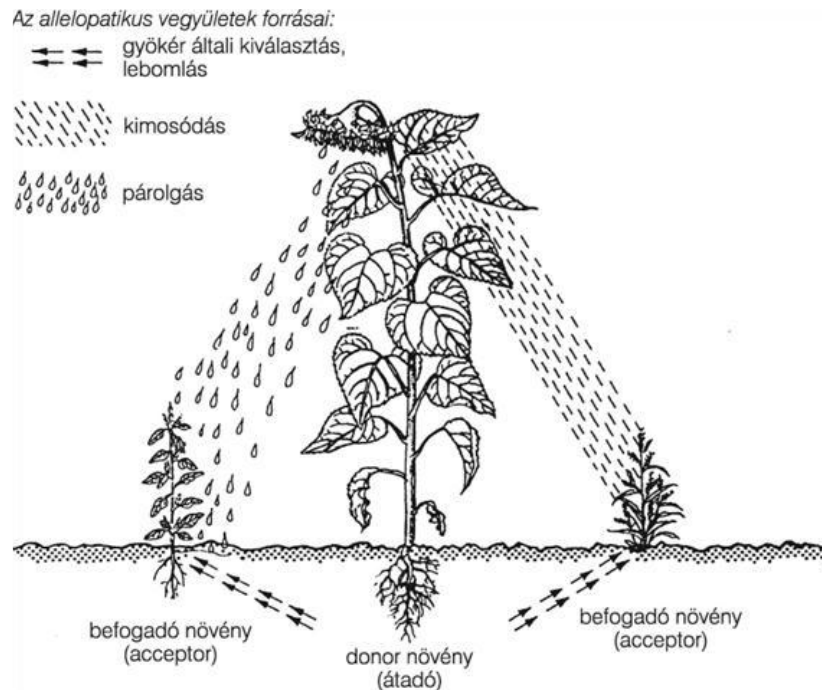
A tanulmány megírása során a szerzők megállapították, hogy az allelopátia szempontjából fontos hatóanyagok hatásmechanizmusának feltérképezése nem egyszerű folyamat, mivel a vizsgált kémiai hatóanyagok a legtöbb esetben nem csak egy élettani folyamatban okoznak változásokat a növényekben. Ezen anyagok hatása tehát nem egy-egy élettani folyamat zavarásában nyilvánul meg, hanem inkább egy összetett reakciósorozat eredménye, mely során a növény több életfolyamatában is változások következnek be. Az allelopátiás hatással rendelkező vegyületek detektálása és hatásmechanizmusuk feltárása fontos kutatási terület a tudományágon belül, mivel ezek segítségével új növényi eredetű hatóanyagokat szolgáltatathatunk a gyomszabályozásnak, amivel hozzájárulhatunk egy fentarthatóbb mezőgazdasági rendszer kialakításához (Gniazdowska - Bogatek, 2005).

### 2.3.3. Az allelokemikáliák kijutása a növényekből

Amikor a szekunder metabolitokat tartalmazó (donor) növény kibocsátja magából a befogadó (akceptor) növényre ható kémiai anyagokat az többféle módon valósulhat meg, amit az 1. ábra szemléltet:

#### 1. ábra: Az allelopatikus vegyületek kijutási módjai a növényekből

(Forrás: Hunyadi és munkatársai, 2011 nyomán)



Párolgás útján számos növény bocsát ki magából gátló hatású illékony vegyületeket gőz formájában. A legtöbb ilyen illékony vegyület a terpenoidok csoportjába tartozik, vagy lehetnek növényi hormonok is, mint például az etilén (Scavo et al., 2018). Ez a kibocsátási mód inkább a Föld szárazabb vagy félszáraz területein bír nagyobb jelentőséggel. Számos *Artemisia* és *Eucalyptus* nemzetségbe tartozó fajnál figyeltek meg párolgás útján kijutó vegyületeket, amelyek a legtöbb esetben csírázásgátló hatást fejtettek ki (Hunyadi et al., 2011). Az *Eucalyptus* nemzetségbe tartozó *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake fajjal folytattak vizsgálatot Chu és munkatársai (2014) is, ahol az említett faj kémiai vegyülete gátló hatást fejtett ki három őshonos faj csírázására és növekedésére egyaránt.

Kimosódás során általában a donor növények föld feletti részeiből (főleg a levelekből) az eső vagy a harmat különböző növekedésgátló vegyületeket moshat ki. Ezek az anyagok lehetnek

pektinek terpenoidok, giberrelinsavak vagy akár fenol vegyületek és alkaloidok is. Számos, a mezőgazdaságban is ismeretes kultúr- és gyomnövény elhalt vagy élő leveleiből mutattak ki növekedés inhibitorokat kimosódás révén. Ilyen növények például a dió (*Juglans regia* L.), a napraforgó (*Helianthus annuus* L.), a fekete mustár (*Brassica nigra* L.) és a selyemmályva (*Abutilon theopradi* Medic.) is (Hunyadi et al., 2011).

Sok gyomnövény és kultúrnövény esetében is beigazolódott az, hogy a gyökereiken keresztül váltanak ki allelokemikáliákat. A fenyércirok (*Sorghum halpense* L.), a parlagfű és a pirók ujjasmuhar (*Digitaria sanguinalis* L.) esetében is kiderült, hogy gyökérváladékokat juttatnak ki a talajba (Hunyadi et al., 2011). Ezek a vegyületek lehetnek terpenoidok, tanninok, zsírsavak és alkaloidok is, amelyek csírázás és növekedésgátló hatással vannak az akceptor növényekre, emellett befolyásolhatják a rizoszférában a mikroorganizmusok élettevékenységeit is (Scavo et al., 2018). Ezt bizonyítja Hao és munkatársainak (2010) tanulmánya is. A kísérlet során megfigyelték, hogy a rizs (*Oryza sativa* L.) gyökérváladékai gátolták a *Fusarium oxysporum* gomba élettevékenységeit. A rizsen kívül a gabonafélékre jellemző a nagy mennyiségű gyökérváladék kibocsátása a talajba, ami egyes kutatások szerint a teljes fotoszintetizátum 5-21%-a között is mozoghat (Scavo et al., 2018). A gabonanövények közül a rizsen kívül még nagy mennyiségű gyökérexudátumot választ ki a búza (*Triticum aestivum* L.), a zab és a kukorica (*Zea mays* L.) is (Hunyadi et al., 2011).

A növényi anyagok lebomlása is egy útja az allelokemikáliák környezetbe jutásának. E folyamat során sok szekunder metabolit szabadulhat fel a növényekből (Scavo et al., 2018). A lebontó folyamatok a talajban lévő mikroorganizmusok közreműködésével valósulnak meg, aminek következtében nehéz azt eldönteni, hogy a növényből kijutó kémiai anyagok okozzák-e megfigyelt hatásokat vagy a növényi maradványok lebontó folyamata során alakulnak át a vegyületek toxikussá. Rice (1974) megfigyelései szerint az elhalt növényi részekből a vízben oldódó inhibitorok könnyen kimosódnak. Ezt a megállapítást igazolja a köztes termesztéssel és takarónövényvel megoldott gyomszabályozás hatásossága is (Scavo et al., 2018). Néhány kultúrnövény esetében, mint az alma a zab és a búza már beigazolódott az, hogy a növényi anyagaik lebomlása során olyan toxikus anyagok szabadulnak fel, amelyek gátló hatással vannak a gyomnövények csírázására és növekedésére (Hunyadi et al., 2011).

#### **2.3.4. Az allelokemikáliák termelődését és azok hatását befolyásoló tényezők**

Természetes körülmények között az allelopatikus hatásokat biotikus és abiotikus tényezők egyaránt befolyásolhatják, kezdve azzal, hogy egy adott növény mekkora mennyiségben állít elő allelokemikáliákat. Reigosa és Pedrol (2002) szerint az allelopátia jelensége ott fokozódik, ahol minél több stressz éri a növényeket. Az általánosan elfogadottnak számít tehát, hogy a környezeti tényezők növények számára negatív változásai növelik az allelokemikáliák termelését és a célnövények érzékenységét is ezekre a kémiai vegyületekre. Ennek ellenére az nem teljesen tisztázott, hogy ezzel egyenesen arányos a kibocsátásuk is a donor növények által. A szekunder metabolitok termelődését befolyásoló stresszfaktorok közé sorolhatjuk a legalapvetőbb abiotikus környezeti tényezőket, mint például a fény, a víz, a hőmérséklet vagy a növények számára felvehető tápanyagok kedvezőtlen változásait is (Scavo et al., 2018). Jó példa erre az, hogy az árpa (*Hordeum vulgare* L.) autotoxicitása hosszú ideig tartó vízhiányos időszakok alatt növekszik (Oueslati et al., 2005). Biotikus környezeti tényezők természetes körülmények között lehetnek kórokozók és kártevők is, amelyek a donor növény károsításával előidézhetik egy adott allelokemikália fokozott termelődését is. A talaj fizikai, kémiai, biológiai tulajdonságai is nagymértékben módosíthatja egy adott kémiai anyag termelődését és hatásának erősségét is. Fizikai tulajdonságok tekintetében nagy szerepet játszik a talajszerkezet, mivel a kötöttebb szerkezetű agyagos talajok több allelokemikáliát képesek megkötni és hosszabb ideig képesek tárolni, mint a lazább szerkezetű, homokos és vályogtalajok, azonban emiatt az agyagos talajokban lassabb a szekunder metabolitok mobilizációja is. A kémiai tulajdonságok is mint a talaj pH-ja, tápanyagkészlete, és ioncsere kapacitása mind hozzájárulnak az allelokemikáliák stabilitásához és aktivitásához is. A talajban lévő mikroorganizmusok szerepe pedig megkérdőjelezhetetlen a növényekből kijutó kémiai anyagok sorsában. A lebontó gombák, baktériumok és algák, amik a talajban élnek inaktívalhatják vagy mineralizálhatják az allelopátia szempontjából fontos vegyületeket, vagy fokozhatják az egyes szekunder metabolitok hatását azáltal, hogy még toxikusabb hatóanyaggá alakítja át (Scavo et al., 2018). Az allelopátiát és az allelokemikáliákat befolyásoló környezeti tényezők a mezőgazdasági rendszerben mindig együttesen hatnak. Ezért is nehéz a témában folytatott kísérletek lebonyolítása, hiszen egy-egy kémiai anyag hatásosságát sok tényező befolyásolhatja, mely során szabadföldi kísérletek esetén és laboratóriumi körülmények között is torzulhatnak a kísérlet eredményei. Szabadföldi kísérletek esetén azért,

mert a szélsőséges időjárás miatt nem mutatkozik meg az adott allelokemikália hatása, laboratóriumi vizsgálatok során meg pont a környezeti tényezők kizárásával kapunk olyan eredményeket, amelyek nem állnák meg a helyüket egy természetes ökoszisztémában. Ezért az allelopátia kutatása során alkalmazott módszereknek mindig van valamilyen az eredményeket befolyásoló torzító hatása, a jelenségre ható biotikus és abiotikus tényezők komplexitása miatt. Ennek tudatában az allelopátiával kapcsolatos kísérletek eredményeinek a kiértékelésénél óvatosan kell eljárunk és figyelembe kell vennünk, hogy a kapott eredményre milyen befolyásoló tényezők hathattak a kísérlet lefolyása közben és hogy milyen kísérleti módszert alkalmaztunk tanulmányunk során.

### **2.3.5. Az allelopátia tanulmányozása során alkalmazott módszerek**

Az allelopátia kutatása során alkalmazott módszereket négy szegmensre bonthatjuk szét. Nagyobb részben a jelenséggel folytatott vizsgálatokat kontrollált környezetben, laboratóriumi vagy üvegházi tenyészedényes kísérletek segítségével bonyolítják le. Kisebb jelentőséggel bírnak, de alkalmaznak szabadföldi kísérleteket is a kutatott témával kapcsolatban. Azért van nagyobb jelentőségük ezen a tudományterületen a szabályozott környezeti feltételek mellett folytatott kutatásoknak, mert egy szabadföldi kísérlet során az allelopatikus hatás kifejeződését több környezeti tényező hatása palástolhatja, ezért a laboratóriumi és üvegházi tenyészedényes vizsgálatok során könnyebben megállapíthatjuk azt, hogy egyes növények rendelkeznek-e allelopatikus tulajdonságokkal vagy sem (Hunyadi et al., 2011). Különleges területét alkotják a fény- és elektronmikroszkópos vizsgálatok az allelopátia tanulmányozása során használt módszereknek, amely során az allelokemikáliák által előidézett ultrastrukturális változásokat vizsgálják a kutatók a növényi sejtekben és szövetekben egyaránt (Lovett et al., 1992). Ebbe a négy csoportba tartozó kísérleti módszerekben viszont közös pontnak számít a donor növényekből előállított növényi kivonatok használata, melyeket minden csoportban alkalmaznak. Lényege az, hogy a vélt allelopatikus hatással rendelkező donor növény részeit (szár, levél, gyökér, termés) homogenizáljuk (felaprítjuk), majd ebből a finomra aprított növényi anyagból desztillált víz vagy különféle szerves oldószerek segítségével (aceton, etanol) segítségével kioldjuk a számunkra fontos kémiai anyagokat a homogenizált növényi anyagból. A kioldás után az oldatot átszűrjük és ezt juttatjuk ki valamilyen módon az akceptor növények számára (Hunyadi et al., 2011). Laboratóriumi kísérletek (bioassay) során a növényi kivonatok Petri-csészés

kísérletek során szokták alkalmazni, ahol egy hígítási sort alkalmazva használják a donor növényekből kinyert oldatot könnyen csírázó növények magjain, amely során a csírázásra gyakorolt hatást figyeljük meg (Szabó, 1994). Laboratóriumi körülmények között a növényi kivonatokat még Solymosi és Gimesi (1993) hajtáscsúcstenyészetek kezelésére is felhasználta. Az üvegházi tenyészedényes kísérletek esetében a növényi kivonatokat öntözővízként alkalmazzák, vagy a teszt növények tápközegébe keverik be a leaprított növényi részeket. Szabadföldi kísérleteknél pedig a laboratóriumi tesztek által bevált növényi kivonatokat kvázi herbicidként juttatják ki a tesztelni kívánt célnövényekre (Hunyadi et al., 2011).

### **2.3.6. Az allelopátia felhasználásának lehetőségei a növényvédelemben**

A növényvédelem három nagy területre osztható fel. A kórokozók és a kártevők elleni védekezésre és a gyomszabályozásra. A növényvédelem ezen szegmensei közül az allelopátia alkalmazásának a gyomszabályozásban lehet a legnagyobb szerepe. Számos kutatás folyt és folyik jelenleg is az allelokemikáliák és az allelopatikus növények felhasználására a különböző kártevők és kórokozók ellen, azonban a pozitív kutatási eredmények ellenére, az eredmények átvitele a gyakorlatba nehezebben valósítható meg és kevésbé számít relevánsnak a gyomszabályozás területéhez képest (Farooq et al., 2011). Az allelopátia gyomszabályozásban történő felhasználására Farooq és munkatársai (2011) a következő lehetőségeket állapították meg:

- Átgondolt vetésforgó alkalmazása
- Takarónövények vetése vagy köztes termesztés megvalósítása
- Mulcsozás
- Növényi kivonatok kijuttatása
- Növényi kivonatok és herbicidek kombinációjának használata

Vetésforgó tekintetében allelopatikus hatással bíró kultúrnövények termesztésének a közbeiktatása segíthet az adott terület gyomszabályozásában, hiszen kutatások bizonyították, hogy olyan termesztett növények által kiválasztott gyökérnedvek, valamint ezen növények bomlása során felszabaduló kémiai anyagok, mint a cirok (*Sorghum bicolor* L.), a zab és az alexandriai here (*Trifolium alexadrinum* L.) gyomszabályozó hatással rendelkeznek és erősen gyomosodott táblákon a termesztésük közbeiktatása ajánlott (Farooq et al., 2011). A köztes termesztés és a takarónövények használata terén a hüvelyes növények használata nagy

előrelépést jelenthet, mivel jelentős mértékben képesek visszaszorítani egy adott területen a gyomflórát. Ezt igazolja Caamal-Maldonado és munkatársainak (2001) tartamkísérlete is, ahol a kukorica gyomviszonyait és terméseredményeit vizsgálták hagyományos termesztéstechnológiák alkalmazása és kukorica, valamint különböző hüvelyes fajok köztes termesztése mellett. Az eredmények során bebizonyosodott, hogy a pillangós fajok minden esetben csökkentették a gyombiomassza nagyságát és az első két évben a kukorica hozamára is pozitív hatással voltak. A lebontó folyamatok során rengeteg allelopatikus anyag szabadul fel a lebomló növényi részekből a talajba. Ezt a folyamatot lehet kiaknázni a mulcsozás alkalmazásával. Schulcz és munkatársai (2013) a rozstot használták mulcsanyagként, amelynek következtében sok egyszikű és széleslevelű gyom növekedése és csírázására gátlódott. A növényi kivonatok herbicidként való kijuttatására és herbicidekkel való együttes használatában is rejlenek lehetőségek. Több kutatás is foglalkozik az allelokemikáliák vizes kivonatként való kijuttatásáról és azok hatásosságáról. Önmagukban ezek a vizes kivonatok a gyomnövényeket nem képesek elpusztítani, csak a fejlődésüket gátolni, amellyel maximum 50%-os biomassa-produktum csökkenést tapasztaltak a kísérletek során. Mivel a vizes növényi kivonatoknak a gyomirtó hatása önmagában nem elegendő, ezért felmerül a lehetőség a jól bevált konvencionális gyomirtó szerekkel való együttes használatra. Az allelokemikáliák segítségével a gyomirtószer-hatóanyagok csökkent dózisével való kijuttatása mellett is ugyanolyan hatékonyságot érhetnénk el. Ilyen típusú kutatások során azonban maximum 60%-os herbicid kijuttatással dolgoznak az eredeti dózishoz képest (Farooq et al., 2011). Nagy lehetőség rejtezik még az allelopatikus fajták nemesítésében is, amellyel növelni lehetne kultúrnövényeink gyomszabályozó képességét és genetikai előnyét a konkurens gyomnövényekkel szemben. Összegezve a gondolatokat az allelopatiaának helye van a növényvédelemben, főleg a gyomszabályozás területén. Ezeknek a kémiai anyagoknak a segítségével nem tudjuk kiváltani a már jól bevált gyomszabályozási módszerinket, viszont fenntarthatóbbá és környezettudatosabbá tehetjük a mezőgazdasági termelésünket. Csökkenthetjük a herbicid-rezisztens gyomfajok kialakulását és elterjedését. Jelenleg az allelokemikáliák felhasználása a mezőgazdaságban csekély, ezért további kutatásokra van szükség a biztonságos és eredményes alkalmazásukhoz (Cheng - Cheng, 2015).

## 2.4. A kísérlet során felhasznált növények és azok jelentősége

### 2.4.1. Zab (*Avena sativa* L.)

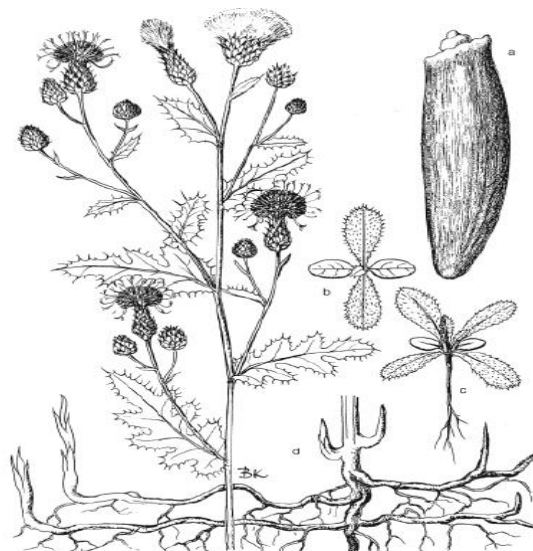
A zab az *Avena* nemzetségbe tartozó kultúrnövényünk, amely nemzetségben vadfajok is előfordulnak. Termesztett gabonaféléink között a zab különleges helyet foglal el. Szemtermése igencsak értékes és egészséges tápanyagforrásnak tekinthető. Termésében lévő értékes és jól hasznosuló tápanyagainak, magas foszfor- és mésztartalmának, valamint magas E-vitamin tartalmának köszönhetően tenyésztett takarmányozására, emberi táplálkozás céljára és élelmiszeripari feldolgozásra egyaránt felhasználható. Jó beltartalmi összetevői miatt gyakran készítenek belőle csecsemőtápszert is. Szemtermésén kívül a zab szálatakarmányként is felhasználható. Kiváló támasztónövényként szolgál a különböző takarmánykeverékekben és nagy zöldtömegével hozzájárul a nagy termésmennyiséghez. Szalmája takarmányozásra és almolásra egyaránt alkalmazható (Antal, 2005). Hazánkban a zab termőterülete sokat csökkent az elmúlt évtizedekben, ami számos okra vezethető vissza. A lóállományunk visszaszorulása és a termelési színvonal emelkedése a termésátlagok növekedésével a termőterület drasztikus csökkenését eredményezte, amely napjainkban alig éri el 25-30 ezer hektárt. A területcsökkenést azonban a növény éghajlati igénye is alakíthatja, ugyanis Magyarországon annak ellenére, hogy a zab erős gyökérrendszere és jó tápanyagfelvevő-képessége jó alkalmazkodó képességgel bír, mégis a mérsékelt hűvös, csapadékos klímát kedveli, amely a klímaváltozás miatt hazánkban egyre kevesebb helyen biztosítható. Termesztése ezért is jelentősebb az északibb országokban (Oroszország), viszont az egészséges táplálkozáshoz és életmódhoz kapcsolódó szemlélet növelheti a keresletet és a termesztési kedvet hazánkban is. A termesztett zabnak van tavaszi és őszi változata is, de hazánkban a termesztés leginkább a tavaszi változatra korlátozódik (Bocz, 1998; Antal, 2005). Ebből adódóan a gyomviszonyait tekintve főleg az egyéves és évelő kétszikű gyomok okoznak gondot a vegetáció során, de összeségében jó gyomelnyomó képességgel rendelkező kultúrnövénynek számít. Ezt valószínűleg allelopatikus hatásának is köszönheti, amit több kutatás támaszt alá. Számos kutató próbálta már a zab allelopatikus hatását feltérképezni. Több kísérlet is alátámasztja, azt, hogy a *Avena* nemzetségben előforduló vad (*Avena sterilis* L., *Avena fatua* L.) és kultúrfajok (*Avena strigosa* Schreb.) egyaránt rendelkeznek allelopatikus tulajdonságokkal. A termesztett fajok esetében is számos példa volt arra, hogy

tenyészedényes vagy laboratóriumi kísérletekben gátló hatást fejtettek ki a növények és a zabból kinyert növényi kivonatok a teszt növényekre. Az *Avena* fajok változékonysága, és számos faj allelopatikus potenciálja lehetőséget biztosít jobb gyomszabályozó képességgel rendelkező fajták előállítására is. Több, zabbal folytatott kísérlet során is sikerült izolálni hatóanyagokat (különböző fenolos vegyületek, L-triptofán), amelyek gátló hatással voltak az tesztek során az akceptor növényekre. Nagy valószínűséggel ezek a hatóanyagok is hozzájárulhatnak a zab jobb gyomelnyomó képességéhez (Fay - Duke, 1977; Kato-Noguchi et al., 1994; De Bertoldi et al., 2009; Carraro-Lemes et al., 2019).

#### 2.4.2. Mezei acat (*Cirsium arvense* L.)

A mezei acat az egyik legjelentősebb élő gyomnövényünknek tekinthető. Ültetvényben és a szántóföldeken egyaránt elterjedt gyomfajról beszélhetünk, de a műveletlen területeken is nagy jelentőséggel bír. A magas nitrogéntartalmú, erősen betömörödött, kötött talajokat kedveli igazán, ahol tömegesen képes felszaporodni. Feltűnésével a talaj víz- és tápanyagkészletét a végsőkig kimeríti. Életformáját tekintve a szaporítógyökeres fajok közé sorolhatjuk, amely sok problémát okoz a növényvel kapcsolatos gyomszabályozás terén. A kifejlett növény közép magas termetű, levelei változók lehetnek, de általában lándzsás alakúak és erősen szúrós tövisekkel fedettek. Fészekvirágzatában a kicsiny virágok lila színűek, amelyek sátorvirágzatot alkotnak (Hunyadi et al., 2011). Az acat morfológiáját a 2. ábra szemlélteti:

**2. ábra:** A mezei acat termése, csíranövénye, szaporítógyökere és a kifejlett növény  
(Forrás: Hunyadi és munkatársai, 2011 nyomán)



Ahogy az a fenti ábrán is látható az acat magjainak terjedését repítőszőrök is segítik. Viszonylag kevés gyommagprodukcóra képes, viszont a magjai akár 20 évig is életképesek lehetnek a talajban. Ennek ellenére a növény nem a maggal való terjedést, hanem a vegetatív úton való szaporodást részesíti előnyben. Szaporítógyökerei, amelyek főleg a talaj felső 30 cm-es részében helyezkednek el behálózzák a talajt. Ezek a módosult földalatti hajtások járulékos rügyekkel vannak teli, amelyekből képes egy új növény kihajtani, ha a szaporítógyökerek talajművelés vagy más fizikai behatás következtében feldarabolódnak. Védekezni a gyom ellen csak mélyműveléssel, vagy kalászos kultúrában hormonhatású gyomirtó szerekkel, vagy annak tartóján felszívódó totális gyomirtó szerekkel lehet eredményesen (Hunyadi et al., 2011). Sikerességét és jelentőségét mi sem bizonyítja jobban, hogy az országos gyomfelvételezési adatok alapján a szántóterületeink közel 1%-át borítja ez a gyomfaj (Novák et al., 2020). A szaporodási stratégiáján túlmenően azonban a mezei acat sikerességét az alleopatikus hatásának is köszönheti. Számos kutató foglalkozott már eme kellemetlen gyom alleopatikus tulajdonságaival. A kutatások során arra következtetésre jutottak, hogy a laboratóriumi kísérletek során a növény föld feletti növényi részeiből kinyert anyagok gátló hatást fejtettek ki a tesztnövények csírázásra, míg a gyökérből készült kivonatok hatása elhanyagolható volt. A növényi kivonatoknál azonban a növényi anyagok talajba keverése sokkal hatásosabbnak bizonyult ezen gyomfaj esetében. Több kutatás is arról számol be, hogy a talajba jutott növényi részek jelentős növekedésgátlást és élőtömeg csökkenést okoztak és a toxikus hatásuk akár 60 napig is eltartott. Ez arra enged következtetni, hogy az acat növényi maradványaiból a lebomlás során sok gátló hatású vegyület szabadulhat fel a talajba (Stachon - Zimdahl, 1980; Wilson, 1981; Béres et al., 2003; Ravlic et al., 2013).

#### **2.4.3. Ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.)**

Az ürömlevelű parlagfű egy igazán invazív növénynek számít nem csak hazánkban, hanem világviszonylatban is. A gyomnövény géncentruma Észak-Amerikában, Arizonában található. Itt 10 különböző *Ambrosia* faj is fellelhető a Sonora-sivatagban, ahonnan ez az invazív gyomfaj elindult világhódító útjára (Knolmayer et al., 2024). Európába feltehetően Franciaországba hurcolhatták be először a növényt, ahol már valószínűleg 1763-ban is jelent volt. Valószínűsíthető, hogy innen fertőződött tovább az egész kontinens, köztünk hazánk is (Chauvel et al., 2006; Knolmayer et al., 2024). Napjainkban már az ország egész területén elterjedt ez a gyomfaj, olyannyira, hogy ez a növény fordul elő a legnagyobb százalékban a

szántóföldi művelés alatt álló területeinken. A Hatodik Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés adatai alapján közel 5%-os borítottságot ért el az *Ambrosia artemisiifolia* a szántóföldjeinken, ezzel minden más gyomfajt maga mögé utasítva (Novák et al., 2020). Terjedésének sikeressége több okra is visszavezethető. Az ürömlevelű parlagfű a tavasszal csírázó, nyárutói egyéves gyomok közé tartozik, amelyek általános jellemzője az, hogy erőteljes és mélyre hatoló gyökérrzel rendelkezik és jól tűri a száraz körülményeket, amely egyértelműen javítja ezen gyomfajok kompetíciós és terjedési képességét, köztük a parlagfűét is. Továbbá ez a gyomfaj az úgynevezett arid toleráns gyomnövények csoportjába tartozik, amelyek jellegzetesége az, hogy a maximális vízkapacitásuk akár 70%-át is elveszthetik anélkül, hogy a növény maga a károsodna a vízhiány következtében. Ez jelentős előnyt jelent a klímaváltozás következtében egyre gyakoribb szárazabb időszakok előfordulása során (Hunyadi et al., 2011). A növény hazánkban március végétől csírázik. A korán csírázó növényegyedek pollentermelése és magprodukciója sokkal erőteljesebb, mint a később kelőké. A korai egyedek magprodukciója elérheti a 3-4 ezer magot is, amelyek akár 30-35 évig is életképesek maradhatnak a talajban. Terjedésének sikerességét ezen paramétereken kívül az is segíti, hogy maga a gyom szélbeporzással szaporodik. Ez azonban nagy egészségügyi problémát jelent számos ember számára, mivel az július végétől szeptember végéig tartó virágzás alatt rengeteg emberből vált ki allergiás reakciókat a parlagfű pollenje. Összeségében viszont a parlagfű terjedését hazai viszonylatban elősegítik az antropogén hatások (talajbolygatás, kereskedelem), a klímaváltozás következtében egyre szárazabbá váló időjárás és nem utolsósorban a gyomnövény allelopatikus tulajdonságai is (Knolmayer et al., 2024). Több kutatás is irányult már a növény allelokemikáliáinak feltérképezésére. A kísérletek során bizonyították, hogy az allelopatia kiváltó hatásokért főként terpenoidok (szeszkviterpén-laktonok) és fenolos vegyületek felelnek. Egyes terpenoid vegyületek esetében olyan szintű gátló hatást tapasztaltak, amelyek ígéretesek is lehetnek bioherbicidok előállítására is. Számos kutatási eredmény során sok tesztnövény esetében is azt lehetett megállapítani, hogy a parlagfű leveléből kinyert vizes és szerves kivonatok erősen gátolták azok fejlődését a koncentráció emelkedésével egyre erősebben. Ez valószínűleg annak is köszönhető, hogy a parlagfű elsősorban párologtatás útján juttatja az allelopatikus vegyületeket a környezetébe a levelein keresztül, amelyek ott halmozódhatnak fel nagy koncentrációban (Brückner, 1998; Kazinczi et al., 2008; Hunyadi et al., 2011, Vidotto et al., 2013; Liu et al., 2022;).

### 3. Anyag és módszer

#### 3.1. Növényi anyagok

A kísérletek során felhasznált növényi anyagokat olyan szántóföldi területekről gyűjtöttem be, amelyek a saját művelésem alatt állnak és a lakóhelyemhez, a vas vármegyei Bóhoz közel helyezkednek el. A mezei acatot (*Cirsium arvense*) és a parlagfűvet (*Ambrosia artemisiifolia*) a szántókról 2024 júliusában szedtem össze, majd a begyűjtés után leszártítottam azokat. A leszártított növényeket ezután papírzacskókba helyezve a felhasználás időpontjáig száraz, hűvös helyen tároltam. Ezek a gyomok szolgáltak a kísérletek során donorként. Akceptor növényként zabot használtam. A kísérletek elvégzéséhez szükséges magmennyiséget a 2024. évi zabtermésemből biztosítottam, amelyet azokon a területeken termesztettem, ahonnan a gyomnövényeket is gyűjtöttem. A felhasznált zab fajtája „Mv Pehely”, ami egy nagy termőképességgel rendelkező tavaszi fajta. Takarmányozási, étkezési célokra és kiváló szárszilárdsága miatt takarmánykeverékekben is alkalmazható támasztónövényként (INTERNET 1).

#### 3.2. Növényi kivonatok készítése

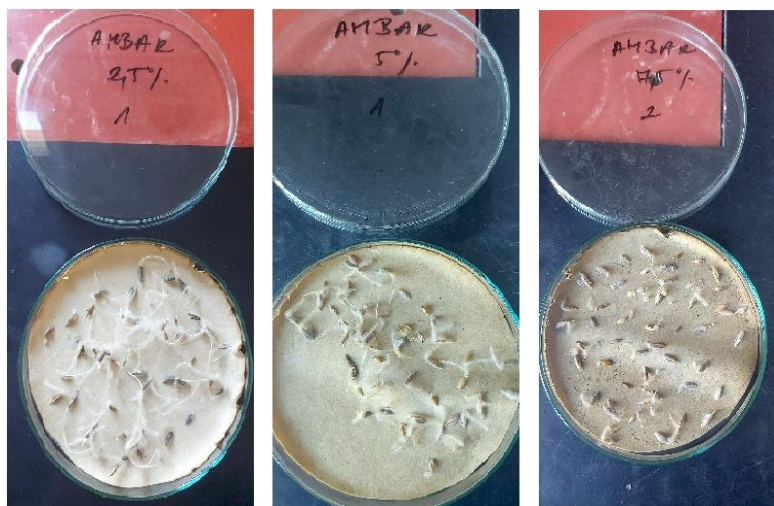
Laboratóriumi allelopátiás kísérleteknél növényi kivonatok készítésével nyerik ki a donor növényekből az allelokemikáliákat. Az eljárás során valamilyen szerves oldószerrel vagy víz segítségével oldják ki a növényekből az allelopatikus hatásért feltételezhetően felelős vegyületeket (Szabó, 1994). Ezt az eljárást használtam a Petri-csészés kísérletem során is. A növényi kivonatok készítéséhez először a szántóföldről begyűjtött és leszártított gyomnövények leveleit és szárát (hajtásmaradványait) használtam fel. Ezeket a növényi részeket felaprítottam, majd homogenizáltam. A kísérlet során 3-as hígítási sort alkalmaztam, mely 2,5%-os, 5%-os és 7,5%-os koncentrációjú vizes növényi oldatok felhasználását jelenti, ezért 100 ml melegített desztillált vízhez a hígítási sornak megfelelő mennyiségű (2,5 gramm, 5 gramm, 7,5 gramm) homogenizált növényi részt adtam hozzá. Az így kapott oldatokat 24 órán át pihentettük, hogy az allelopatikus hatású vegyületek kioldódhassanak a növényi részekből. Az idő letelte után a kihűlt oldatokat leszűrtem, majd felhasználtam a Petri-csészés kísérletben.

### 3.3. Petri-csészés csíráztatási kísérlet

A kísérletet 2024. 11. 22-én kezdtem el, amelyhez a szükséges eszközöket a MATE Georgikon Campus Növényvédelmi Tanszéke biztosította számomra. A csíráztatási tesztek a két gyomnövény 3-3 koncentrációja esetében négy ismétlésben végeztem el a kontrollal együttesen. A Petri-csészékbe először dupla szűrőpapírt helyeztem el, majd ezt követően ismétlésenként 50 db zab magot helyeztem minden csészébe. Majd ezt követően a megfelelő koncentrációjú, különböző donor növényekből kinyert oldatokból 20 ml kivonatot juttattam a magokra. A kontroll ismétlések esetében pedig tiszta desztillált vizet használtam a növényi kivonatok helyett. Ezt követően a kezeléseket az MSZ 6354-3: 2008-as csíráztatási módszernek megfelelően tíz napon keresztül 20 Celsius fokos hőmérsékleten csíráztatókamrába helyeztem. A csíráztatás ötödik napján vizsgáltam a csírázási százalékot, hogy a gyomnövények egyes koncentrációi mennyire gátolták a tesztnövény kezdeti csírázását. Ezt követően visszatettem a kezeléseket a csíráztatókamrába még öt napra. 2024. 12. 10-én értékeltem a kísérletet, vizsgáltam a gyomnövények különböző koncentrációjú vizes oldatainak kezdeti fejlődésre gyakorolt hatásait, amit a 3. ábra szemléltet:

**3. ábra:** Az ürömlevelű parlagfű vizes oldatainak hatása a kezdeti fejlődésre

(Forrás: Saját fotó)



Ahogy az a képen is látható, a koncentráció növelésével, a csíranövények hajtás- és gyökérhossza szemmel láthatóan csökkent. Következő lépésként lemértük az összes csíranövény hajtás- és gyökérhosszát, amelynek következtében kezelésenként 200 növénynek

az adatait jegyeztem fel egy Excel táblázatba. 200 növény hajtás- és gyökérhosszának az átlagát vettük ezután egy kezelés végeredményének.

### 3.4. Tenyészedényes csíráztatási kísérlet

A mezei acattal és az ürömlevelű parlagfűvel folytatott allelopátiás kísérlet második részét egy tenyészedényes kísérlet alkotta, amire 2025. 09. 13-án állítottam be Keszthelyen, a Festetics Imre Bioinnovációs Központban. A vizsgálatokhoz és a kísérlet elvégzéséhez szükséges eszközöket szintén a Növényvédelmi Tanszék biztosította számomra. A kísérlet során a 2024 júliusában begyűjtött és leszárított gyomnövényeket használtam fel. A tenyészedényes kísérletben nem használtam növényi kivonatokat, hanem a leszárított növényi anyagot aprítva kevertem be a tesztnövények talajába. A Petri-csészés vizsgálat hígítási sorához igazodva (2,5%, 5%, 7,5%) adott koncentrációhoz megfelelő mennyiségű növényi anyagot adtam hozzá a tápközeghez. Egy-egy kezelést szintén négy ismétlésben végeztem el, és mivel minden tenyészedénybe 4 darab zab magot vettem el, ezért egy kezeléshez 16 zabnövény mérési adatait kaptam meg. A kísérlet beállítása során fél literes tenyészedényeket használtam, amelyeknek a tápközegét általános virágföld és adott koncentrációhoz megfelelő mennyiségű aprított növényi rész alkotta. A kontroll növények esetében csak virágföld volt a tenyészedényekben. Az allelopatikus hatású gyomnövényeknek ebben a kísérletben is főként a szárát és a levelét (hajtásmaradványait) használtam fel, viszont a talajba keverés előtt ezeket a növényi részeket lemorzsoltam és egy kávédaráló segítségével homogenizáltam, amit a 4. ábra szemléltet

#### 4. ábra: A növényi részek feldolgozása a kísérlethez

(Forrás: Saját fotó)



Miután a megfelelő koncentrációban bekevert tápközegeket betöltöttem az edényekbe mindegyikbe elvettem az edényenkénti 4-4 magot. Ezt követően a tenyészedényeket

csíráztatókamrába helyeztem, ahol megfelelő megvilágítás és hőmérséklet mellett csíráztattuk a teszt növényeket, amit az 5. ábra szemléltet:

**5. ábra:** Tenyészedények a csíráztatókamrában

(Forrás: Saját fotó)



A kísérlet során a zabnövények összesen 28 napig növekedhettek. Ez alatt az idő alatt a növények rendszeresen öntözve voltak, hogy a cserepekben a nedvességtartalom pótolva legyen. 28 nap elteltével pedig lemértem minden kezelésben a növények föld feletti részeinek hajtáshosszúságát és nedves tömegét is, amit a 6. ábra szemléltet:

**6. ábra:** Egy zab növény nedves tömegének mérési módja

(Forrás: Saját fotó)



Ezekkel a méréséssel azt akartam megállapítani, hogy a talajba különböző koncentrációban bekevert növényi anyagok okozhattak-e valamilyen fejlődésbeli gátlást a teszt növényekre. A vizsgálatok során minden kezelésben 16 növény mérési adatait jegyeztem fel kezelésenként egy Excel táblázatba. A növény magasságok és a növények nedves tömegének tekintetében a különböző koncentrációkhoz tartozó adatok átlagát tekintettük a kísérlet végeredményének.

## 4. Eredmények és értékelésük

### 4.1. A Petri-csészés kísérlet eredményei

#### 4.1.1. A növényi kivonatok csírázásra gyakorolt hatása

A Petri-csészés kísérlet során ellenőriztem a magok csírázását is annak érdekében, hogy nyomon követhessem a növényi kivonatok csírázásra gyakorolt hatását is. A kísérlet végére a kontroll minták csírázása - ahogy az a 2. táblázatban is látható - elérte 95,5%-ot, ezért alkalmasnak tekintettük arra, hogy megbízható viszonyítási alapként szolgáljon a kiértékeléshez. Ezen felül az *Ambrosia artemisiifolia* és a *Cirsium arvense* növényi kivonataival kezelt növények csírázását is feljegyeztük, amit szintén a 2. táblázat mutat be:

**2. táblázat:** A Petri-csészés kísérlet csírázási eredményei

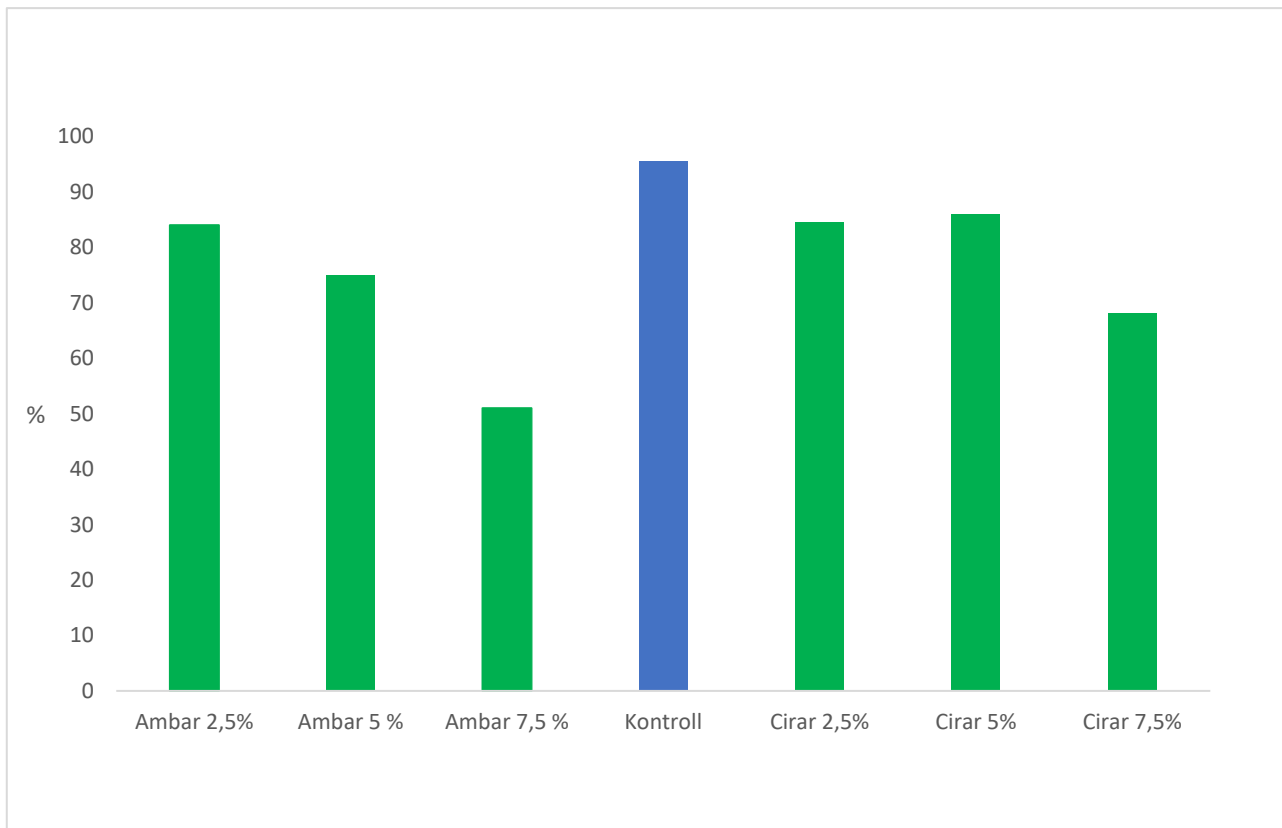
(Forrás: saját munka)

Kezelés	Csírázott (db)	Nem csírázott (db)	Csírázási %
<b>Kontroll</b>	191	9	<b>95,5</b>
AMBAR 2,5%	168	32	84
AMBAR 5%	150	50	75
AMBAR 7,5%	102	98	51
CIRAR 2,5%	169	31	84,5
CIRAR 5%	172	28	86
CIRAR 7,5%	136	64	68

A táblázatban közölt adatokból megállapítható, hogy az ürömlévelű parlagfű és a mezei acat növényi kivonatai a koncentrációk emelkedésével szignifikánsan ( $p < 0,001$ ) csökkentették a kezelt növények csírázását a kontrollhoz képest. Az *Ambrosia artemisiifolia* 2,5%-os és a *Cirsium arvense* 2,5 és 5%-os koncentrációi esetében egy kismértékű, nagyságrendileg 15%-os csírázásgátló hatás volt megfigyelhető. A magasabb koncentrációk esetében azonban már jelentős mértékben csökken a zab növények csírázása mindkét gyomnövény esetében. Az ürömlévelű parlagfű 5%-os koncentrációja 25%-os csírázásgátló hatást fejtett ki, míg a 7,5%-os koncentrációban közel 50%-ot. A mezei acat legmagasabb koncentrációja pedig csaknem 30%-os csírázásgátlást fejtett ki, ami szintén jelentősnek mondható. Összegezve az eredményeket megállapítható, hogy a mindkét gyomnövény alacsonyabb koncentrációi esetében egy alacsony mértékű, nagyságrendileg 15%-os csírázásgátlás volt megfigyelhető,

melyeket a 7. ábra is szemléltet. Mindkét gyomnövény legmagasabb koncentrációi esetében pedig már jelentős csírázásgátló hatás volt megfigyelhető.

**7. ábra:** A csírázási százalékok alakulása a kezelések hatására  
(Forrás: saját munka)



#### 4.1.2. A növényi kivonatok kezdeti fejlődésre gyakorolt hatása

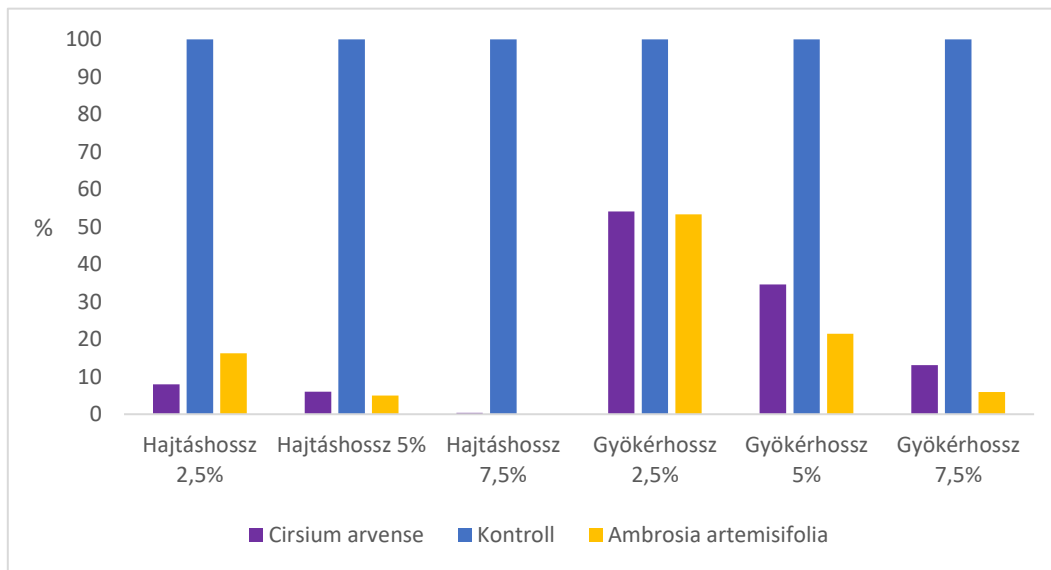
A Petri-csészés kísérlet végén lemértük a kontroll és a növényi kivonatokkal kezelt növények hajtás- és gyökérhosszát, majd az így kapott mérési adathalmazokat varianciaanalízis (ANOVA teszt) segítségével összevetettük. A teszt során megállapítottuk, hogy a kontroll és a kezelt növények mérési adatai, valamint az növényi kivonatok koncentrációi között is jelentős, statisztikailag igazolt a különbség ( $p < 0,001$ ). Ennek tudatában a kontroll és kezelt növények hajtás- és gyökérhosszúságainak átlagát véve értékeltem a kísérletemet, amely adatokat a 3. táblázatban összesítettem:

**3. táblázat:** A Petri-csészés kísérletben a csoportok hajtás- és gyökérhosszúságának átlagai  
(Forrás: saját munka)

Kezelés	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>		Kezelés	<i>Cirsium arvense</i>	
	Hajtáshossz (mm)	Gyökérhossz (mm)		Hajtáshossz (mm)	Gyökérhossz (mm)
Kontroll	48,5	86,9	Kontroll	48,5	86,9
AMBAR 2,5%	7,9	46,4	CIRAR 2,5%	3,9	47,0
AMBAR 5%	2,4	18,6	CIRAR 5%	2,9	30,1
AMBAR 7,5%	0,0	5,2	CIRAR 7,5%	0,2	11,4

A 3. táblázatban szereplő adatok elemzése alapján megállapítottam, hogy a *Cirsium arvense* és az *Ambrosia artemisiifolia* vizes növényi kivonatai minden esetben nagymértékben csökkentették az *Avena sativa* növények hajtás- és gyökérhosszúságát a kontroll növényekhez viszonyítva. A gyökérhosszúságok tekintetében már mindkét gyomnövény 2,5%-os növényi kivonatai is közel 50%-os növekedésgátlást fejtettek ki a kezelt növények esetében, amely a 8. ábrán is jól kirajzolódik. A magasabb koncentrációk esetében viszont az ürömlevelű parlagfű bizonyult hatékonyabbnak, mivel a növény 5 és 7,5%-os vizes kivonataival kezelt zab egyedek kisebb gyökérnövekedést produkáltak, mint a mezei acat kivonataival kezelt zab növények azonos koncentrációban a kontrollhoz viszonyítva. A gyomnövények legtöményebb, 7,5%-os koncentrációja már egy nagyon erős gátló hatást fejtett ki a zab növényekre. A parlagfű legmagasabb koncentrációja 94%-os, míg az acat 87%-os gyökérnövekedés-visszaesést eredményezett. Továbbá a gyökérhosszúság tekintetében a gyomnövények saját, eltérő koncentrációi között is nagymértékű szignifikancia mutatkozott ( $p < 0,001$ ), ami arra enged következtetni, hogy a koncentrációk töménységének emelkedése nagyban javítja az allelopatikus hatás kifejeződését, amely jelen esetben a gyökérhosszúság csökkenésében nyilvánult meg. Hajtáshosszúságok tekintetében még erőteljesebb gátló hatás rajzolódott ki, amit a 8. ábra is jól szemléltet. Már a 2,5%-os koncentráció esetében is a parlagfűnél 84%-os az acatnál pedig 92%-os hajtásnövekedés-gátlás volt tapasztalható. Az 5%-os koncentrációnál pedig mindkét gyomnövény esetében közel 95%-os hajtáshosszúság-visszaesést okoztak a növényi kivonatok. A legmagasabb koncentrációban mindkét gyomnövény növényi kivonatai teljesen gátolták a kezelt növények hajtásnövekedését. Mivel az *Ambrosia artemisiifolia* esetében a növényi kivonatok különböző koncentrációi között közepes mértékű szignifikancia ( $p < 0,01$ ) volt megfigyelhető, ezért valószínűsíthető, hogy a hajtásnövekedés csökkenése is nagymértékben függ az adott növényi kivonat erősségétől.

**8. ábra:** A hajtás- és gyökérhosszok átlagának alakulása százalékban kifejezve  
(Forrás: saját munka)



## 4.2. A tenyészedényes kísérlet eredményei

### 4.2.1. A növényi maradványok csírázásra gyakorolt hatása

A tenyészedényes kísérlet során szintén végig követtük a zab növények csírázását a csíráztatókamrában töltött 28 napon keresztül. A kísérlet végére a 16 kontroll magból 2 mag nem csírázott ki, így a csírázási százalék 87,5% lett így ehhez az értékhez viszonyítva értékeltem ki a különböző kezelésekhez tartozó növények csírázását. A tenyészedényes kísérlet csírázási adatait a 4. táblázatban összesítettem:

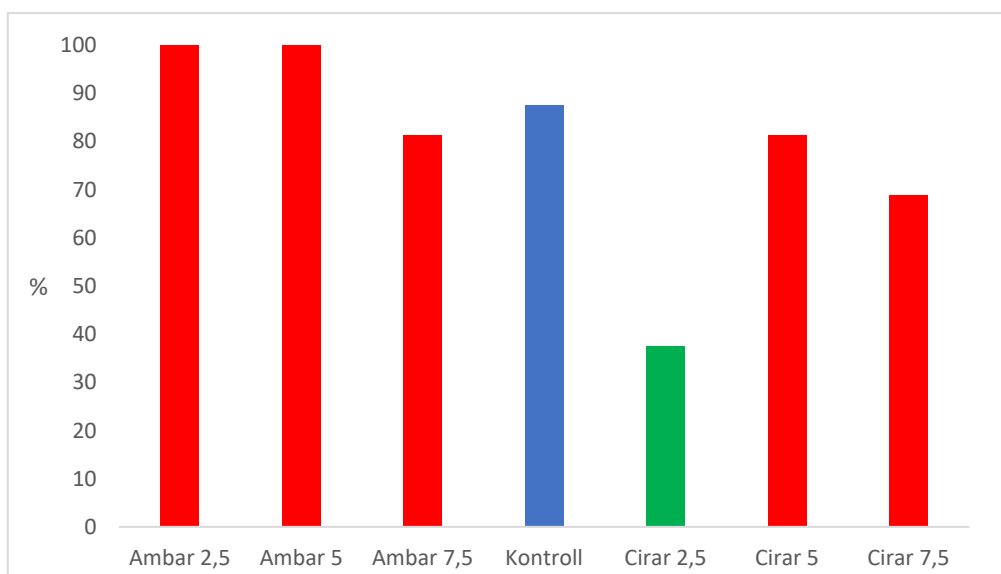
#### 4. táblázat: A tenyészedényes kísérlet csírázási eredményei

(Forrás: saját munka)

Kezelés	Csírázott (db)	Nem csírázott (db)	Csírázási %
Kontroll	14	2	87,5
AMBAR 2,5%	16	0	100
AMBAR 5%	16	0	100
AMBAR 7,5%	13	3	81,2
CIRAR 2,5%	6	10	37,5
CIRAR 5%	13	3	81,2
CIRAR 7,5%	11	5	68,7

A 4. táblázatban szereplő adatokat Fisher-féle egzakt tesztnek vetettük alá, mely során megállapításra került, hogy csak a *Cirsium arvense* 2,5%-os koncentrációja esetében mutatkozott szignifikáns eltérés a kontrollhoz képest ( $p < 0,01$ ), amit a 9. ábra zöld színű oszlopa szemléltet. A 2,5%-ban talajba kevert mezei acat növényi részei 37,5%-os csírázást eredményezett a zab növények esetében, ami egy erős gátló hatásnak tekinthető. Habár a többi koncentráció esetében nem mutatkozott szignifikáns eltérés a kontroll növények csírázásához viszonyítva, annak ellenére elmondható, hogy az ürömlevelű parlagfű 2,5 és 5%-ban talajba kevert növényi részei serkentő hatást fejtettek ki a zab növények csírázására. Ezzel ellentétesen a növény legmagasabb koncentrációja kismértékű gátlást indukált a növények csírázásban a kontrollhoz képest. A mezei acat ezzel szemben minden koncentrációjában gátolta a zab növények csírázását. Az 5 és 7,5%-os koncentráció esetében, ahol nem mutatkozott szignifikáns eltérés, ott az 5%-os koncentráció kismértékben gátolt, míg a 7,5% koncentráció hatása 68,7%-os csírázást eredményezett, ami a kontrollhoz viszonyítva szintén kismértékű gátlásnak tudható be. Ahol nem mutatkozott szignifikáns különbség a kontroll növények és a kezelések csírázása között azt a 9. ábra piros oszlopai jelölik. Összegezve az eredményeket elmondható, hogy a *Cirsium arvense* talajba kevert növényi részei minden esetben gátló hatást fejtettek ki a csírázásra, míg az *Ambrosia artemisiifolia* talajba kevert növényi részei alacsony és közepes koncentrációban serkentőleg hatottak, a legmagasabb koncentrációban pedig elhanyagolható mértékben gátolták a zab növények csírázását.

**9. ábra:** A talajba kevert növényi maradványok hatása a csírázási százalékra  
(Forrás: saját munka)

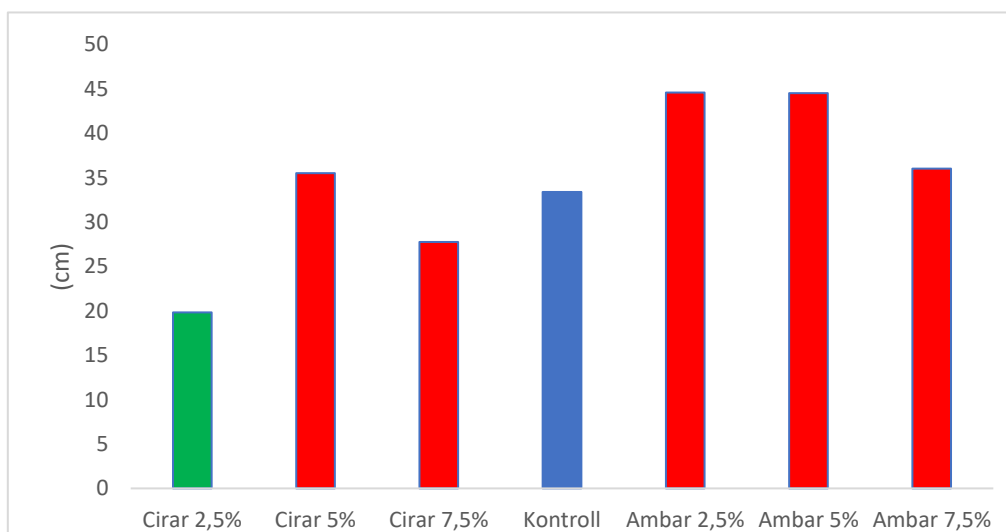


#### 4.2.2. A növényi maradványok hatása a hajtáshosszúságra

A tenyészedényes kísérlet végén a zab növényeken méréseket végeztünk, hogy az *Ambrosia artemisiifolia* és a *Cirsium arvense* talajba kevert növényi anyagainak kezdeti fejlődésre gyakorolt hatásait megfigyelhessük. Ennek érdekében lemértük a kísérletben szereplő zab növények föld feletti hajtásainak hosszúságát centiméteres pontossággal. Kezelésenként 16 növény hajtáshosszúságának az adatait jegyeztük fel Excel táblázatba, mely adatokat ANOVA teszt segítségével vetettünk össze. A varianciaanalízis elvégzése után csak a mezei acat 2,5%-os koncentrációjának adataiban mutatkozott statisztikailag bizonyítható különbség a kontroll növények adataihoz képest ( $p < 0,05$ ), amit a 10. ábra zöld színű oszlopa jelöl. A többi koncentráció esetében nem mutatkozott szignifikáns eltérés a kontrollhoz viszonyítva, amit a 10. ábra piros oszlopai mutatnak. A szignifikancia hiányának ellenére viszont elmondható, hogy az *Ambrosia artemisiifolia* növényi maradványai 2,5 és 5%-os koncentrációban nagymértékben serkentették a zab növények hajtásnövekedését, míg a növény 7,5%-os koncentrációja estében minimális, 7,7%-os hajtásnövekedés volt megfigyelhető a kontroll növényekhez képest. A *Cirsium arvense* esetében viszont a 7,5%-os koncentráció kismértékben, 17%-kal csökkentette a hajtáshosszúságokat, míg a 2,5%-os koncentráció szignifikánsan, 40%-kal kisebb hajtásnövekedést eredményezett a zab növényeken a kontrollhoz képest ( $p < 0,05$ ). A növény 5%-os koncentrációja pedig elhanyagolható mértékű, 6,2% serkentő hatást produkált.

**10. ábra:** A talajba kevert növényi maradványok hatása a hajtáshosszúságra

(Forrás: saját munka)



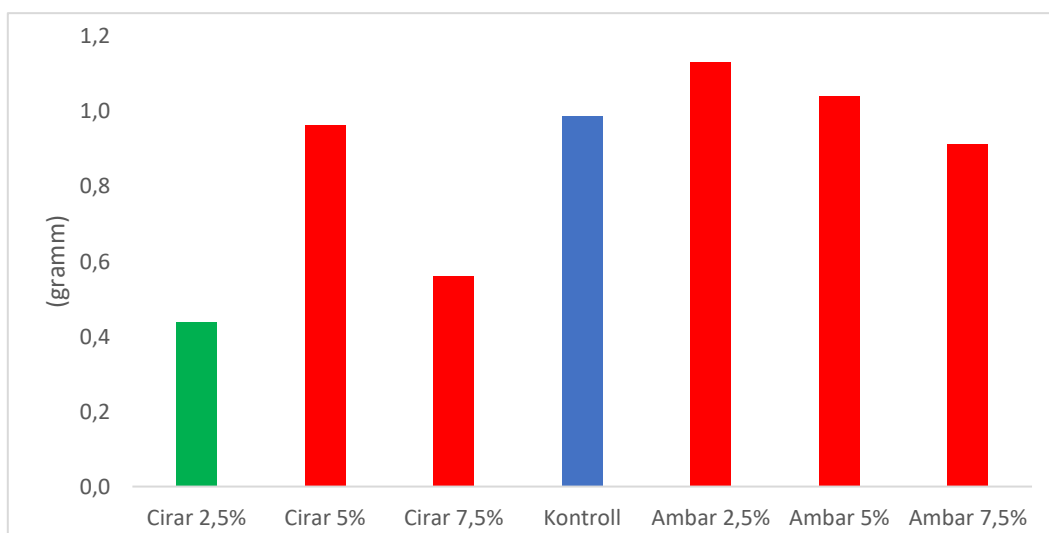
Összegezve az eredményeket, a statisztikailag nem igazolható különbség ellenére elmondható, hogy a parlagfű talajba kevert növényi részei inkább serkentették, a mezei acat növényi törmelékei meg inkább gátolták vagy közel semleges befolyásolták a zab növények hajtásnövekedését.

#### 4.2.3. A növényi maradványok hatása a nedvestömegre

A zab növények föld feletti hajtásainak lemérése után megmértük a levágott zöld részek nedves tömegét is tized grammos pontossággal, ezáltal kezelésenként szintén 16 mérési adatot kaptunk, amelyek átlaga lett a kezelés végeredménye. Az adatok ANOVA teszttel történő összehasonlítása során szintén csak a *Cirsium arvense* 2,5%-os koncentrációja mutatott szignifikáns különbséget a kontrollhoz képest ( $p < 0,05$ ) - amit a 11. ábra zöld oszlopa mutat - a többi kezelés nem, amit a pedig a 11. ábra piros oszlopai jelölnek. Összességében elmondható, hogy amíg a parlagfű 2,5%-os koncentrációja növelte a nedves tömeget, addig mindkét növény 5%-os koncentrációja nem okozott változást a növények nedves tömegében. Az *Ambrosia artemisiifolia* 7,5%-os koncentrációja viszont kismértékben, 7,7%-kal csökkentette a zab növények nedves tömegét. Nagyobb nedvestömeg-csökkenést okoztak a mezei acat 7,5 és 2,5%-os koncentrációi, melyek a talajba kevert növényi részek hatására 7,5%-os koncentráció esetében 0,6 grammos, 2,5%-os koncentráció esetében 0,4 grammos nedves tömeget produkáltak a kontroll növények 1 grammos átlagos tömegéhez képest. A kezelések nedves tömegének átlagai a 11. ábrán láthatók.

**11. ábra:** A talajba kevert növényi maradványok hatása a nedves tömegre

(Forrás: saját munka)



## 5. Következtetések és javaslatok

Az allelopátia területén még számos kultúr- és gyomnövény allelopátiás potenciálja tisztázatlan, vagy nem teljes mértékben feltérképezett. Még a viszonylag gyakran kutatott gyomnövények is okozhatnak olykor váratlan, a megszokottól eltérő eredményeket, amelyek hasznosak lehetnek a növényvédelem számára. Éppen ez okból vizsgáltam kísérletem során az *Ambrosia artemisiifolia* és a *Cirsium arvense* gyomnövények allelopatikus hatását, amely növényekről már sok kutatás bizonyította, hogy allelopatikus hatásuk jelentős. Vizsgálataim során laboratóriumi és tenyésztedényes kísérletek segítségével próbáltam ezeknek a mezőgazdasági termelés szempontjából kimondottan káros növények allelopatikus hatásait megfigyelni a zabon, mint kultúrnövényen. E két gyom hazai jelentőségét mi sem bizonyítja jobban, hogy a Hatodik Országos Szántóföldi Gyomfelvételezésen az ürömlevelű parlagfű az első, míg a mezei acat a kilencedik helyet foglalta a legjelentősebb szántóföldi gyomfajok dominancia sorrendjében (Novák et al., 2020). Mindezek mellett még a kultúrnövény szempontjából is jelentős gyomfajokról beszélhetünk. A *Cirsium arvense* gabonafélék egyik legkellemetlenebb évelő kétszikű gyomfajának számít, amely folyamatosan problémát okoz a kalászos kultúráinkban. Az *Ambrosia artemisiifolia* pedig a zab szempontjából a tavaszi vetés miatt kellemetlen kompetítora lehet a kultúrnövényünknek. Az előbb említett indokok miatt is érdemes a két gyomnövény allelopatikus hatását minél több kultúrnövényen feltérképezni és következtetéseket levonni.

### 5.1. Petri-csészés kísérlet

Hunyadi és munkatársai (2011) szerint egy szabályozott környezetben lezajló Petri-csészés kísérlet során könnyebben kirajzolódnak egy adott növény allelopatikus hatásai, mivel az abiotikus és biotikus környezeti tényezők együttes kedvezőtlen hatásai nem palástolják az allelopatikus vegyületek hatását. Kísérletem során is jelentősen megmutatkozott a két gyomnövény allelopatikus hatása a Petri-csészés kísérlet alatt. A zab növények csírázása során a mezei acat 2,5 és 5%-os koncentrációjában és a parlagfű 2,5%-os koncentrációjában egy alacsony szintű, 15%-os csírázásgátlás volt megfigyelhető, amely nem tekinthető erős csírázásgátló hatásnak. A magasabb koncentrációk esetében már adódott számottevő gátló hatás, ami az acat esetében 30%-os volt, de a parlagfűnél megközelítette az 50%-ot is. Mindezek tudatában arra a következtetésre jutottam, hogy a két gyomnövény erős

csírázásgátló potenciállal rendelkezik. A hajtás- és gyökérhosszúságok esetében mindkét gyomnövény különböző koncentrációjú kezelései nagymértékű gátló hatást fejtettek ki a zab növények növekedésére. Már a teszt növények gyökérnövekedését az ürömlevelű parlagfű és a mezei acat 2,5%-os koncentrációjú vizes oldatai is jelentősen, közel 50%-kal csökkentették. Továbbá elmondható az is, hogy mindkét növény esetében a koncentrációk emelkedésével a gyökér- és hajtáshosszúságok egyenesen arányosan csökkentek. Emellett az egyes gyomnövények saját koncentrációi között is számottevő volt a statisztikailag is bizonyítható különbség. Ezek tudatában arra lehet következtetni, hogy az allelopatikus hatás erősségét befolyásolja a kijutatott allelokemikáliák mennyisége is, amit számos kutatás igazolt, köztük Mucciarrelli és munkatársai (2001) kísérlete is. Habár a Petri-csészés kísérletben szereplő mindkét gyomnövény jelentősen csökkentette a hajtás- és gyökérhosszokat, mégis azt lehet mondani, hogy az *Ambrosia artemisiifolia* vizes oldatai erősebb gátló hatást fejtettek ki, mint a *Cirsium arvense* különböző koncentrációi a zab esetében. Számos kutatásban is hasonló eredményekre jutottak, amelyek parlagfű allelopatikus hatását vizsgálták. Ugyanis sokan leírták már - köztük Liu és munkatársai (2022) is - hogy bizonyos allelopatikus vegyületei a gyomnövénynek nagyon erős gátló hatást képesek kifejteni a kezdeti fejlődésre.

## 5.2. Tenyészedényes kísérlet

A tenyészedényes kísérletek esetén - bár a legtöbb környezeti tényező szabályozott - mégis ahogy azt Scavo és munkatársai (2018) leírták, már önmagában a talaj fizikai és kémiai tulajdonságai és a bennük élő mikroorganizmusok élettevékenységei is nagyban befolyásolhatják az allelopatikus hatás kifejeződését. Kísérletem során utóbbinak nagy jelentősége volt, hiszen az aprított növényi részek lebomlása során kellett bekövetkeznie az allelopatikus hatásoknak. Részben emiatt is talán, de a kísérlet során a kontroll zab növények és a kezelt teszt növények között csak a *Cirsium arvense* 2,5%-os koncentrációja mutatott szignifikáns különbséget csírázás, hajtáshossz- és nedves tömeg tekintetében egyaránt. A kevés statisztikailag is igazolható különbség miatt így nehéz volt reális következtetéseket levonni. Viszont a különböző mérések adatait áttekintve megállapítást nyert, hogy az *Ambrosia artemisiifolia* talajba kevert növényi részei inkább serkentették a zab növények fejlődését az összes mérési paraméterben, mintsem gátolták azt. Ezzel szemben a *Cirsium arvense* talajba kevert növényi maradványai a koncentrációk mérési adatait áttekintve inkább

gátlólag vagy semlegesen hatottak a zab növények csírázására, hajtáshosszára és nedves tömegére. Bár ez statisztikailag a kísérletemben ez nem értékelhető elfogadhatón, a kapott eredmény mégis hasonlóságot mutat Wilson (1981) kísérletével, ahol is a mezei acat talajba kevert növényi részei jelentős gátlást okoztak számos kultúrnövényen és hatásuk 60 napig fennállt. Mivel az adatokból a *Cirsium arvense* gátló hatása mutatkozott meg a tenyészedényes kísérletben a szignifikancia hiányának ellenére, talán, ha a vizsgálat ideje 28 napnál tovább tart, szignifikáns eltéréseket figyelhattünk volna meg a kezelések között, mivel Wilson (1981) kísérletében 60 napig is fennállt a mezei acat allelopátiás hatása.

Összegezve tehát, az egyes gyomnövények allelopatikus hatásának feltérképezése nehéz feladat. A laboratóriumi Petri-csészés és a tenyészedényes kísérletek jó alapot nyújtanak az allelopatikus tulajdonságok és hatások megfigyelésére egy-egy gyomnövény esetében. A Petri csészés kísérletem során jól kirajzolódott a mezei acat és az ürömlevelű parlagfű allelopátiás potenciálja, viszont a tenyészedényes kísérletben már az eredmények nem mutattak elégséges igazolt különbséget ahhoz, hogy megbízható következtetések vonjunk le. Ehhez a talaj és az abban lévő mikroorganizmusok tevékenysége, mint befolyásoló tényező is hozzájárulhatott, vagy a kísérlet időtartamának rövidegsége miatt nem alakulhatott ki statisztikailag bizonyítható különbség az eredményekben.

## 6. Összefoglalás

Az allelopatikus tulajdonsággal rendelkező gyom- és kultúrnövények kutatása és azok megértése a modern mezőgazdáság és növényvédelem területén rengeteg lehetőséget rejt magában. Az allelopatiás potenciállal rendelkező növények kutatása során szerzett tapasztalatink és ismeretanyagaink nagyban hozzájárulhatnak egy okszerűbb és fenntarthatóbb növényvédelmi rendszer kialakításához. Az allelopátiával kapcsolatos kísérleteknek köszönhetően új, gyomirtó hatással bíró vegyületeket fedezhetünk fel, okszerűbb vetésciklust alakíthatunk ki, mellyel jobban szabályozhatjuk a szántóföldi területeink gyomflóráját. Lehetőségünk nyílik allelopatikus hatású kultúrnövények nemesítésére, melyek jobban tolerálják a gyomok által nyújtott kompetíciót. Tehát a kultúr- és gyomnövények allelopátiájának vizsgálata hozzájárul egy eredményesebb és fenntarthatóbb gyomszabályozás megvalósításához. Ezek a lehetőségek inspiráltak abban, hogy én is egy allelopátiával kapcsolatos kísérletet válasszak diplomadolgozatom témájának. Kísérletem során két igazán jelentős gyomnövény, az *Ambrosia artemisiifolia* és a *Cirsium arvense* allelopatikus hatását vizsgáltam *Avena sativa*-n, mint kultúrnövényen, laboratóriumi Petri-csészés és tenyészedényes kísérleteben. Vizsgálataim során arra kerestem a választ, hogy a fentebb említett gyomnövények növényi kivonatai vagy talajba kevert növényi részei okoznak-e valamilyen negatív hatást a zab növények csírázásában és kezdeti fejlődésében. A kísérletek folyamán megállapítottam, hogy a Petri-csészés vizsgálat során az ürömlevelű parlagfű és a mezei acat növényi kivonatai erős csírázásgátló hatást produkáltak és a teszt növények hajtás- és gyökérhosszúságát jelentősen csökkentették, amely során jól kirajzolódott a növények allelopatikus potenciálja. A tenyészedényes kísérlet esetén viszont a kezelések koncentrációi - a mezei acat 2,5%-os koncentrációját kivéve - nem produkáltak statisztikailag igazolt különbségeket a kontroll növényekhez képest a mérések során. A szignifikáns eredmények hiányához hozzájárulhatott maga a talaj és a benne élő mikroorganizmusok élettevékenységei, vagy a kísérlet rövid időtartama egyaránt. A kísérletem során megállapítottam, hogy a két jelentős gyomnövény meghatározó allelopatikus tulajdonságokkal rendelkezik, viszont az is egyértelműen kibontakozott, hogy az allelopátiás hatásokat rendkívül sok tényező befolyásolhatja, így a vizsgált növények allelopátiás képességének a megítélése nehéz. További kísérletek elvégzése szükséges az

adott témával kapcsolatban, hogy a gyomnövények allelopátiájának gyakorlati felhasználhatóságára fény derüljön.

## **Köszönetnyilvánítás**

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Dr. Szabó Ritának a diplomadolgozatom elkészítése során nyújtott szakmai támogatásért, a kísérletek során nyújtott rengeteg segítségért, és az eredmények értékelése során nyújtott segítségért. Köszönettel tartozom Major László egyetemi tanársegédnek is az eredmények statisztikai elemzésében végzett nélkülözhetetlen munkájáért és a kísérletek lebonyolítása során végzett segítségéért.

## 7. Irodalomjegyzék

- Ambika, S. R. (2012): Multifaceted attributes of allelochemicals and mechanism of allelopathy. In *Allelopathy: Current trends and future applications*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. 389-405.
- Antal, J. (2005): *Növénytermesztéstan 1*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Bachheti, A., Sharma, A., Bachheti, R. K., Husen, A., Pandey, D. P. (2019): Plant allelochemicals and their various applications. In *Co-evolution of secondary metabolites*. Springer, Cham. 1-25.
- Bauer, A., Young, R. A., Ozbun, J. L. (1965): Effects of Moisture and Fertilizer on Yields of Spring Wheat and Barley 1. *Agronomy Journal*, 57(4), 354-356.
- Béres, I., Lehoczky, É., Nádasy, E. I. (2003): Allelopathy of some important perennial weeds.
- Bleasdale, J. K. A. (1960): *Studies on plant competition. The Biology of Weeds*. Oxford: Blackwell Scientific Public. 133–142.
- Bocz, E. (1998): *Szántóföldi növénytermesztés*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Brückner, D. J. (1998): A parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) allelopátiás hatása a kultúrnövények csírázására. *Növénytermelés*, 47(6), 635-644.
- Brückner, D. J., Szabó, L. G. (2001): Az allelopátia modern értelmezése. *Kitaibelia*, 4, 93-106.
- Caamal-Maldonado, J. A., Jiménez-Osornio, J. J., Torres-Barragán, A., Anaya, A. L. (2001): The use of allelopathic legume cover and mulch species for weed control in cropping systems. *Agronomy journal*, 93(1), 27-36.
- Carraro-Lemes, C. F., Scheffer-Basso, S. M., Deuner, C. C., Berghahn, S. C. T. (2019): Analysis of genotypic variability in *Avena* spp. regarding allelopathic potentiality. *Planta Daninha*, 37, e019191107.
- Chauvel, B., Dessaint, F., Cardinal-Legrand, C., Bretagnolle, F. (2006): The historical spread of *Ambrosia artemisiifolia* L. in France from herbarium records. *Journal of Biogeography*, 33(4), 665-673.

- Cheng, F., Cheng, Z. (2015): Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. *Frontiers in plant science*, 6, 1020.
- Chu, C., Mortimer, P. E., Wang, H., Wang, Y., Liu, X., Yu, S. (2014): Allelopathic effects of Eucalyptus on native and introduced tree species. *Forest Ecology and Management*, 323, 79-84.
- Clements, F. E. (1929): Experimental methods in adaptation and morphogeny. *Journal of Ecology*.
- Csiszár Á. (2007): Növényi kölcsönhatások – Az allelopátia. *Erdészeti Lapok*, 2007/04. 140-141.
- De Bertoldi, C., De Leo, M., Braca, A., Ercoli, L. (2009): Bioassay-guided isolation of allelochemicals from *Avena sativa* L.: allelopathic potential of flavone C-glycosides. *Chemoecology*, 19(3), 169-176.
- Donald, C. M. (1961): *Competition for light in crops and pastures*. London: In *Symp. Soc. Exp. Biol.*
- Donald, C. M. (1963): *Competition among crop and pasture plants*. *Advances in agron.* 15, 1-118. Amsterdam: Elsevier
- Farooq, M., Jabran, K., Cheema, Z. A., Wahid, A., Siddique, K. H. (2011): The role of allelopathy in agricultural pest management. *Pest management science*, 67(5), 493-506.
- Fay, P. K., Duke, W. B. (1977): An assessment of allelopathic potential in *Avena* germ plasm. *Weed science*, 25(3), 224-228.
- Gniazdowska, A., Bogatek, R. (2005): Allelopathic interactions between plants. Multi site action of allelochemicals. *Acta Physiologiae Plantarum*, 27(3), 395-407.
- Grümmer, G. (1955): *Die gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen* Gustav Fischer Verlag, Jena. Allelopathie.
- Hao, W. Y., Ren, L. X., Ran, W., Shen, Q. R. (2010): Allelopathic effects of root exudates from watermelon and rice plants on *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*. *Plant and Soil*, 336(1), 485-497.

- Harper, J. L. (1977): Population biology of Plants. Academic Press, New York.
- Hsiao, A. I., McIntyre, G. I. (1984): Evidence of competition for water as a factor in the mechanism of root-bud inhibition in milkweed (*Asclepias syriaca*). *Canadian journal of botany*, 62(2), 379-384.
- Hunyadi K. (1988): *Szántóföldi gyomnövények és biológiájuk*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 341-380.
- Hunyadi, K., Béres, I., Kazinczi G. (2011): *Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- IAS NEWSLETTER: (1999): Allelopathy. Is this the definition we want? International Allelopathy Society.
- Kato-Noguchi, H., Kosemura, S., Yamamura, S., Mizutani, J., Hasegawa, K. (1994): Allelopathy of oats. I. Assessment of allelopathic potential of extract of oat shoots and identification of an allelochemical. *Journal of chemical ecology*, 20(2), 309-314.
- Kazinczi, G., Béres, I., Onofri, A., Nádasy, E., Takács, A., Horváth, J., Torma, M. (2008): Allelopathic effects of plant extracts on common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.). *Journal of Plant Diseases and Plant Protection*, 21, 335-340.
- Kazinczi, G., Pál-Fám, F., Naszer, H., Lukács, H. (2013). Inváziós növények Magyarországon. *Acta Scientiarum Socialium*, (39), 113-120.
- Khalid, S., Ahmad, T., Shad, R. A. (2002). Use of allelopathy in agriculture. *Asian Journal of Plant Sciences*, 1(3), 292-297.
- Knolmayer, B., Jócsák, I., Taller, J., Keszthelyi, S. és Kazinczi, G. (2024): Közönséges parlagfű – *Ambrosia artemisiifolia* L.: áttekintés, különös tekintettel a biológia és ökológia legújabb eredményeire. *Agronómia*, 14 (3), 497.
- Liu, Z., Zhang, N., Ma, X., Zhang, T., Li, X., Tian, G., An, T. (2022): Sesquiterpenes from *Ambrosia artemisiifolia* and their allelopathy. *Frontiers in Plant Science*, 13, 996498.
- Lovett, J., Ryuntyu, M. Rizvi, S. J. Rizvi, V. (1992): *Allelopathy: Broadening the context. In: Allelopathy. Basic and applied aspects*: London, Chapman and Hall, 11–19.

Molisch, H. (1937): Der Einfluß einer Pflanze auf die andere Allelopathie. Gustav Fischer Verlag, Jena, 106 pp.

Mucciarelli, M., Gallino, M., Maffei, M., Scannerini, S. (2000): Effects of 3, 4-dihydroxybenzoic acid on tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) cultured in vitro. Growth regulation in callus and organ cultures. *Plant Biosystems*, 134(2), 185-192.

Novák, R., Magyar, M., Simon, G., Kadaravek, B., Guttyán, A., Blazsek, K., Erdélyi, K., Farkas, G., Gyulai, B., Hornyák, A., Kovács, A., Nagy, L., Nagy, M., Obert, N., Szabó, O., Vajda, F., Zsolnai, G., Antal, A., Vajda, É., Doma, Cs., Kovács, M., Szabó, A., Tóth, F., Tóth, G. I., Bulla, K., Ughy, P., Vas, L., Vincze, K., Balogh, Z., Ördögh, H., Bakos, K., Benedeczki, B., Dávid, I., Dóber, J., Fári, Z., Gracza, L., Partosfalvi, P., Szabó, L., Talabér, C., Almási, A., Dobszai-Tóth, V., Hreskó, S., Major, E., Szőke, L., Takács, A., Tóth, L., Zalai, M., Bese, G., Hódi, L., Kiss, E., Papp, Z., Pinke, Gy., Kovács, G., Duba, P., Jakab, T., Béres, I., Burghardt, N., Kazinczi, G., Ihárosi, E., Pásztor, Gy., Takács, Á., Dancza, I. (2020): A Hatodik Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés előzetes eredményei, Siófok, 2020. március 12.

Oueslati, O., Ben-Hammouda, M., Ghorbal, M. H., Guezzah, M., Kremer, R. J. (2005): Barley autotoxicity as influenced by varietal and seasonal variation. *Journal of agronomy and crop science*, 191(4), 249-254.

Rademacher, B. (1959): Gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen. In: Ruhland, W. (ed.): *Handbuch der Pflanzenphysiologie*. Band 11. Springer, Berlin. pp.: 655-706.

Ravlić, M., Baličević, R., Knežević, M., & Ravlić, J. (2013): Allelopathic effect of creeping thistle (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) on germination and early growth of winter wheat and winter barley.

Reigosa, M. J., Pedrol, N. (2002): *Allelopathy from molecules to ecosystems*. Scientific Publishers Inc., Enfield, NH.

Rice, E. L. (1974): *Allelopathy*. New York: Academic Press.

Rice, E. L. (1984): *Allelopathy*. Orlando: Academic Press.

- Rice, C. P., Cai, G., Teasdale, J. R. (2012): Concentrations and allelopathic effects of benzoxazinoid compounds in soil treated with rye (*Secale cereale*) cover crop. *J Agric Food Chem.* 60:4471–4479.
- Sakai, K. I. (1961): Competitive ability in plants: its inheritance and some related problems. In *Symp. Soc. Exp. Biol* (Vol. 15, 245-263).
- Scavo, A., Restuccia, A., Mauromicale, G. (2018): Allelopathy: principles and basic aspects for agroecosystem control. In *Sustainable agriculture reviews 28: ecology for agriculture*. Cham: Springer International Publishing. 47-101.
- Schulz, M., Marocco, A., Tabaglio, V., Macias, F. A., Molinillo, J. M. (2013): Benzoxazinoids in rye allelopathy—from discovery to application in sustainable weed control and organic farming. *J. Chem. Ecol.* 39, 154–174. doi: 10.1007/s10886-013-0235-x.
- Solymosi, P. Gimesi, A. (1993): Gyomirtó hatású növényi kivonatok előállításának és alkalmazásának módszertana. *Növényvédelem* 29 (8): 377-380.
- Stachon, W. J., Zimdahl, R. L. (1980): Allelopathic activity of Canada thistle (*Cirsium arvense*) in Colorado. *Weed Science*, 28(1), 83-86.
- Szabó, L. Gy. (1994): *Fitokémiai analógiák ökológiai vonatkozásai*. *Gyógyszerészet* 38. 567–571.
- Vidotto, F., Tesio, F., Ferrero, A. (2013): Allelopathic effects of *Ambrosia artemisiifolia* L. in the invasive process. *Crop Protection*, 54, 161-167.
- Watkinson, A. R. (1998): The role of the soil community in plant population dynamics: allelopathy a key component. Reply from A.R. Watkinson. *Trends. Ecol. Evol.* 13 (10): 407.
- Willis, R. J. (1996): The history of allelopathy 1. The first phase. The era of A. P. deCandolle. *Allelopathy J.* 3 (2): 165-184.
- Wilson, R. G. (1981): Effect of Canada thistle (*Cirsium arvense*) residue on growth of some crops. *Weed Science*, 29(2), 159-164.
- Yu, J. Q. (1999): Allelopathic suppression of *Pseudomonas solanacearum* infection of tomato (*Lycopersicon esculentum*) in a tomato-chinese chive (*Allium tuberosum*) intercropping system. *J. Chem. Ecol.* 25 (11), 2409-2417.

Internetes források:

INTERNET 1: <https://martongenetics.com/termek/mv-pehely/> (2025. 09.30.)

### **Ábrák és táblázatok jegyzéke:**

#### **Ábrák:**

- 1. ábra:** Az allelopatikus vegyületek kijutási módjai a növényekből / 11. o.
- 2. ábra:** A mezei acat termése, csíranövénye, szaporítógyökere és a kifejlett növény / 18. o.
- 3. ábra:** Az ürömlevelű parlagfű vizes oldatainak hatása a kezdeti fejlődésre / 22. o.
- 4. ábra:** A növényi részek feldolgozása a kísérlethez / 23. o.
- 5. ábra:** Tenyészedények a csíráztatókamrában / 24. o.
- 6. ábra:** Egy zab növény nedves tömegének mérési módja / 24. o.
- 7. ábra:** A csírázási százalékok alakulása a kezelések hatására /26. o.
- 8. ábra:** A hajtás- és gyökérhosszok átlagának alakulása százalékban kifejezve / 28. o.
- 9. ábra:** A talajba kevert növényi maradványok hatása a csírázási százalékra / 29. o.
- 10. ábra:** A talajba kevert növényi maradványok hatása a hajtáshosszúságra / 30. o.
- 11. ábra:** A talajba kevert növényi maradványok hatása a nedves tömegre / 31. o.

#### **Táblázatok:**

- 1. táblázat:** Fontosabb vegyületcsoportok hatóanyagokkal és példafajjal / 8. o.
- 2. táblázat:** A Petri-csészés kísérlet csírázási eredményei / 25. o.
- 3. táblázat:** A Petri-csészés kísérletben a csoportok hajtás- és gyökérhosszúságának átlagai / 27. o.
- 4. táblázat:** A tenyészedényes kísérlet csírázási eredményei / 28. o.

## NYILATKOZAT

### a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve:	Kiss László
A Hallgató Neptun kódja:	FBWMK9
A dolgozat címe:	Allelopatikus hatású gyomnövények ( <i>Cirsium arvense</i> L., <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.) csírázásra és kezdeti fejlődésre gyakorolt hatásának vizsgálata zabon
A megjelenés éve:	2025
A konzulens intézetének neve:	Növényvédelmi Intézet
A konzulens tanszékének a neve:	Növényvédelmi Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat 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 mindenkori szellemitulajdon-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: 2025 év 10 hó 23 nap

Hallgató aláírása

## Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

### 1. Általános adatok

Hallgató neve:	Kiss László
Neptun-kódja:	FBWMK9
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 készítés 4./ NVVED110N
A munka címe:	Allelopatikus hatású gyomnövények ( <i>Cirsium arvense</i> L., <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.) csírázásra és kezdeti fejlődésre gyakorolt hatásának vizsgálata zabon

\* 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: Asszisztens vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, 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 eszköz verziója, elérhetősége	MI-neve,	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet 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:

.....

.....

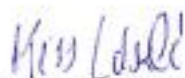
.....

.....

### 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: Keszthely, 2025. 10. hó 29. nap

.....  


Hallgató aláírása

.....  


Konzulens/Témavezető aláírása

## NYILATKOZAT

Kiss László (hallgató Neptun azonosítója: FBWMK9) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom<sup>1</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>\*2</sup>

Kelt: Keszthely, 2025. év október hó 29. nap



belső konzulens

---

<sup>1</sup> A megfelelő aláhúzendó.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendó.