

Szakdolgozat

Csalava Ákos

Mezőgazdasági mérnök BSC.

Készthely

2023



Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem
Georgikon Campus
Mezőgazdasági mérnök BSC.

*A Panicum miliaceum, Echinochloa crus-galli,
Setaria glauca in vitro allelopátiájának vizsgálata
Zea mays L. faj esetén*

Belső konzulens: Dr. Pásztor György
adjunktus

Készítette: Csalava Ákos
E2ENS2
nappali tagozat

Tanszék: Növényvédelmi intézet

Készthely

2023

Tartalom

1	Bevezetés	1
2	Irodalmi áttekintés.....	2
2.1	A kukorica termesztés áttekintése	2
2.1.1	A kukorica általános jellemzése	4
2.1.2	Ökológiai-, tápanyag-, és talaj igénye	6
2.1.3	Termesztés technológia.....	8
2.2	Allelopátia.....	13
2.2.1	Allelopatikus növények és hatásuk az ökoszisztémákra	13
2.2.2	Az allelokemikáliák környezetbe jutása	14
2.2.3	Az allelopátia felhasználása a növényvédelemben	17
2.3	<i>THELOPHYTA</i> NÖVÉNYEK – egyévesek.....	18
2.4	T ₄ -es életformájú gyomnövények	18
2.5	<i>Echinocloa crus-galli</i> (ECHCG) – közönséges kakaslábű.....	19
2.6	<i>Panicum miliaceum</i> (PANMI) – köles.....	21
2.7	<i>Setaria glauca</i> (SETGL) – fakó muhar	22
3	Anyag és módszer	23
4	Vizsgálati eredmények, és kiértékelésük	25
4.1	<i>Echinocloa crus-galli</i> kukoricára gyakorolt allelopátiájának vizsgálata.....	25
4.1.1	<i>Echinocloa crus-galli</i> allelopatikus hatásának vizsgálata a kukorica gyökérhosszúságra.....	25
4.1.2	<i>Echinocloa crus-galli</i> allelopatikus hatásának vizsgálata a kukorica hajtásnövekedésére.....	26
4.2	<i>Panicum miliaceum</i> kukoricára gyakorolt allelopátiájának vizsgálata	27
4.2.1	<i>Panicum miliaceum</i> allelopatikus hatásának vizsgálata a kukorica gyökérhosszúságra.....	27
4.2.2	<i>Panicum miliaceum</i> allelopatikus hatásának vizsgálata a kukorica hajtásnövekedésére.....	28
4.3	<i>Setaria glauca</i> kukoricára gyakorolt allelopátiájának vizsgálata	29
4.3.1	<i>Setaria glauca</i> allelopatikus hatásának vizsgálata a kukorica gyökérhosszúságra	29
4.3.2	<i>Setaria glauca</i> allelopatikus hatásának vizsgálata a kukorica hajtásnövekedésére	30
5	Következtetések, javaslatok.....	31

6	Összefoglalás	33
7	Köszönetnyilvánítás	34
8	Irodalom jegyzék.....	35

1 Bevezetés

A kukorica (*Zea Mays L.*) a világ egyik legfontosabb növénye, a búza és a rizs mellett, így jelenleg a legnagyobb vetésterülettel rendelkező növények közé sorolható.

A klímaváltozás egyre nagyobb problémát okoz a kukorica gyomirtásában. Tovább nehezíti ezt a kultúrnövény monokultúras termesztése, valamint a nem megfelelően alkalmazott szer rotáció. Számos kísérlet igazolja, hogy a kukorica nem termesztethető sikeresen megfelelő gyomirtás nélkül, mert a gyomok képesek teljesen elnyomni, ezzel veszélyeztetve a termelést.

A hazai gyomflóra az Országos Gyomfelvételezések adatai szerint, jelenleg a T₄-es G₁-es és a G₃-as életformájú gyomok vannak jelen nagy számban a kukoricakultúrákban. Tág térállása (75cm-es sortávolság) miatt nehezen veszi fel a harcot a magról kelő T₄-es, a tarackos G₁-es, és a szaporítógyökeres G₃-as életformájú gyomokkal szemben, ezért fontos az ellenük való védekezés. Versenyképességük nem csak a vízért, fényért, tápanyagért való erélyességükben rejlik, hanem az allelopátia is fontos szerepet kap.

Kísérletünk során a fent említett T₄-es életformával rendelkező, azaz tavasszal kelő és nyár végén magot érlelő egyéves gyomokat vizsgáltuk. A vizsgálat során arra voltunk kíváncsiak, hogy a köles, a kakaslábfü, és a fakó muhar termel-e bármilyen allelokemikáliát amely a kukorica csírázását, kezdeti fejlődését befolyásolhatja. A szakdolgozatomban szeretném bemutatni a kísérletünk eredményeit. Továbbá szeretnék felhívni a figyelmet az integrált növényvédelem, és a szakszerű gyomszabályozás fontosságára.

2 Irodalmi áttekintés

2.1 A kukorica termesztés áttekintése

A kukorica amerikai származású növény, géncentruma Peru, később innen terjedt el Közép-Amerika, Bolívia, Argentína, Mexikó, és Észak-Amerika irányába. Európába a nagy földrajzi felfedezéseknek és Kolumbusz Kristóf két matrózának köszönhetően jutott el. Ők fedezték fel a növényt Kuba belsejében. 1493-ban került be Európába és mivel akkor még nem volt kártevője, és könnyen tárolható volt így gyorsan elterjedt a kontinensen. Magyarországon az 1600-as években jelent meg. Termesztésünk színvonalához nagyban hozzájárult, hogy az 1900-as évek elején a lófogú kukoricát behoztuk az országba, illetve 1953-ban Pap Endre előállította az Mv-5 típusú beltenyésztett hibridet. Ezek a hibridek akár 20-30% terméstöbbletre képesek a szabadelvirágzású fajtákhoz képest. Napjainkban a vetésterület 0,8 millió hektár körüli.

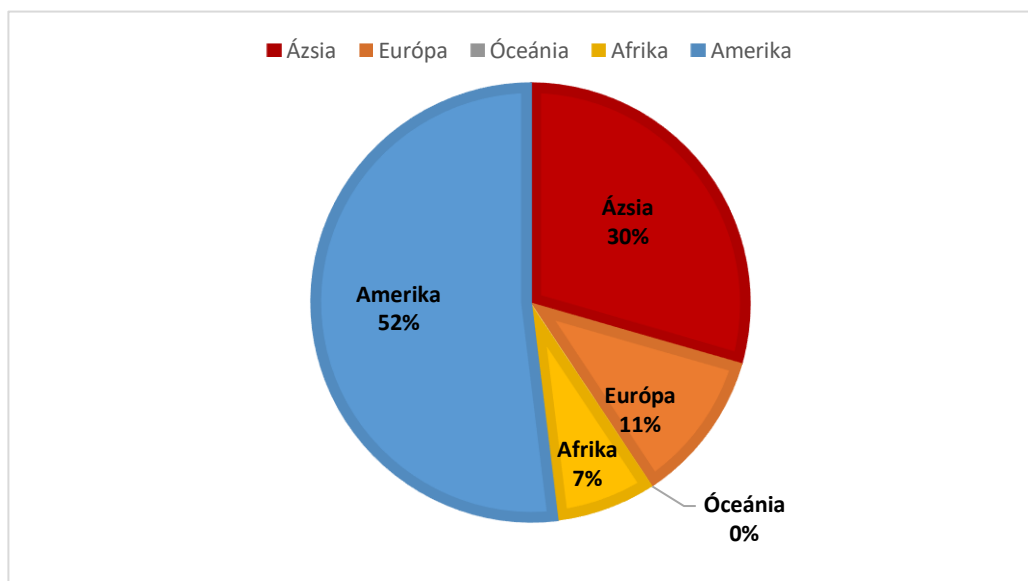
A kukorica egy rendkívül sokféleképpen felhasználható növény. Ez három fő részre osztható, humán táplálkozás, állati takarmányozás, ipari felhasználás. Magyarországon a humán étrendben kevésbé terjedt el a kukorica fogyasztása, de főtt, illetve pattogatott formában szívesen fogyasztjuk. Az állati takarmányozásban viszont jelentős szerepet kap. Tömegtakarmányként, szilázs, csalamádé formában etethető. Magyarországon közel 90%-ban állati fogyasztásra termesztik. Az iparban keményítő, folyékony cukor (izocukor), alkohol, és kukoricaolaj előállításának alapanyaga. Szára is felhasználható, szemes betakarítás esetén, szarvasmarhákkal a lezúzott szármaradvány legeltethető, illetve fűtésre, és talajba dolgozva a tápanyagok visszaforgatásának érdekében használható. A talaj felszínén hagyva, tökéletes talajtakarást képes biztosítani a tél folyamán, így a szél általi defláció, és a víz általi erózió ellen is védekezhetünk, hogy ha esetleg a vetésforgónkban szintén tavaszi vetésű kultúrnövény szerepel utána.

A kukorica egyszikű, egylaki növény, amely a *Graminea*-k családjába, a kukoricafélék *Maydeae* rajába tartozik. Ehhez a rajhoz még további 7 nemzetség (*genus*) kapcsolódik. A *Zea* nemzetségbe azonban csak a kukorica tartozik. Vad alakja nem ismert, őseinek a legtöbbben a *Teosinte*-t (*Euchlaena mexicana Schrad*) és a gammafüvet (*Tripsacum dactyloides L.*) ismerik el. A faj kezdeti kialakulása során valószínűsíthető, hogy a virágzata a kalászosokéhoz hasonlóan nem váltivarú volt. Fejlődésének későbbi

szakaszában a pelyvás kukorica lehetett az egyik átmeneti őse a kukoricának, a csövön amelyen minden szemet pelyva borított (BOCZ et al., 1996).

A kukorica termesztés mára az egész világon jelentős szerepet tölt be (**1. ábra**). Ez köszönhető a kiváló nemesítői munkának, és a jó alkalmazkodó képességnek. A kukorica, így a világ legnagyobb mennyiségben előállított növénye. A 2021-2022-es gazdasági évben közel 1,2 milliárd tonna kukoricát takarítottak be a gazdák. (INTERNET 1)

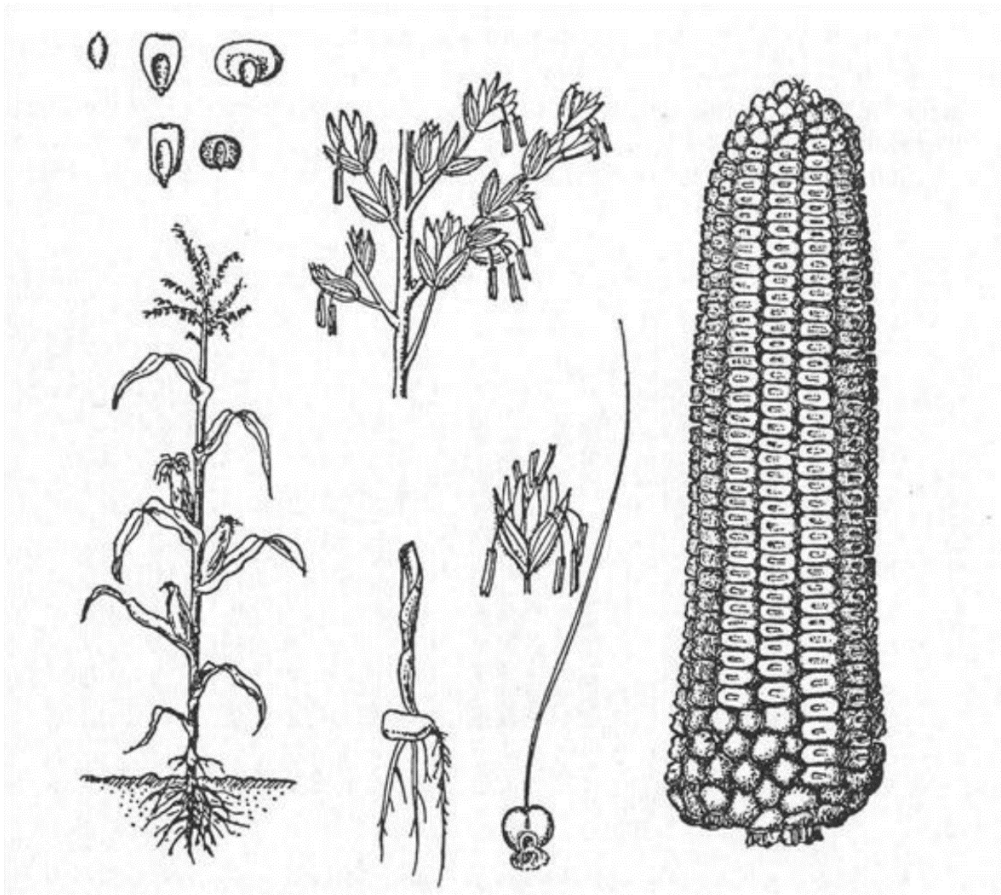
Ugyan a kukorica bírja a meleg időjárási körülményeket, de a század közepére akár 18%-al is csökkenhetnek a hozamok, míg a század végére 10-64% közötti csökkenés várható. Ez a bizonytalanság a különböző klímaszcenáriók változó végkifejlete miatt van. Az is elképzelhető, hogy 2050-re akár terméshozam növekedés is bekövetkezhet (+10% a jelenlegi eredményekhez képest), míg 2100-ra csak 7%-al romlanának az eredmények a pótlólagos víz kijuttatása esetén, illetve ha a gazdák növelnék a kijuttatott tápanyag mennyiségét. (Kemény et al. 2019)



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

Jelenleg a kukorica termesztés volumene a világban folyamatosan nő. 2021-ben a kukorica vetésterülete 205.870.016 hektár volt és erről 1.210.235.135,14 tonna terményt takarítottak be. (INTERNET2)

2.1.1 A kukorica általános jellemzése



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

Gyökérzete a gabona növényekhez hasonlóan elsődleges , és másodlagos gyökérzettel rendelkezik. Az elsődleges gyökérzet az úgynevezett alap gyökér amely a talaj mélyebb rétegei felé igyekszik. Ennek szálai akár 2 méter mélyre is lehatolhatnak. A másodlagos gyökérzet a szikközépi szárból keletkeznek, ezek a gabonafélékre jellemzően bojtos elágazó gyökérrendszert fejleszt. A növény a talaj felszín felett a náduszköböl támasztó gyökereket fejleszt, amelyek a stabilitásban, a harmafelvételben, és legújabb kutatások alapján a foszfor felvételben is szerepet játszanak.

Szára magas (150-250cm), hengeres, és vastag. A magasság és a vastagság nagyban függ az állomány sűrűségtől, tápanyag ellátástól, illetve a hibrid genetikai tulajdonságától. A náduszköböl a szárát internódiumokra tagolják amelyek hossza felfelé

egyre csak nő. A szártagokat részben, vagy egészben levélhüvely takarja, ezzel is elősegítve a szilárdságot.

Levele nagyon hasonló a kalászos gabonákéhoz. Nagy különbség köztük ugyanakkor a méret. A kukorica levél hosszabb, illetve szélesebb is. A levélfelület nagysága és a termésmennyiség között felfedezhetünk összefüggést, 5-5,5 LAI (levélfelület index) értékig, lineárisan, majd 6-7 LAI értékig egyre kisebb mértékben növekszik a hektáronkénti terméshozam. A LAI egy számolható érték melyet a Montgomery képlettel tudunk számolni. A száron különböző szinteken elhelyezkedő levelek különböző mértékben vesznek részt az asszimilációban. Az asszimiláták 40%-át a felső levelek alkotják, a középsők csupán 35%-ot, míg a legalsó levelek már csak 25%-ot képesek adni. A megfelelő sűrítettség érdekében fontos nemesítői kérdés továbbá a levelek hajlásszöge.

Virágzata alapján a kukorica egylaki, váltivarú növény. A hajtás csúcson fejlődik ki a címervirágzat, amely tartalmazza a hím ivarú porzós virágokat. A levelek hónaljában a nő ivarú torzsa virágzatot találjuk. A címervirágzat 4-12 nappal hamarabb bújik elő mint torzsavirágzat. Ez a jelenség a proterandria. Az új hibridek proterandriája már csak pár napra tehető, de ezt befolyásolhatják a termesztési körülmények. A címer gazdagon termel pollent (28-36 millió pollen). A pollenhullás felhő szerű a teljes virágzás idején, ez és a proterandria segítik kiküszöbölni az önbeporzás lehetőségét.

A csövön párosával helyezkednek el a kalászkák, amelyek közül általában csak egyből fejlődik bibeszál. A szemsorokat szabálytalanná teszi, ha mind a 2 kalászkából bibeszál nő, és termékenyül is. Címervirágzás idején a bibeszálak előbújnak a csuhé levelek alól, majd először a cső tövéénél lévő virágok nyílnak, és a megtermékenyítés fokozatosan halad a cső hegyéig. Aszályos időben a gyenge pollentermés miatt a csövek hegye nem is tud termékenyülni. A torzsavirágzat megtermékenyítése után a bibeszálak elszáradnak.

A kukorica szemtermését, a gabonákéhoz hasonlóan, terméshéj és maghéj alkotja. A szem külső része üveges, a belső része fajta függvényében lehet üveges, és lisztes is. Ha üveges, akkor fehérjeburok képződik a tartalék keményítőszemcsék felületén. A sima szemű fajták esetén az üveges rész nagyobb, a lófogúaknál inkább a szem oldalsó részére koncentrálódik. Az üveges és lisztes parenchima sejtek mennyisége, aránya eltérhet fajták között.

A kukorica az érett állapotot, viszonylag magas, körülbelül 25-30%-os nedvességi százalék mellett éri el. A szemek köldök felőli részén amelynél a csutkával ízesülnek, a közvetlen anyagáramlás megszűnik, és a sejtek elhalnak. Ezt fekete rétegnek nevezzük. Kukoricát csak a fiziológiai érettség után szabad betakarítani, mert ellenkező esetben a minőség, és a mennyiség is csökken. A fekete réteg megjelenése után következik a vízleadási szakasz, ennek hossza, és mértéke hibridenként eltérő. Többnyire a fiziológiai száradás is lassú, illetve a mesterséges vízelvonás is nehéz, mert nehezen adja le a vizet. (Antal József: Növénytermesztéstan 1.)

2.1.2 Ökológiai-, tápanyag-, és talaj igénye

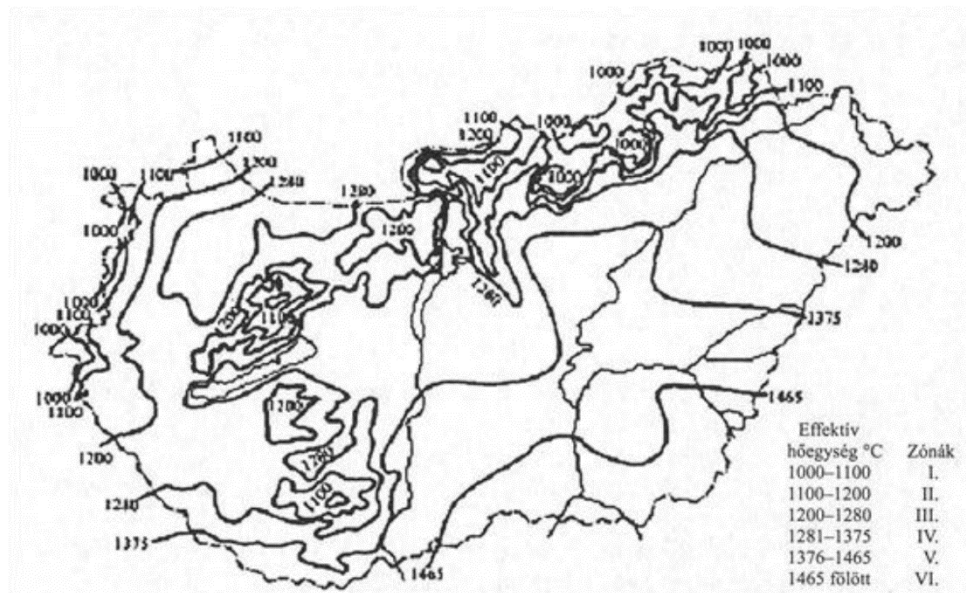
Mivel a kukorica a trópusokról származik, nagyon melegigényes növény. Eredményes termeléséhez, elengedhetetlen a megfelelő mennyiségű napfény és meleg hőmérséklet. Régen már csak siló kukorica volt termesztethető a Kárpátoktól északra.

Jelenleg a nagy terméspotenciált a mérsékelt égövön a 42-45° szélességi körön tudják a legjobban kiaknázni. Hazánk az Európai kukorica övezet északi vonalába esik. Ezért még a déli országrészen is csak 500-600 körüli FAO alkalmazható biztonságosan. (ANTAL, 2005)

Nagyon fontos a májusi meleg, és a július-augusztusi nagy mennyiségű csapadék, mivel ebben az időszakban van a legnagyobb vízigénye. A vetést minimum 10-12°C-os talajállapot esetén érdemes véghez vinni, mivel ezen a hőmérsékleten csírázik a legjobban a kukorica, később az erőteljesebb fejlődéshez viszont szükséges a 12-14°C. A kukorica a vetést követően nagyon érzékennyé válik a hideg talajra. Ha a hőmérséklet 15°C alá esik, a levelek sárgulni kezdenek. A megfelelő fejlődéshez az egész tenyészidőszak alatt meleget igényel. Ezért fontos, hogy olyan hibridet válasszunk amely az adott környezeti hatásokat bírni fogja, és biztonsággal betakarítható lesz. Hazánk szinte egész területe alkalmas a kukoricatermesztésre. Kivételt csak az északi hegyvidéki területek és a Bakony jelentenek. A déli országrészen a nyári átlaghőmérséklet 21-26 °C körül van, így itt biztonsággal elérhetünk nagy hozamokat. A kukoricában nem csak a hűvös május okozhat kárt, érzékeny a késői fagyokra is, amelyek jelentős stresszhatással bírnak. Az enyhe, napfényes, meleg ősz segít a

víztartalom gyors leadásában, de ha gyorsan jönnek a fagyok az kényszer érést okozhat. (RAGASITS, 1994)

Származását tekintve rövidnappalos növény, de a rövid, és a hosszúnappalos feltételekhez is jól alkalmazkodott. A hazánkban termeszthető hibrid kukoricák hőösszeg igénye a tenyészidőszakban 1100-1400°C átlagosan. (ANTAL, 2005)



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

A kukorica egységnyi tápanyag felvételéhez viszonylag kevés vizet igényel. Jól tolerálja a szárazságot, mert a gyökérzete képes mélyebb rétegekig is lehatolni, ahonnan a vízfelvételt képes magának biztosítani. A kukorica a tenyészidőszakban 450-500 mm vizet igényel a megfelelő termésszint eléréséhez. Ez naponta nagyjából 4,5-5mm csapadékot jelent. A nyár közepén fellépő aszályos időszakot mérsékelni tudjuk ha a megfelelő talajműveléssel a korábbi csapadékot nem párologtatjuk ki a talajból, illetve ha a talajunk megfelelő szerkezettel rendelkezik és jó a víztároló képessége. Továbbá a megfelelő gyomszabályozás és megfelelő tőszám alkalmazása is csökkentheti a jelentkező vízhiány okozta stresszt. Az öntözés jó hatással lehet az állományra. (IVÁNY et al., 1994)

A kukorica kizárólag jó minőségű talajban hoz jó minőségű termést, ezért ezen szükségletének biztosítására az egész világon igyekeznek nagy hangsúlyt fektetni

(GYÖRFFY, 1958). A kukorica a csernozjom, és a barna erdőtalajokat kedveli, de termesztető még barna erdőtalajon, víztelenített réti talajokon, és tápanyagban gazdag mélyebb rétegű homok talajokon, de szikeseken, és sekély termőrétegű homokon már nem. A kukorica továbbá nem igényes a talaj kémhatására sem, mert 5,8-8-as Ph körül sikeresen termesztető. A tömör, rossz szerkezetű, rossz hő-, és vízgazdálkodású talajokon is megél de a termésmennyiség nagyon változó (ANTAL, 2005). Mára közismerté vált, hogy az elérhető magas hozamok, nem csak a műtrágyázásnak köszönhetőek, hanem a jól telített talajoknak is köszönhető. Ez a módszer kedvezőtlen időjárási körülmények esetén nagy terméskiegyeplítő hatással bír (BOCZ et al., 1996).

A kukorica tápanyag igényes növény. Megfelelő tápanyag ellátású talajon, biztonságos termésszint, és megfelelő minőség állítható elő. Ennek elérése érdekében fontos szerepet kap a trágyázás. A szemes kukorica tápanyagigénye 100 kg szemtermésre és a hozzá tartozó szárral együtt 2,5 kg nitrogén, 1,1 kg foszfor-pentoxid, és 5,8 kg káliumoxid, vegyes, azaz NPK hatóanyag (RADICS, 1994). Silókukorica esetén 100kg zöld termés biztosítására 035 kg nitrogén, 0,15 kg foszfor-pentoxid, és 0,4 kg káliumoxid szükséges. Ez 0,9 kg vegyes NPK hatóanyagnak felel meg. Azokon a talajokon, ahol a tápanyag szolgáltató képesség nem megfelelő, vagy esetleg az elemek aránya miatt nem felvehető némely tápelem ott még kiegészítő trágyázásra is szükség lehet, például magnéziummal, cinkkel, rézzel. Ezeket akár lombtrágya formájában is ki lehet juttatni amellyel a növény kondícióit javíthatjuk (RAGASITS,1994)

2.1.3 Termesztés technológia

A vetésváltás az első és legfontosabb technológiai elem amelyet a sikeres termesztés érdekében előtérbe kell helyoznunk. Jelentősége lehet akár egy aszályos perióduson való átsegítéskor is, mert a különböző növények eltérő mennyiségben vesznek ki a nedvességet, és a tápanyagokat a talajból. Az elővetemények hatással lehetnek a gyomosodásra, a kártevők, és a betegségek elszaporodására. Megfelelő vetésforgó alkalmazása esetén a növényvédelem egy jelentős részét képesek vagyunk ellátni. (PEPÓ, 2019)

A kukorica előveteményre nem igényes, így a vetésforgóban könnyű elhelyezni. Minden korán lekerülő elővetemény után sikerrel termesztető. Jó előveteménynek számítanak

az őszi kalászosok, a csemege kukorica és a pillangósok. (ANTAL 2005) Akár önmaga után is termesztethető, bár a vizsgálatok szerint a folyamatos monokultúrás termesztés nagyon egyoldalúan használja fel a talaj tápelemeit, illetve drasztikusan fogyasztja a vizet a talajból. Monokultúrás termesztésben a gyomnövények is hatalmas gondot okozhatnak, ezzel csökkentve a termés hozamot (PEPÓ 2019).

Többnyire érdemes kerülni az elővetemények között a nagy vízfogyasztású kultúrnövényeket, mint például a cukorrépa, amely száraz időben a talajéletre is negatív hatással van, ezzel visszavetve a kukorica kezdeti fejlődését (BOCZ et al., 1996).

A vetésidő folyamatosan változik az egyre melegebb éghajlat miatt. Az optimális vetésidő hazánkban március végétől április közepéig tart. Amikor a talaj hőmérséklete már biztosan elérte a 8-10°C-ot és késői fagyok nem várhatóak. A korai vetésnek a vízmegőrzésben is fontos szerepe van, hiszen így gyorsabb lesz a kezdeti fejlődés, hamarabb beárnyékolja a talajt a kukorica, ezzel megóvjva a felszínt a kiszáradástól, továbbá a gyomok elleni küzdelemben is felül kerekedhet a kukorica. A vetésidő szoros összefüggésben van a fiziológiai érettség elérésével, a betakarításkori szemnedvességtartalommal, valamint a termésképző elemek kialakulásával.

Manapság számos új kukorica hibrid jelenik meg a köztermesztésben, melyek száma évről évre nő. Jó értékmérő tulajdonságaik, és kiváló Cold-teszt értékük már lehetővé teszi a 8°C-on történő csíráztatást. (PEPÓ, 2019)

Az elvetendő vetőmag mennyiségét a vetőmag használati értéke, ezermagtömege mellett a tervezett csíraszám alapján határozzuk meg. Az országban többnyire 50.000-80.000 csíra/hektárral vetik el a kultúrnövényt. Rövidebb tenyészidejűeket általában magasabb, míg hosszú tenyészidejű hibrideket kisebb tőszámmal szokták elvetni. Sortávolságot tekintve a legelterjedtebb a 70cm-re történő vetés. Napjainkban gyakran látni 50-cm-es sortávolsággal el vetett kukoricákat, ezek az állományok víztakarékosabbak, kevésbé gyomosodnak, jobban ki lehet használni velük a genetikai adottságokat. Negatív oldalról viszont a növényvédelem nehezebben megoldható, és a technológia rendkívül drága.

Ideális vetésmélysége közép-kötött talajajokon 6-7 cm, kötött talajokon 5-6cm, illetve megfelelő nedvességtartalommal, aprómorzsás szerkezettel nem rendelkező talaj esetén 7-8cm is lehet. Ügyelni kell ugyan, hogy a mag ne kerüljön túl mélyre, mert ha hidegebb talajba kerül, lassabban csírázik, és elfáradhat mire kiér (BOCZ et al., 1996).

A megfelelő hibrid kiválasztása a legfontosabb szempont. Figyelembe kell vennünk a termőhely adottságait, az általunk megvalósítható agrotechnikát, illetve a termesztési célt. Kiemelt figyelmet kell fordítani a termés stabilitásra és a megfelelő jövedelmezőségre, ebben a kitett gazdasági környezetben. A mai köztermesztésben használt hibridek termőképességét, és ellenállóképességét megtaláljuk a NÉBIH által összeállított kiadványokban. A gazdálkodók, így képesek megítélni, hogy az adott hibridet milyen feltételek mellett tudnák a termelésükbe bevonni.

A választás során fontos szempont a tenyésztési idő hossza, genetikai felépítés. A tenyésztési idő hosszát FAO számokkal jellemezzük a kukorica esetén. Magyarországon négy féle csoportot tudunk elkülöníteni. Az igen korai (200-299 FAO), a korai (300-399 FAO), a középerősű (400-499 FAO), a középkésői érésű (500-699 FAO) csoportokat. A genetikai felépítés alapján választott hibridek esetén, a vonalszámot vesszük alapul. E felosztás szerint a fajta lehet kétvonalas (SC), háromvonalas (TC), és négyvonalas (DC) is. A kétvonalas kombinációk magasabb hozamokat képesek produkálni, ezek a legintenzívebben termelhető kukoricák. Genetika alapján történő választás esetén, az a legjobb ha minél szélesebb genetikai alappal rendelkező fajtát választunk. Ennek segítségével kiküszöbölhetőek az esetleges genetikai problémák (ERTSEY ET AL., 2003).

Az integrált növényvédelem alkalmazása nagy hangsúlyt kap a kukoricatermesztésben, mivel nagy termés kiesést okozhatnak a különböző kórokozók, kártevők, gyomok (PEPÓ, 2019).

A rezisztencia nemesítésnek hála, folyamatosan javul a hibridek kórokozókkal szembeni ellenálló képessége, miközben a kémiai védekezés egyre inkább a vetőmagvak csávázására korlátozódik (HORVÁTH et al., 1995). A kukorica szemeket a csírázásukban gátló hatások, például gombás betegségek ellen, vadriasztó készítményekkel bevonatolják. Manapság használhatnak egyéb készítményeket is, mint például a baktériumokkal történő csávázás. Ilyen esetben ezek a baktériumok szimbiózisban élnek a kis csíranövénnyel, és segítik annak kezdeti fejlődését.

Fontos megemlíteni az egyik legelterjedtebb kukorica vírusbetegséget amely a kukorica csíkos mozaik vírus (*Maize dwarf mosaic virus*). Mely kór jellemző tünete a rossz termékenyülés, csövek deformálódása, növény törpülése. A fertőzött növény levelei világoszöld csíkosak lesznek, melyek fellelhetők a levélhüvelyen, és a csuhéleveleken

is. A fertőzés könnyedén átvihető mechanikai úton, vektorokkal is könnyedén terjed, téli áttelelésében jelentős szerepe van a fenyérciroknak (HORVÁTH et al., 1995).

A fuzáriumos gomba betegségek okozzák a legtöbb problémát a kukorica termesztésben. Védekezni csak komoly agrotechnológiával lehetséges, érdemes kerülni a monokultúrás termesztést (HORVÁTH et al., 1995). Nem csak termés csökkentő hatása jelent gondot, hanem az általa termelt toxinok rendkívül veszélyes volta is. Ezek a toxinok a *Zearalenon*, és a *DON*. A *Zearalenon* egy ösztrogén hatású toxin amely az állati, és emberi ösztrogén receptorokhoz kapcsolódva az ivarszervek működésében okoz zavarokat. A *DON* toxin a fehérjesszintézisben okoz problémákat, és nagy mértékben károsítja az immunszerveket. (DUBLECZ 2011)

Mechanikai sérülések esetén a növény bármely részén kialakulhat golyvásüszög. Ez a gomba hatásával csökkenti az asszimilációs felületet, és a fotoszintézisben is zavart okoz, a helmintospóriumos levélfoltossághoz hasonlóan. A cső helyén gyakran rostos üszög képződik.

Ezekre a gombás fertőzésekre manapság még nincs megfelelő növényvédelmi eljárás, ezért napjainkban is csak a rezisztencia, vagy tolerancia nemesítésre hagyatkozhatunk (BOCZ et al., 1996). A globális időjárás változás hatására megjelentek az országban újabb betegségek, amelyek komoly gazdasági károkat tudnak okozni a termelőknek. Ilyen például a nigrospórás szárkorhadás (*Nigrospora oryzae*), vagy a fekete csőpenész (*Aspergillus flavus*) (PEPÓ, 2019).

A magyarországi kukoricatáblákat jellemző kártevők a fritlegyek, földi bolhák, levéltetvek, kukoricabogarak, kukoricabarkók, kukoricamolysok, és a bagolylepkék. Ellenük ma már központi előre jelző rendszerek működnek országszerte. Ilyen rendszerek segítségével a termelés megszervezése már jóval könnyebb, de még mindig nagy odafigyelést igényel.

A talajlakó kártevők ellen csávázással, vagy ahogy az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera-virgifera* LECONTE) lárvája ellen is, talajfertőtlenítéssel lehet védekezni. Ezt vetés előtt, vagy vetéssel egy menetben kell elvégezni. Ezen rovarnak a kártétele a legjelentősebb. A lárva a gyökereket rágja, amivel előidézi az úgynevezett hattyúnyak betegséget, az imágó pedig a bibeszálakkal táplálkozik ezzel rontja a terméskötődés esélyeit (ANTAL 2005). Fontos említést tenni a kukoricamolyról, és a

lárvájáról amelyek ha megjelennek a táblán, képesek akár 10%-o termés kiesést is okozni (PEPÓ, 2019).

Az eredményes termesztés érdekében, a modern mezőgazdasági termelésben elengedhetetlen a szakszerű gyomszabályozás. Fontos alkalmazni az integrált technológiákat. Együtt kell alkalmaznunk a vetésváltást, a mechanikai, és kémiai gyomirtást. Manapság egyre nagyobb figyelmet kell biztosítani a megfelelő gyomirtási technológiákra, ugyanis a klímaváltozás hatása miatt egyre kevesebb, és egyre rosszabb eloszlásban érkezik csapadék. Ahhoz, hogy a növényeink elegendő termést hozzanak, nem engedhetjük meg a felesleges víz és tápanyagfogyasztókat a területen. Ez a folyamat egyre nehezebb a folyamatosan változó gyomösszetétel miatt (PEPÓ, 2019).

A kukorica rendkívül érzékeny a gyomosodásra, már igen korai fejlettségi állapotában is. A kukorica gyomirtását kémiai anyagokkal végezhetjük, amelyeket a vetés után, kelés előtt (preemergens), kelés után 1-2 leveles fejlettségi állapotban (korai posztemergens), 4-8 leveles állományban, vagy levél alá (postemergens) juttathatunk ki. A preemergens gyomirtás hatékonysága érdekében fontos, hogy a kijuttatást követő két héten belül legyen 15-20 mm bemosó csapadék. Ha ez a csapadék hiányzik, akkor az elvégzett kezelés hatástalan lehet. A korai posztemergens kezelés megbízhatóbb lehet a gyomirtásban, mert ekkor a már kikelt 1-2 leveles gyomokat a gyomirtó anyag elpusztítja. A később kikelő gyomnövényeket mechanikai módszerekkel vagy további posztemergens készítményekkel lehet kezelni.

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

Amikor kukoricát termesztünk, a megfelelő elővetemények például a kalászos növények, például őszi búza vagy őszi árpa. Ezek a növények kiváló gyomnyomók, de ha a kukorica monokultúrában termesztésre kerül, a gyomok jelentős mértékben szaporodhatnak el. A mechanikai gyomirtás hosszú távon fenntarthatja a gyommentességet, míg a vegyszeres gyomirtás a rezisztens gyomnövények elszaporodásához vezethet, ami magasabb költségeket von maga után. Ezért a részleges monokultúra használata célszerű lehet. Ebben az esetben gondoskodni kell arról, hogy a használt herbicidek ne maradjanak vissza a talajban, és ne károsítsák az utóveteményt (IVÁNY et al., 1994).

2.2 Allelopátia

Több ezer éve foglalkozik az emberiség, az allelopátia jelenségével. Krisztus előtt 460-370 körül, már Demokritosz is beszámolt az allelokemikáliák gyomszabályozásban rejlő lehetőségekről. A szó, mint allelopátia, egyébként egy osztrák Molich nevű botanikustól ered 1937-ből. Olyan növényeket, amelyek allelokemikáliákat tartalmaznak, allelopátiás növényeknek nevezzük. Ezek a kémiai vegyületek megtalálhatóak a növény teljes egészében. Ezen anyagoknak lehet direkt, és indirekt hatása is a növényi életfolyamatokra. Ez alapján csoportosíthatjuk is őket. Azokat a növényeket amelyek képesek az általuk termelt allelokemikáliákat a környezetükbe bármilyen módon kibocsátani, azok hatással lehetnek a környezetükben élő többi növényre is. Akár azok fejlődésére, anyagcseréjére, de még a csírázásra is. (HUNYADI et al., 2000). Ezen allelokemikáliák, jellemzően gátló hatást fejtenek ki a környezetben élő többi növényre, de megfigyeltek már jótékony hatást is (RICE, 1974). A kutatások, azt igazolják, hogy az allelokemikáliák 29 mikrobiális ezim jelenlétében fordulhatnak elő, és többségük valamilyen anyagcsere-, és bomlástermék. Továbbá hasonlóságot lehet felfedezni a kémiai, és fiziológiai tulajdonágukban, az allelokemikáliákat alkotó kémiai vegyületcsoportokban. Légzésgátló hatással bírnak a terpenoidok, az alkaloidok, és a cianogének is (SZABÓ, 1997).

2.2.1 Allelopatikus növények és hatásuk az ökoszisztémákra

Az allelopatikus növények nagy részét sikerült feltérképezni, néhány évtized alatt, de még így is maradtak ki fajok. Nagyjából 150 faj van ma Magyarországon amelynek allelopatikus hatása ismert a gyomflórában (SZABÓ, 1997).

Legveszélyesebb gyomnövények például: a *Cirsium arvense*, *Agropyron repens*, *Sorghum halepense*, *Echinochloa crus-galli*, melyeknek nem csak az allelokemikáliájuk miatt veszélyesek, hanem amúgy is gyorsan, és erőteljesen terjeszkedő gyomok. Az allelopátia a növényi társulások alakításában, és a természet diverzifikációjában fontos szerepet játszik, ezt számos kutatás igazolja (BODE, 1940).

Az allelopátia példája a *Juglans regia*, azaz a diófa hatása jól mutatja be, hogy bizonyos fajok képesek olyan allelokemikáliákat termelni, mint a juglon, amelyek hatással vannak a környező növényzet fejlődésére (GRÜMMER, 1955). Az allelopatikus hatások miatt a diófa alatt a többi növényzet gátoltan fejlődik. Dr. Mikulás József 1981-ben megjegyezte, hogy az olyan élő gyomnövények, amelyek agresszívan terjednek, gyakran használják fel az allelopatikus hatásukat a terület gyorsan ellepve, és akár monokultúrát is alkothatnak egy területen. Az allelopátia fontos szerepet játszik a növénytársulások kialakításában. Az allelokemikáliák gátolhatják vagy serkenthetik a környező növények fejlődését, és ennek eredményeként alakulhatnak ki különböző növénytársulások és növényközösségek. Az allelopátia hatásai befolyásolhatják a növényzet sűrűségét és elrendeződését, különösen akkor, ha a gyomnövény állomány homogén a területen (MIKULÁS, 1981). Az allelopatikus hatások komoly mezőgazdasági problémákat is okozhatnak, különösen akkor, ha az allelokemikáliák gátolják a termesztett kultúrnövények növekedését. A talajba kerülő allelokemikáliák korlátozhatják a termesztett növények normális fejlődését, ami gazdasági károkat okozhat. Ültetvények esetében akár az ültetvény újratelepítésére is szükség lehet, és az allelokemikáliák a talajban tápanyagfelvételi problémákat is okozhatnak. Az allelopátia hatásainak megértése és kezelése kulcsfontosságú a mezőgazdaság és az ökológia szempontjából (HUNYADI, 1988).

2.2.2 Az allelokemikáliák környezetbe jutása

Ezek a kémiai anyagok a növények teljes egészében felfedezhetők, legyen az gyökérzet, szár, levél, de még a termésben is felfedezhető. Bármely részből képes kiválasztódni. A környezetbe gyökér általi, kimosódási, vagy párolgási úton kerülhetnek ezek a vegyületek, és így képes kölcsönhatásba lépni más növényekkel is (MIKULÁS, 1984).

2.2.2.1 Párolgás

A növények képesek illékony anyagokat kiválasztani párologtatásuk során, ilyen esetben, ez lehet allelopatikus hatású is. Ez a módszer többnyire száraz élőhelyen élő növényekre jellemző. Kísérletek során rájöttek, hogy az *Ambrosia artemisiifolia* levelei képesek gátló hatású, illékony allelokemikáliákat kijuttatni a légkörbe. (RICE, 1971). A talajba jutva a környezetben lévő növényzet, ezt képes gyökéren keresztül, vagy lombozaton keresztül felvenni. (HUNYADI, 1988).

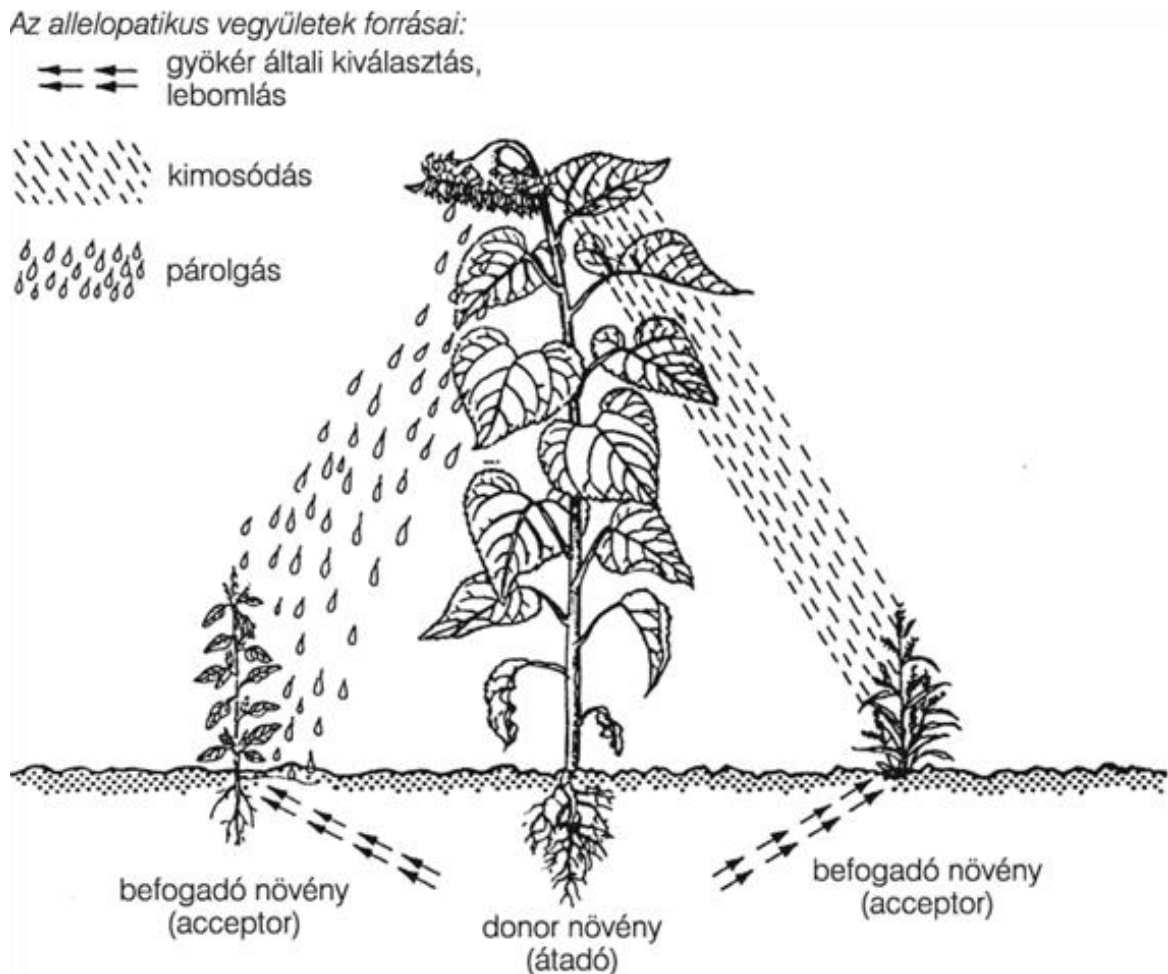
2.2.2.2 Kimosódás

Harmat, vagy eső által jöhet létre. Ilyenkor a föld feletti részekből (hajtás, levél) különböző kémiai anyagok mosódnak ki. A diófa zöld részeiben található juglon nevű anyag, más növények fejlődését gátolja. Valamint a selyemmályva termel olyan gátló anyagot, amely, a szója fejlődését befolyásolja. (COLTON-EINHELLIG, 1980).

2.2.2.3 Gyökér általi kiválasztás

Számos gyom- és kultúrnövény képes a gyökéren keresztül kiválasztani olyan vegyületeket amelyek a környezetükre valamilyen hatást fejtenek ki. A tudomány jelenlegi állása szerint, még nem tudni pontosan, hogy ezeket az anyagokat a gyökérzet aktívan választja e ki, vagy az elhalt sejtekből szabadul fel, vagy csak valamilyen úton kiszivárog a gyökerekből (HUNYADI, 1988). A magyar határ tele van olyan termesztett kultúrnövényekkel amelyek gyökérváladékai toxikusak, ilyen például a kukorica (*Zea mays L.*), a búza (*Triticum aestivum L.*), a zab (*Avena sativa L.*), és a borsó (*Pisum sativum L.*) (BONNER-GLASTON, 1944).

Az országban a nagyon elszaporodott gyomok közül például a parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia L.*) (RICE, 1968; NEIL-RICE, 1971), és a pirók ujjasmuhar (*Digitaria sanguinalis L.*) (RICE, 1968) választanak ki gyökéren keresztül mérgező vegyületeket.



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

2.2.2.4 Növényi maradványok elbomlása

A növényi részek lebontását a mikroorganizmusok végzik. A tudomány jelenlegi állása szerint még ismeretlen, hogy az allelokemikáliák a lebontó tevékenység során, vagy a maradványok bomlása után keletkeznek. Továbbá nem toxikus vegyületeket, a mikroorganizmusok képesek átalakítani mérgezővé (HUNYADI et al., 2000).

A napraforgó (*Helianthus annuus* L.) növényi maradványainak lebomlása során szabadulnak fel olyan kémiai vegyületek, melyek a növekedésre negatív hatást gyakorolnak, ezt Rice 1968-as vizsgálatai is bebizonyították. Más megfigyelések alapján, az egyes növényi maradványok, a gyomok csírázási képességét, és növekedését jelentősen csökkentik (PUTNAM-DEFRANK, 1983).

2.2.3 Az allelopátia felhasználása a növényvédelemben

Manapság, egyre nagyobb hangsúlyt fektetünk a környezetvédelemre. Ez a mezőgazdaságot is utolérte, így egyre nagyobb figyelmet kell fordítani az integrált növényvédelmi módszerekre, hogy minél kevesebb kemikáliát használjunk fel. A kémiai módszerek helyett jó megoldás lehet a biológiát előtérbe helyezni, és allelokemikáliák segítségével megoldani a növényvédelmi problémákat. Erre jó megoldás lehet a takarónövények alkalmazása (BARNES-PUTNAM, 1983). Egy ilyen keverék akkor jó, ha minél diverzebb. Talajvédő hatása mellett a nagyfokú biodiverzitás miatt sok allelokemikália kerül a talajba, így ezeknek lehet a gyommagvakra csírázásgátló hatása, de akár a rovarok, és gombás megbetegedések számát is csökkenthetjük, hiszen ahol a kártevő szervezet megjelenik, ott egy idő után, annak predátora is meg fog települni.

Az eddigi kutatások, és a megszerzett tapasztalat alapján, az allelopátia sokrétűen felhasználható a növénytermesztésben, és a gyomszabályozásban, de ahhoz, hogy ez a részét képezze a gyakorlati mezőgazdasági termelésnek, még nagyon sok vizsgálati eredménynek kell létrejönni.

Fontos tudnunk, hogy a gyomszabályozásban a növényi kivonatok alkalmazása korlátozva van. Nagy mennyiségű kivonatra van szükség a kívánt hatás elérése érdekében. Valamint elég nagy hátrányuk, hogy a természetben, a talajba keverve, ezek az allelokemikáliák, gyorsan lebomlanak, és átalakulnak, nem rendelkeznek széleskörű gyomirtási spektrummal. Ebből kifolyólag csak speciális gyomproblémák kezelésére alkalmasak (HUNYADI et al., 2000).

2.3 *THEROPHYTA* NÖVÉNYEK – egyévesek

Olyan növényeket sorolhatunk ebbe a csoportba, amelyek 13 hónapnál rövidebb életciklussal rendelkeznek, így egyévesnek nevezhetjük őket. A kedvezőtlen időjárási körülményekhez adaptálódtak, ezt mag, vagy csíra alakban képesek átvészelni.

2.4 T₄-es életformájú gyomnövények

A kukorica állományokban a globális felmelegedés hatására, a melegigényes gyomnövények kezdtek elterjedni a magyar szántókon. A gyomok közül a legnagyobb kárt a kukoricával egy időben, vagy kicsit később kelő, T₄-es életformával rendelkező gyomok okozzák (PEPÓ, 2019).

Ezeket a T₄-es gyomnövényeket más néven nyárutói egyéveseknek szokás nevezni, a névből adódóan ezek, azok a gyomok amelyek tavasszal csíráznak, és nyár végén magot hoznak. Ez az egyéves gyomok legnagyobb csoportja. Ide sorolható számos nehezen irtható, jelentős kárt okozó, nagyméretű gyomfaj. Ezek a növények jól alkalmazkodtak a nyári száraz, meleg körülményekhez. Optimális hőmérséklet a csírázásukhoz 18-30°C. Ennek köszönhetően a hideget nem bírják jól, az őszi hideg időjárás képes őket elpusztítani, 0°C hőmérsékletet csak mag alakban képesek átvészelni. A T₄-es gyomokra jellemző az erőteljes gyökérszétágazás amely mélyre hatol, így a nyári száraz időszakokat képesek mindenféle probléma nélkül túlélni. Legtöbbször kapás kultúrákban fordulnak elő, amelyekben sok kárt tesznek. Minden mezőgazdaságilag hasznosított területen fellelhetjük ezeket a gyomokat. A kukorica legjelentősebb T₄-es egyszikű gyomnövényei a termesztett köles (*Panicum miliaceum*), kakaslábfü (*Echinochloa crus-galli*), fakó muhar (*Setaria glauca*). Kétszikű gyomjai, a parlagfü (*Ambrosia artemisiifolia*), fehér libatop (*Chenopodium album*), disznóparéj félék, csattanó maszlag (*Datura stramonium*), apró szulák (*Convolvulus arvensis*) (HUNYADI et al., 2000).

A főbb egyszikű, T₄-es gyomfajok borítottsága jelentősen változott az 1947-1953-as I. Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés, és az V. Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés (2007-2008) között. Az eredmények jól mutatják, hogy a termesztett köles (*Panicum miliaceum*) esetében hatalmas előre ugrás történt, hiszen a korábbi 74. helyről a 8. helyre

jutott. Jelenleg a sorban az első helyen a kakaslábfű (*Echinochloa crus-galli*) áll. Továbbá a *Setaria* nemzetség tagjait is nagyfokú borítottsági százalékkal jellemzi az V. Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés a nyár eleji gyomfeltérképezés eredményei alapján. Az eredményeken nagyon jól látszik a hazai gyomflóra teljes átalakulása, amely új kihívás elé állítja a gazdálkodókat (Novák et al., 2009).

2.5 *Echinochloa crus-galli* (ECHCG) – közönséges kakaslábfű



5. Ábra: *Echinochloa crus-galli* (ECHCG) – közönséges kakaslábfű,

a, szemtermés b, levéllemezalap c, és d, csíranövények e, virágos növény (HUNYADI et al., 2000).

A legveszélyesebb egyszikű gyomunk. Mocsári növény volt kezdetben, ezért a rizsnek veszélyes károsítója. jól bírja az árasztást is. A laza homok talajokat kedveli, szárazabb időjárás eseté inkább a homokokon fordul elő. Kötött talajokon nem jellemző gyom, mivel a vizet innen nehezebb felvenni. Csírázáskor melegigényes, ezért a tarlók, kapás kultúrnövények megfelelőek számára, de a műveletlen területeken is megél.

Csíránövény alakban. Késő tavasszal csírázik, kopasz a levéllemeze, és levélhüvely. A lemez közepén az ér fehér, a széle pedig hullámos, a lemez alapjához közel előfordulhatnak egyes szőrszálak. A levélhüvely felül nyitott, nyelvecske nincs, laposra nyomott, alapjánál ibolyásan, pirosasan sávozott.

Kifejlett növény. Közepes, vagy magas termetű, alul legyökerező szárú, bokros növény. Szártöve pirosló is lehet és lapított. A levél és a szár kopasz. Levelei hosszúak, szélesek. A levél éles szélű. A levélhüvelyen nyelvecske nincs. A középső ér mindig piros a tövénél. Füzérkéi 2,5-4 milliméter nagyságúak.

Termése, szem termés, amely elliptus, szálkás, féldomború. Három hártvás pelyva borítja a szemet. Ebből a legalsó csak harmada a háti oldalú toklász hosszának, széles, ovális, a két felső pelyva viszont teljesen takarja a szemet. A háti pelyva domború, öterű, rövid szálkás, a legfelső hasi pelyva héterű, lapos, csúcsából pedig hosszú száлка ered. Mindegyik toklász szürkés-fehér. Néhol ibolyás megjelenésű. Az erek mentén erősen szőrözött. A toklászos szem széles, hasi oldala sík, féldomború, sárgás, gyöngyházfényű. (HUNYADI et al., 2000).

2.6 *Panicum miliaceum* (PANMI) – köles



6. Ábra: *Panicum miliaceum* (PANMI) – köles
a, termés b, virágos növény (HUNYADI et al., 2000).

Még nem honosodott meg az országban, de mindenhol megtalálható. Jelenleg terjedő félben van a hazai kukorica táblákon. Szereti a könnyen melegedő, nem túl vizenyős területeket.

Csíránövény állapotban. Az egyszikű muharfélékhez képest vaskosabb, zömökebb. Levélhüvelye, és levele is szőrözött. Hegyes, puha levele alapjánál egész széles. A levélnyelvecskét szőr koszorú helyettesíti. A levéllemezen a fő ér fehéres, és szélesebb.

Kifejlett növényként, erőteljes, magas. Alul lekönyöklő, bokros növény, melyet szőrök borítanak. a levélhüvely szőrkoszorúba torkollik. Buga virágzata van, amely tömött, nagy. A füzerkéek nagyok, 4-5 milliméteresek.

Termése esetén, leggyakrabban a toklászos szemekkel találkozunk. A szem gömbölyded, széles, gyengén lapított. A hasi, és a háti toklász egyaránt sima. Élénk színű, sárga, piros, szürke, barna. (HUNYADI et al., 2000).

2.7 *Setaria glauca* (SETGL) – fakó muhar



7. Ábra: *Setaria glauca* (SETGL) – fakó muhar

a, füzérke b, szemtermés c, levéllemezalap d, virágos növény (HUNYADI et al., 2000).

Az egész országban elterjedt. Homokos, és a vályog talajokon érzi magát a legjobban. Általában a fakó, és a zöld muhar együtt fordul elő. Talajművelés megszűnése esetén a többi gyomfaj gyorsan kiszorítja. Kapás kultúrákban, tarlón, ültetvényekben, kiskertekben egyaránt előfordulnak, kalászosokban, csak a vetéshibás részeken jelenik meg.

Csíránövényként, nedves, meleg környezetet igényel, és a csírázáshoz fény is kell neki. Tavasztól indul csírázásnak. A levéllemez közepe fehéres, ritkán pirosas. Alul a szár, és levelek találkozásánál erősen szőrözött. Levélhüvelye a kakaslábfűhöz hasonló.

A kifejlett növény magas termetű, felálló szárú, alsó levele pirosas színezetű. Levelek alsó részén szintén szőrözött. Nyelvecske helyén nagy szörkoszorú található. A buga hengeres, tömött a tengelye nem látható. Oldalági füzérkéi vannak. A toklászok egyenletesen harántráncosak.

Szem termése pelyvás, 2-3 milliméter nagyságú, élesen féldomború. A háti toklász erősen domború, gyengén sárgás, zöldes árnyalatú. Hasi toklása sík (HUNYADI et al., 2000).

3 Anyag és módszer

A vizsgálatunk során a kukorica táblákon legjellemzőbb egyszikű T₄-es gyomok allelopátiás hatásait vizsgáltuk, a kukorica csírázására vetítve, bioassay kísérlet keretein belül.

A kísérletünk, már 2023 nyarán elkezdődött, amikor augusztusban, megszedtük a növényi mintákat. Ezek a minták, keszthelyi mezőgazdasági területekről származnak. A felhasznált gyomnövények az *Echinocloa crus-galli*, a *Panicum miliaceum*, és a *Setaria glauca* voltak. Ezeket a mintákat a föld maradványoktól megtisztítottuk, majd légszáraz állapotig szárítottuk. A kísérlet folyamán a növényeknek, csak a zöld növényi részeit használtuk fel



8. Ábra: *Setaria glauca* szárítása. (Forrás: saját kép)

Száritást követően pár centiméteres darabokra aprítottuk fel a növényeket. Ezt követően homogén elegyet kevertünk mindegyik növényfajból külön-külön.

A felaprított darabokból 2,5, és 5 m/V%-os töménységű kivonatokat készítettünk szobahőmérsékleten. A kivonatok előállításához 500 cm³ csapvizet, a növényekből pedig a 2,5%-os oldat esetén 12,5 g növényi részt, még az 5%-os oldat esetén 25 g aprítékot

használtunk fel. Ezt követte 24 órás áztatás, szintén szobahőmérsékleten. 24 óra elteltével ezeket leszűrtük, így megkaptuk, a tiszta kivonatokat.

A kísérlet során Petri-csészéket használtunk, amikbe a szűrőpapír behelyezése után, 25-25 kukorica szemet használtunk fel. A kukorica hibrid egy Mv. Koppány volt.

A Petri-csészékben elhelyezett magokat ezután lelocsoltuk, 15 milliliter növényi oldattal, ezután a csíráztató szekrénybe kerültek, itt 24°C-os hőmérsékleten, sötétben egy hetet töltöttek el a szemek. A vizsgálatot 4 ismétlésben végeztük el. A kivonattal készült vizsgálat mellett 4 ismétlésben kontroll is lett beállítva, amely 15 milliliter csapvízzel készült.

Egy hét után a kiértékelés következett. Megvizsgáltuk a csíranövényeket, és egy vonalzó segítségével lemértük a hajtás, és a primer gyökérhosszokat. A kapott adatokat Excel táblázatba vezettük fel, majd ezekből statisztikai vizsgálatot készítettünk, amelyeket minden esetben a kontrollhoz viszonyítva értékeltünk.

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

A hipotézis vizsgálatok során, a kezelés, kontrollal való összehasonlításához független mintás t próbát alkalmaztunk. A kétmintás t próba alkalmazásához a szórásazonosságra vonatkozó feltétel ellenőrzését az F próbával végeztük el. Amennyiben ez ne erősítette meg a szórásazonosságot, a Welch-próbát használtuk (SZÚCS 2002). Ezekhez az Excel adatelemző módszereit hívtuk segítségül. A saját vizsgálatok eredményeinél a próbák empirikus szignifikancia szintjét (p érték) tüntettük fel, ahol az 5%-os szignifikancia szintnél kisebb p értékek esetében tartjuk szignifikánsnak a kezelés hatását a kontrollhoz képest. A módszerek alkalmazásánál feltételeztük a hajtáshossz és gyökérhossz értékek normál eloszlását.

4 Vizsgálati eredmények, és kiértékelésük

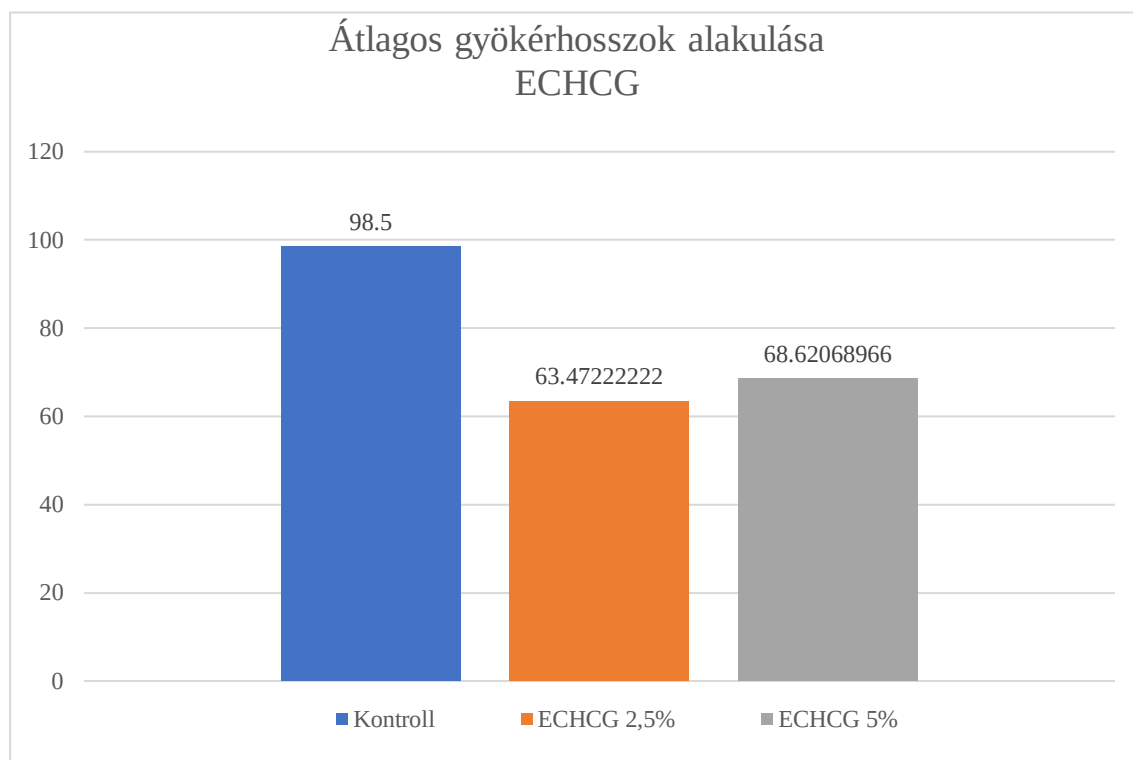
4.1 *Echinocloa crus-galli* kukoricára gyakorolt allelopátiájának vizsgálata

4.1.1 *Echinocloa crus-galli* allelopatikus hatásának vizsgálata a kukorica gyökérhosszára

A kakaslábfü leveléből és szárából készült kivonatokkal kezelt kukorica szemek gyökérhosszát, összehasonlítottuk a kontroll adataival (**9. Ábra**). A 2,5%-os oldattal kezelt kukorica átlagosan 63,47 mm-t, míg a 5%-os oldattal kezelt 68,62 mm-t ért el.

A kontrollhoz viszonyítva mindegyik kezelés esetén csírázásgátló anyagot diagnosztizálhatunk, mivel a gyökérhosszok szignifikánsan eltérnek a kontroll értékétől ($p_{2,5\%}=0,001$, $p_{5\%}=0,017$).

A legnagyobb gátlóhatás, a 2,5%-os koncentrációjú anyaggal kezelt magok esetén figyelhető meg. Ebben az esetben 35,56%-al kisebb a gyökérhossz a kontrollhoz képest.

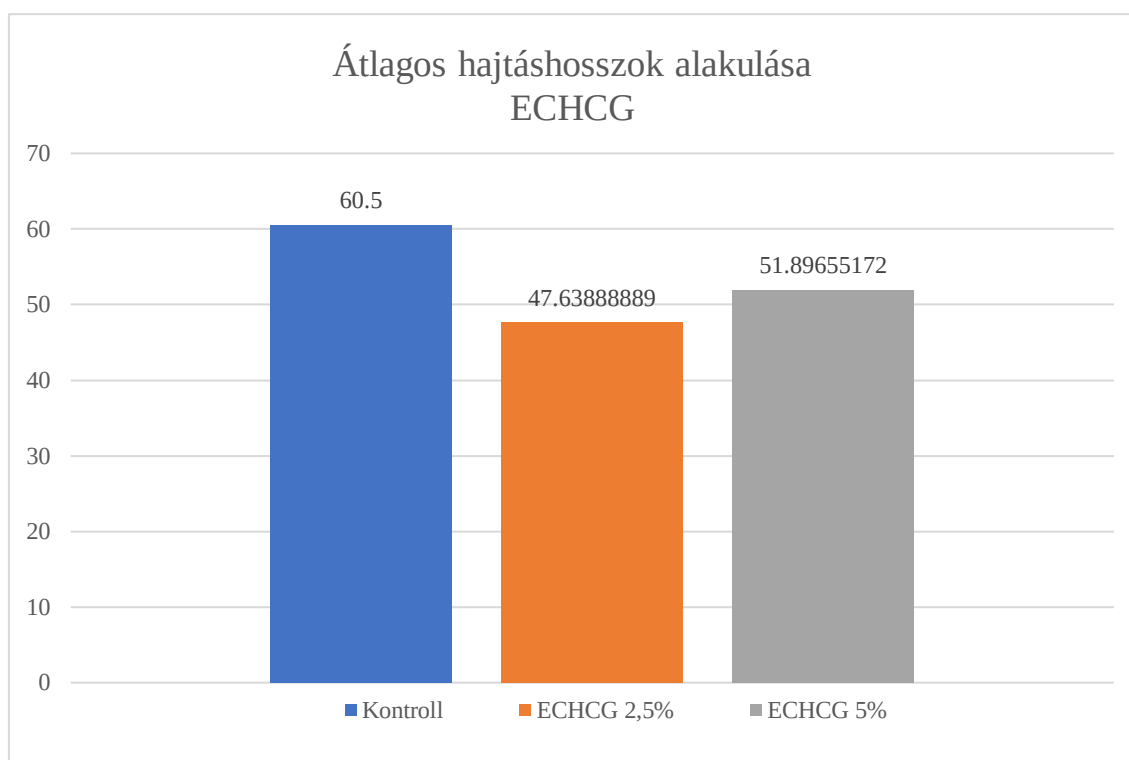


9. Ábra: Az *Echinocloa crus-galli*, különböző koncentrációs kivonatának hatása a kukorica átlagos gyökérhosszára.

4.1.2 *Echinocloa crus-galli* allelopatikus hatásának vizsgálata a kukorica hajtásnövekedésére

A kakaslábfűből készült növényi kivonattal kezelt kukorica növények hajtáshosszra vizsgált eredményét értékelve a további adatokat kaptuk: a 2,5%-os kezelés hatására szintén kisebb eredményt értünk el a kontrollhoz képest, mint az 5%-os esetén.

A hipotézis vizsgálat során kiderült, hogy itt nincs szignifikáns eltérés a kontrollhoz képest egyik kezelés hatására sem ($p_{2,5\%}=0,062$, $p_{5\%}=0,36$), így kijelenthetjük, hogy a kezelésnek nem volt hatása a kukorica növényeink hajtáshosszáinak növekedésére. (10. ábra)



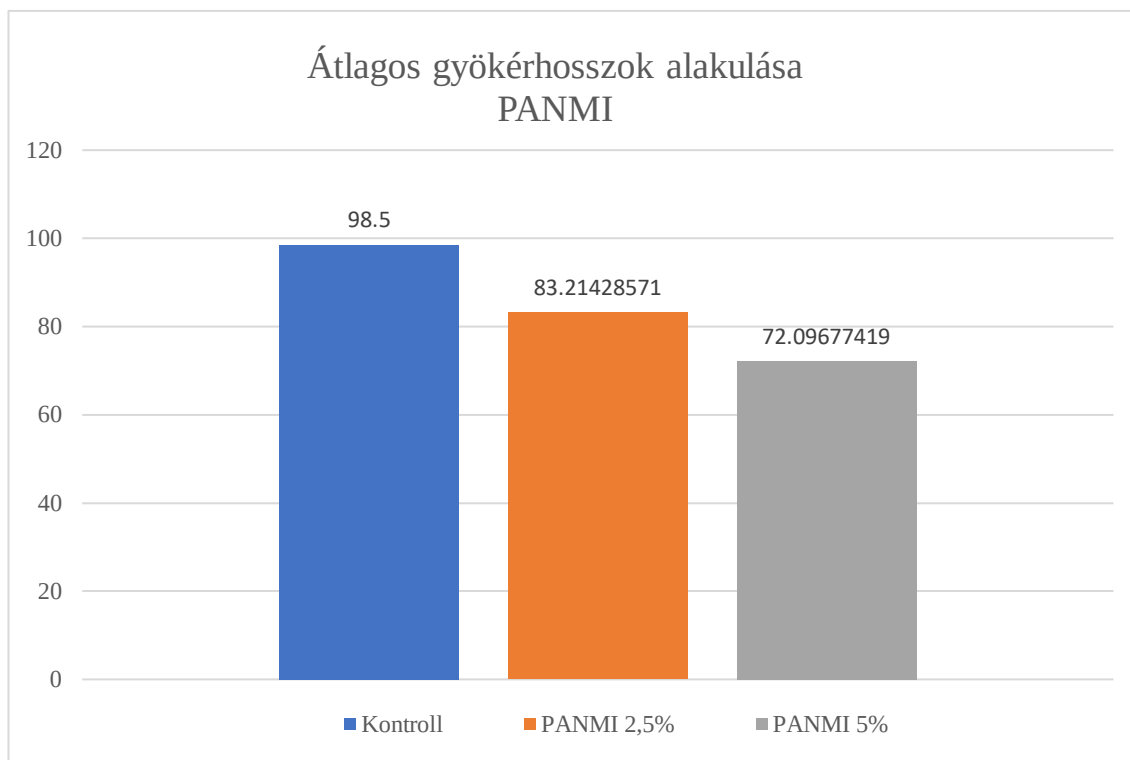
10. Ábra: Az *Echinocloa crus-galli*, különböző koncentrációs kivonatának hatása a kukorica átlagos hajtáshosszára.

4.2 *Panicum miliaceum* kukoricára gyakorolt allelopátiájának vizsgálata

4.2.1 *Panicum miliaceum* allelopatikus hatásának vizsgálata a kukorica gyökérhosszára

A termesztett kölesből kivont allelokemikáliás vizsgálat eredményeként elmondható, hogy a 2,5%-os oldattal kezelt kultúrnövény átlagos gyökérhossza 83,21 mm, még az 5%-os folyadék hatására 72,1 mm az átlagos hossz. Ebben az esetben az 5%-os kezelés hatására a kontrollhoz viszonyítva 26,81%-al kisebb eredményt kaptunk. (11. ábra)

A 2,5%-os kezelésről a hipotézisvizsgálat során megállapítottuk, hogy mivel a kezelést és a kontrollt összehasonlítva nincs szignifikáns eltérés ($p_{2,5\%}=0,174$). Ezért a kezelésnek nincs hatása a gyökérhossz alakulására. Az 5%-os kezelés esetén az adatsorok között van szignifikáns eltérés ($p_{5\%}=0,023$), így a kezelésnek volt gyökérhosszára való negatív hatása.

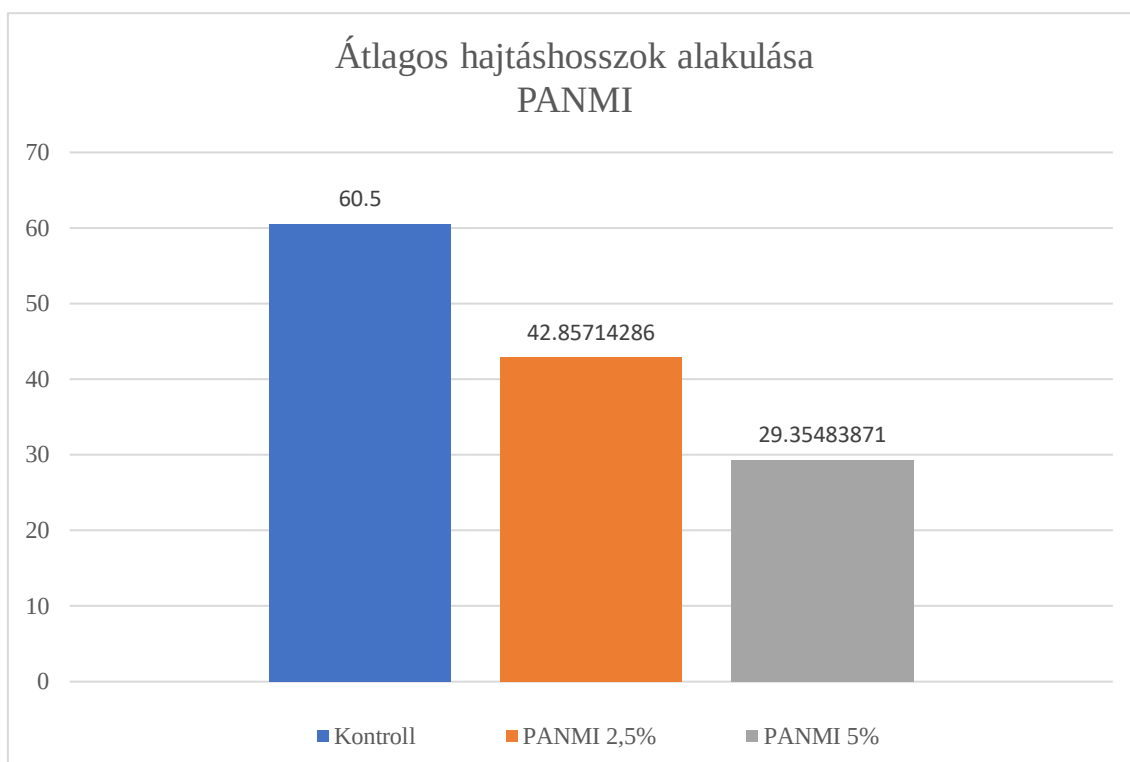


11. Ábra: *Panicum miliaceum* különböző koncentrációjú kivonatainak hatása a kukorica gyökérhosszára.

4.2.2 *Panicum miliaceum* allelopatikus hatásának vizsgálata a kukorica hajtásnövekedésére

A termesztett kölesből kivont növényi oldattal kezelt kukorica szemek esetén, a hajtáshosszok jelentős eltérést mutatnak a kontrollhoz képest. A 2,5%-os készítménnyel kezelt kultúrnövény 42,86 millimétert, amíg az 5%-os kezelés hatására csak 29,35 millimétert ért el az átlagos hajtáshossz. A legnagyobb eltérés az 5%-os kezelés hatására történt meg. Ebben az esetben 51,49% az eltérés a kontrollhoz viszonyítva.

A hajtáshossz értékek a 2,5%-os, és az 5%-os kezelés hatására a hipotézisvizsgálat alapján szignifikáns eltérést mutatnak a kontrollhoz képest ($p_{2,5\%}=0,01$, $p_{5\%}=0,000006$), így a kezelésnek volt allelopatikus hatása a kukorica csírázására. (12. ábra)



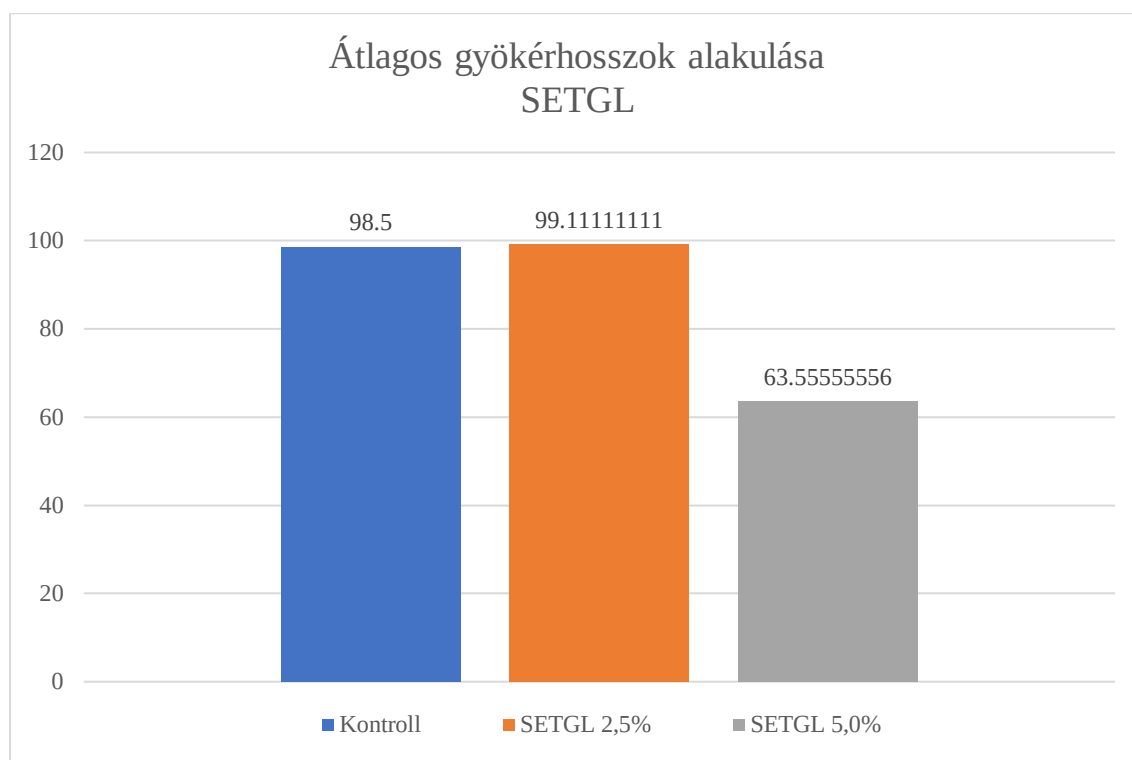
12. Ábra: *Panicum miliaceum* különböző koncentrációjú kivonatainak hatása a kukorica hajtáshosszára

4.3 *Setaria glauca* kukoricára gyakorolt allelopátiájának vizsgálata

4.3.1 *Setaria glauca* allelopátiás hatásának vizsgálata a kukorica gyökérhosszára

A fakó muhar allelokémikáliáját tartalmazó növényi oldattal kezelt kukorica szemek esetén, az átlagos gyökérhosszok alakulása a következő volt (13. ábra). A 2,5%-os kezelés utáni átlagos kukorica gyökérhossz nem tér el szignifikánsan a kontroll eredményétől ($p_{2,5\%}=0,96$). Az 5%-os kezelés hatására viszont jelentős és statisztikailag is igazolt fejlődésbeli lemaradás figyelhető meg ($p_{5\%}=0,005$). Itt 63,56 mm az átlagos gyökérhossz. A kontrollhoz képest ez 35,47%-os különbséget jelent.

A 2,5%-os kezelés a hipotézisvizsgálat alapján, nem mutat szignifikáns adatbeli eltérést, így azt mondhatjuk, hogy a kezelésnek nem volt hatása a gyökérhossz alakulására. Az 5%-os oldattal kezelt növények esetén az adatok szignifikáns eltérést mutatnak, ezért itt a kezelésnek volt hatása a csírázásra.

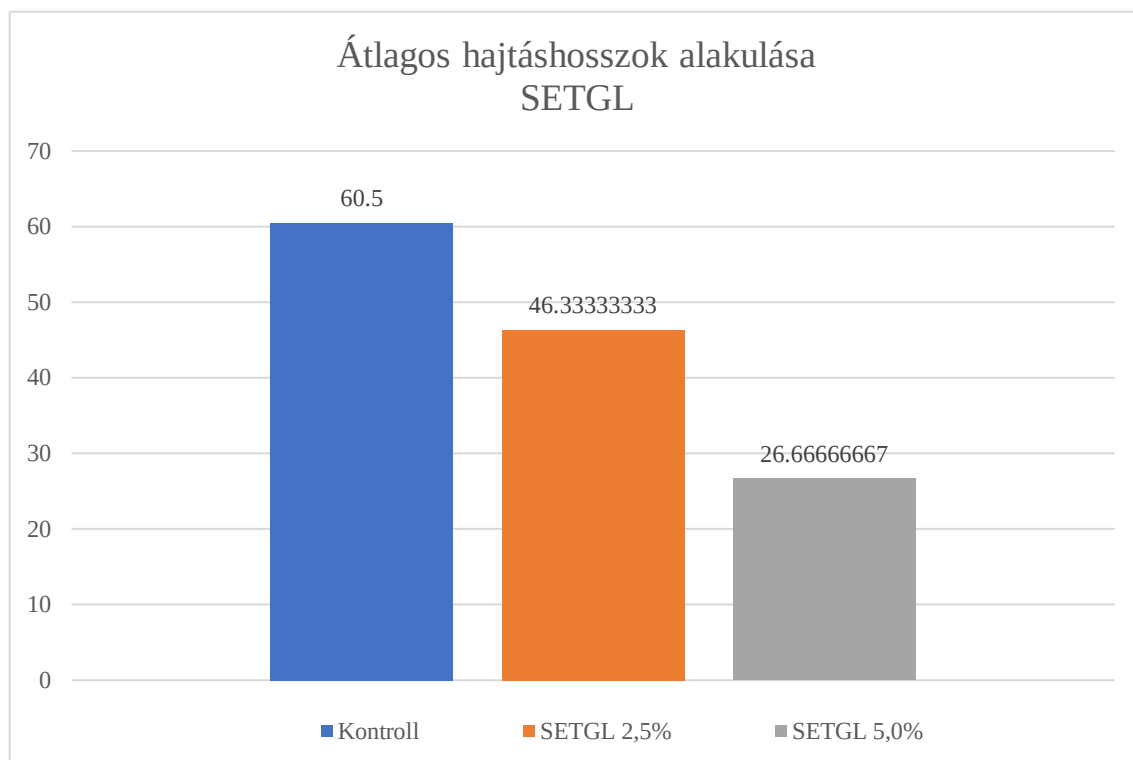


13. Ábra: *Setaria glauca* különböző koncentrációjú kivonatainak hatása a kukorica gyökérhosszára.

4.3.2 *Setaria glauca* allelopatikus hatásának vizsgálata a kukorica hajtásnövekedésére

A hajtáshosszt tekintve a fakó muhar esetén jelentős a hajtások közötti különbség. A 2,5%-os kezelés hatására az átlagos hajtáshossz 46,33 mm volt, ez 23,42%-os csökkenést jelent. Az 5%-os oldattal kezelt kukorica szemek esetén 26,67 mm volt az átlagos hajtáshossz, ez pedig 55,91%-os hajtás méret csökkenést jelent.

A hipotézisvizsgálat eredményeként megkaptuk, hogy a kontrollhoz képest a kapott adatok szignifikánsan eltérnek ($p_{2,5\%}=0,039$, $p_{5\%}=0,0000019$), ezért a kísérlet eredményeként megállapíthatjuk, hogy a kezelésnek volt hatása a hajtáshosszok növekedésére. A fakó muhar tartalmaz olyan allelokemikáliát amelynek csírázás gátló hatása van.



14. Ábra: *Setaria glauca* különböző koncentrációjú kivonatainak hatása a kukorica hajtáshosszára

5 Következtetések, javaslatok

A kísérlet során tanulmányoztuk a kukorica táblákon előforduló leggyakoribb egyszikű T₄-es életformájú gyomnövényeket. Ezek a gyomok a kakaslábfi, a termesztett köles, és a fakó muhar voltak. A csíráztatási kísérlet alapján elmondható, hogy mindegyik gyomnövény termel olyan allelokemikáliát amely a kukorica vagy hajtásának, vagy a gyökérzetének, vagy esetleg mind a kettőnek a fejlődésére gyakorol negatív hatást.

A vizsgálat során igyekeztünk lemodellezni a természetben is előforduló körülményeket, ezért minden esetben szobahőmérsékletű vizet használtunk fel. A kivonatok töménysége a természetben is előfordulhat, de ez nagyban függ a környezeti körülményektől. Főként a csapadék mennyiségétől, talaj vízgazdálkodásától. Az allelokemikáliák a talajban képesek gyorsan átalakulni, ezt nem tudtuk lemodellezni labor körülmények között. Érdekes lenne terepi kísérletet is beállítani ennek megfelelő, és még pontosabb meghatározásához.

A kapott eredmények jól tükrözik az allelokemikáliák csírázásra gyakorolt hatását. A gyomokat ezek a kémiai vegyületek segítik a terjeszkedésben, megtelepedésben. A legnagyobb gátló hatást a fakó muhar esetén mértük a hajtáshosszok alakulása esetén. Ezért valószínűsíthetőnek tartom, hogy ezért ez a legveszélyesebb T₄-es egyszikű gyomnövény a kapás kultúrákban az Országos Gyomfelvételezések listája alapján.

A gyomnövények gátló hatását (a kontrollhoz képest) tesztelő próbák p értékei

	Hajtáshossz		Gyökérhossz	
	2,5%	5%	2,5%	5%
<i>Echinochloa crus-galli</i>	0,06	0,36	<u>0,0012</u>	<u>0,016</u>
<i>Panicum miliaceum</i>	<u>0,01</u>	<u>0,0000056</u>	0,174	<u>0,023</u>
<i>Setaria glauca</i>	<u>0,039</u>	<u>0,0000019</u>	0,96	<u>0,005</u>

A mai gazdasági körülmények, és az egyre kevesebb kémiai növényvédőszer elérhetősége miatt, nagy figyelmet kell fordítani a mechanikai gyomirtásra, vagy az olyan megoldásokra amelyek mulcsot hagynak a felszínen ezzel is megelőzve a terület gyomosodását. Ilyen technológiák mellett csökkenthetőek a táblákon lévő allelopatikumok gátló hatásai.

Véleményem szerint a jövőben egyre fontosabbá fog válni, a növényvédelemben ezeknek az allelokemikáliáknak az ismerete. Több növényt kell megismerünk, és használunk őket akár takarónövényként, hogy a későbbiekben ne kelljen szembe nézni hatalmas gyom foltokkal.

6 Összefoglalás

A mai gazdálkodókat nagy feladat elé állítja a gyomszabályozás kérdése. Közismert tény, hogy megfelelő növényvédelem nélkül a kukorica nem termelhető eredményesen.

A legnagyobb problémát az egyszikű T₄-es életformájú gyomok jelentik a kukoricatermesztésben. Főként az *Echinocloa crus-galli*, a *Panicum miliaceum*, és a *Setaria glauca*. A termés csökkentő hatásukat nem csak a víz, és tápanyag felhasználásukkal eredményezik. Számításba kell venni az általuk termelt különböző allelokemikáliákat is.

1983-ban Putman és Defrank, felfedezték, hogy bizonyos növények akár 84 féle csírázást mérséklő anyagot is termelhetnek. Azóta ez a terület is sokak által kutatott. Továbbá ma már azt is tudjuk, hogy ezek az allelokemikáliák nemcsak gátló hatásúak lehetnek, hanem serkentő hatással is bírhatnak.

A laboratóriumi vizsgálataink során kiderült, hogy az *Echinocloa crus-galli*, a *Panicum miliaceum*, és a *Setaria glauca* is termel olyan allelokemikáliát amely a növények kezdeti fejlődésére hatással van. A *Setaria glauca* esetén a hajtáshosszra gyakorolt gátló hatás miatt a kontrollhoz viszonyítva 55,91%-os hajtáshossz csökkenést diagnosztizáltunk az 5%-os kivonat esetén. Az *Echinocloa crus-galli* 2,5%-os kivonatóval kezelt kukorica szemek esetén mértünk 35,56%-al kisebb a gyökérhosszt a kontrollhoz képest.

A szakdolgozatomban bemutatott vizsgálati eredmények alapján is megállapítható, hogy bizonyos gyomnövények termelnek olyan allelokemikáliákat, amelyek gátló hatásúak lehetnek a kukorica csírázására, és a csíranövény további fejlődésére. Az allelopátia kivédésének céljából fontos a szakszerű gyomszabályozás, hogy megfelelő termésszinteket tudjunk elérni.

7 Köszönetnyilvánítás

Köszönöm Dr. Pásztor György konzulensemnek a Szakdolgozatomban való segítségét.

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

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

8 Irodalom jegyzék

Nyomtatásban megjelent források:

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

12. H. WICKHAM. (2016): ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York.
13. HOFFMANN-BAHNSEN, R. - PLESSOW, J. (2003): Alte Kulturpflanze neu entdeckt, Rispenhirse (*Panicum miliaceum*) eine ideale Sommerung für den ökologischen Landbau. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 15: 31-33.
14. HORVÁTH J. - FISCHL G. - KADLICKÓ S. - KISS E. - PINTÉR CS. - BÍRÓ K. (1995): A szántóföldi növények betegségei. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 66-89.
15. HUNYADI K. (1988): Szántóföldi gyomnövények és biológiájuk. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
16. IVÁNY K. - KISMÁNYOKY T. – RAGASITS I. (1994): Növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 154-183.
17. KLINGENHAGEN, G. (2018): Bestimmen von Ungräsern und Unkräutern in Mais. Nufarm Deutschland GmbH, Deutschland.
18. NOVÁK R. – DANCZA I. – SZENTEY L. – KARAMÁN J. (2009): Magyarország szántóföldjeinek gyomnövényzete. Ötödik Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés (2007-2008). FVM, Budapest.
19. PEPÓ P. (2019): Integrált növénytermesztés 2., Alapnövények. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó, Budapest. pp. 59-92.
20. PETERS, G (2018). userfriendlyscience: Quantitative analysis made accessible. doi: 10.17605/osf.io/txequ
(URL: <https://doi.org/10.17605/osf.io/txequ>), R package version 0.7.2, <URL: <https://userfriendlyscience.com>>
21. PUTNAM, A. R. - DEFRANK, J. (1983): Use of phytotoxic plant residues for selective weed control. Crop Prot., 2: 173-181.
22. R CORE TEAM (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

23. RICE, E. L. (1968): Inhibition of nodulation of inoculated legumes by pioneer plant species from abandoned fields. *Bull Torrey Bot. Club*, 95: 346-358.
24. RICE, E. L. (1974): *Allelopathy*. Academic Press, New York. p. 353.
25. RICE, E. L. (1979): *Allelopathy an update*. *Bot. Rev.*, 45: 15-109.
26. RICE, E. L. (1984): *Allelopathy*. Academic Press, Orlando, Florida.
27. SZABÓ, L. (1997): *Allelopathy-Phytochemical Potential-Life Strategy*. JPTE, Pécs. p.129.
28. SZIEBERTH D. – SZÉLL E. (1998), *Amit a kukoricatermesztésről a gyakorlatban tudni kell*, Agroinform Kiadó, Budapest. p. 30.
29. SZŰCS ISTVÁN: *Alkalmazott statisztika*, Budapest 2002 (pp 230-231)
30. TUKEY, H. B. (1971): Leaching of substances from plants. In *Nat. Comm. For IBP*. (eds.), *Biochemical Interactions among Plants*. Nat. Acad. Sci. Washington, D.C., pp. 25-32.

Internetes forrás:

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

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: CSALAVA ÁKOS
A Hallgató Neptun kódja: E2ENS2
A dolgozat címe: *A Panicum miliaceum, Echinochloa crus-galli, Setaria glauca* in vitro allelopátiájának vizsgálata *Zea mays* L. faj esetén
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszékének a neve: Növényvédelmi Intézet

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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 szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

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

Kelt: Komárom, 2023.10.27.

Hallgató aláírása

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függelék: A MATE egységes szakdolgozat /
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.1. sz. melléklete: Konzulensi nyilatkozat

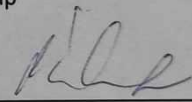
NYILATKOZAT

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

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

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: Szeptember, 2023 év 27-én hó 30 nap


Dr Pásztor György
belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő alulvonalazás.

³ A megfelelő alulvonalazás.



REDMI NOTE 9 PRO
AI QUAD CAMERA