



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Georgikon Campus Keszthely
Mezőgazdasági mérnök BSc.

**Xenobiotikum által előidézett stressz káros hatásainak és eliminálásuk
lehetőségeinek vizsgálata növénykondicionáló készítményekkel napraforgó állományban**

Belső konzulens: Szaszkoné Dr. Decsi Éva Kincső
egyetemi docens

Külső konzulens: Both Gyula
növényvédelmi szaktanácsadó

Készítette: Imre Gréta Anna
YN354R
nappali tagozat

Növénytermesztési-tudományok Intézet
Növényélettan és Növényökológia Tanszék

Keszthely
2025

Tartalomjegyzék

1	Bevezetés.....	3
2	Célkitűzés.....	6
3	Irodalmi áttekintés.....	7
3.1	Biológiai alapok és a napraforgó termesztés jelentősége a világon és hazánkban.....	7
3.2	A napraforgó jelentősége, főbb felhasználási formái.....	8
3.3	A napraforgó botanikája és éghajlati igénye.....	10
3.4	A napraforgó vízigénye.....	11
3.5	A napraforgó talajigénye és tápanyagellátása.....	12
3.6	A xenobiotikumok, mint abiotikus stressztényezők vizsgálata, és hatásaik az egyes növényi életfolyamatokra.....	13
3.6.1	Gyomirtó stressz.....	14
3.6.2	A kísérlet során vizsgált enzimek.....	16
3.7	A felhasznált növénykondicionálók hatásmechanizmusa.....	17
3.7.1	TERRA-SORB Foliar.....	17
3.7.2	RhizoMagic.....	18
4	Anyagok és módszerek.....	20
4.1	A vizsgálati terület és az alkalmazott agrotechnika bemutatása.....	20
4.2	A kísérleti területen alkalmazott agrotechnikai műveletek.....	22
4.2.1	Clearfield-permetezés napraforgóban.....	23
4.3	A kísérletben szereplő növényanyag.....	25
4.4	A kísérletben alkalmazott további peszticidek.....	25
4.5	A kísérleti elrendezés bemutatása.....	26
4.6	A növényi minták gyűjtésének menete.....	27
4.7	A vizsgált antioxidáns enzimek extrakciója.....	29
4.8	Az enzimaktivitások becslése.....	29
4.8.1	SOD.....	29
4.8.2	GR.....	29
4.8.3	GST.....	29
4.8.4	CAT.....	30
4.8.5	POX.....	30
4.9	Növényi paraméterek vizsgálata.....	30
4.9.1	A növények magasságának mérése.....	30
4.9.2	A termésmennyiség paramétereinek mérése.....	33

4.10	A mennyiségi tulajdonságok értékelése során alkalmazott egytényezős varianciaanalízis jellemzői	33
5	Eredmények és értékelésük	35
5.1	A tenyészidőszak időjárásának alakulása	35
5.2	Az enzimaktivitások becslése során kapott eredmények értékelése	36
5.3	A varianciaanalízis alkalmazása során kapott eredmények értékelése.....	40
5.3.1	Növénymagasság eredményeinek értékelése különböző időpontokban:	40
5.3.2	A növény fiziológiai paramétereinek vizsgálata során kapott eredmények értékelése.....	44
5.4	A kutatás során felhasznált gyomirtószer és növénykondicionáló készítmények területalapú költségei.....	46
6	Következtetések és javaslatok	47
7	Összefoglalás.....	49
8	Irodalomjegyzék.....	50
9	Ábrák, képek és táblázatok jegyzéke	57
10	Köszönetnyilvánítás	59
11	Nyilatkozatok	60

1 Bevezetés

Azokat a növényfajokat, amelyek magjából, terméséből, egyéb növényi részéből étkezési és ipari felhasználású olajat állítanak elő, az olajnövények csoportjába soroljuk. A növénycsoport képviselőire jellemző a minimálisan 18-20% olajtartalom (ANTAL, 2005). A növénytermesztés szempontjából sokoldalú szerepük van az olajnövényeknek (ANTAL, 1978).

A világ összes szántóterületének kétharmadán termesztenek olajnövényt és gabonát. Az Európai Unióban is relatíve hasonló az arány, ahol a napraforgó kapja az egyik meghatározó szerepet az olajnövények közül (INTERNET1). Az említett kultúrnövények manapság kiemelkedő jelentőséggel bírnak mind a humán táplálkozásban, mind pedig az ipari felhasználásban, melynek köszönhetően vetésterületük évről-évre növekszik. Nemzetgazdasági jelentőségük világviszonylatban a növényi eredetű zsírok fogyasztásában nyilvánul meg. Amellett, hogy az élelmiszeripart szolgálják ki, számos előnyük is van. Elsősorban a talaj kultúrállapotára gyakorolnak kiemelkedő hatást, termesztésükkel javítható a vetésszerkezet is (ANTAL, 1978).

Az olajnövények több kedvező hatása ismert, mint például, hogy jó előveteményei az őszi kalászosoknak és előnyösen befolyásolják az erőforrások kihasználását. Kedvezőtlen tulajdonságnak számít azonban, hogy a hozam biztonságára és a jövedelmezőség színvonalára nem jellemző az állandóság. Ez azzal függ össze, hogy a termesztéstechnológiai munkafolyamatok érzékenyek az munkavégzés időpontjára és az időtartamra.

A napraforgó termesztés szoros kapcsolatban áll az állattenyésztéssel is, mivel az olajgyártás során keletkező fehérjetartalmú melléktermékek jórészt fedezik az intenzív állattartás növekvő fehérjeigényét (ANTAL, 1978).

A világ folyamatosan küzd az élelmiszer-előállítás problémájával, ami már a történelem előtti időkben is létezett és a mai napig meghatározó szerepű. Természeti adottságainak köszönhetően Magyarország ebből a szempontból mindig szerencsés helyzetben volt. Fontos azonban megérteni, hogy az emberiség fő táplálékát a növények biztosítják, így számukra a stresszmentes környezet biztosítása elsődleges célkitűzés kell, hogy legyen.

Ezen a ponton válik fontossá a stressz fogalmának értelmezése, melyre számos meghatározás született az idők folyamán. Vannak, akik a terhelés és az alkalmazkodóképesség különbségeként értelmezték, akár pozitív, akár negatív fogalomként (JANDA, 2023).

Selye János magyar származású orvos és kutató alkotta meg az általános stresszelméletet, amellyel bővebben az „Életünk és a stressz” című könyvében (1965)

foglalkozik. A Bécsben született tudós munkássága adja a növényi stresszélettani kutatások alapját is (SELYE, 1936).

A stressz meghatározása egy nagyon összetett fogalom, egy fajlagos tünetcsoportban megnyilvánuló állapot, amely minden - nem fajlagosan előidézett – elváltozást magába foglal egy biológiai rendszeren belül (SELYE, 1965). Selye definíciója szerint a szervezet túlterhelt, túleröltetett élettani állapota, amelyet elsősorban állatokon végzett kísérletek alapján állapított meg. Később azonban kiderült, hogy ezek a feltételezések növények esetében is igazak (JANDA, 2023).

Külső szemmel figyelve az emberi, állati és a növényi stressz tünetei eltérnek egymástól, bár a háttérben lévő biokémiai folyamatok sokban hasonlítanak. Az extrém körülmények, mint például a fagy, a toxikus nehézfémek és a napjainkban jellemző szárazság olyan stresszállapotot idéznek elő, amely gátolja a növényeket növekedésükben, fejlődésükben, szaporodásukban és a termés hozamot is csökkenti. A növények helyhez kötöttségük révén nem képesek ezen külső környezeti hatások elől elmenekülni (LICHTENTHALER, 1996; SZIGETI, 2013a).

Larcher (1987) osztrák ökofiziológus is megfogalmazta elméletét a témával kapcsolatban, miszerint a növényi stressz egy olyan terheléses állapot, amelyben a növényvel szembeni fokozott igénybevétel a funkciók kezdeti destabilizációját követően egy normalizálódáson át az ellenállóság fokozódásához vezet, majd a tűréshatár túllépésekor tartós károsodást vagy akár pusztulást is okoz.

Stresszoroknak azokat a tényezőket nevezzük, amelyek a fentebb említett folyamatokat kiváltják (JANDA, 2023). Megkülönböztetünk abiotikus és biotikus stresszorokat (WANG et al., 2003).

Az élettelen környezeti tényezőket nevezzük abiotikus stressztényezőeknek, amelyekkel szembe kell nézniük a növényeknek. Ebbe a csoportba soroljuk például a túl alacsony, vagy a túl magas hőmérsékletet, a nem megfelelő mennyiségű vizet, a nehézfémek túlzott jelenlétét és a különféle herbicideket. A biotikus stresszorok csoportjába pedig azok az élőlények tartoznak, amelyek szintén a növények növekedését és fejlődését gátolják, megemlítve itt a vírusokat, baktériumokat és gombákat (JANDA, 2023).

Az úgynevezett „stressz-szindróma” fogalma szintén Selye János nevéhez fűződik, amely mai értelemben a tartósan fennálló kedvezőtlen körülményekre adott stresszválaszt foglalja magába (más néven GAS – general adaptation syndrome vagy általános adaptációs szindróma), (JANDA, 2023). A GAS-modell azt mutatja meg számunkra, hogy ha egy szervezet valamilyen stresszhatás alá kerül, eleinte elkezd csökkenni az általános rezisztenciaszintje és ha

ez a stressz túl erős, akkor az akut károsodáshoz, vagy végső esetben pusztuláshoz vezet. Selye ezt négy szakaszra osztotta fel, ebből az első a vészreakció szakasza, mely során az élettani funkciók eltérnek a normális működéstől és lebontó folyamatok kerülnek előtérbe. Ha viszont a szervezet képes ellenállni, akkor a rezisztenciaszint az alarm fázis után elkezd növekedni, sőt egy magasabb rezisztenciaállapot is kialakulhat, ez a második szakasz, az ellenállás stádiuma. Tartós és erős stressz következtében beszélhetünk a kimerülési fázisról (harmadik szakasz), melynek következtében elpusztulhat a szervezet. A negyedik szakasz pedig a regeneráció fázisa, melynek során a növény teljesen regenerálódhat a stresszor megszűnését követően (JANDA, 2023; LICHTENTHALER, 1996; 1998).

A legnagyobb kihívás a mai gazdálkodók számára az említett stresszhatások kivédése, a termésveszteségek elkerülése és a genetikai potenciál minél jobb kihasználása (DECSI, 2022). A környezeti tényezők káros hatásainak kivédésére napjainkban már számos lehetőség közül válogathatunk. Dolgozatunkban egy kevésbé kutatott, de gyakori abiotikus stresszor, a xenobiotikumok által előidézett stressz káros hatásait és eliminálásuk lehetőségeit vizsgáltuk.

2 Célkitűzés

Célul tűztük ki, hogy megvizsgáljuk a kísérlet során alkalmazott gyomirtó szer (Pulsar Plus) és növénykondicionáló szerek (Terra-Sorb Foliar, RhizoMagic) hatásait a napraforgó különböző élettani és biokémiai jellemzőire, valamint termésparamétereire. A növénykondicionáló készítmények használatával a kultúrnövényünk stresszmentes állapotának mielőbbi visszaállítása volt a cél.

3 Irodalmi áttekintés

3.1 Biológiai alapok és a napraforgó termesztés jelentősége a világon és hazánkban

A napraforgó tudományos nevén *Helianthus annuus* L., először Carl von Linné svéd természettudós „*Species plantarum*” című munkájában került megemlítésre 1753-ban (FRANK, 1999). Ez a kultúrnövény a fészkesvirágzatúak családjába (*Asteraceae*), azon belül pedig a *Helianthus* nemzetséghez tartozik. Egyéves, lágyszárú növény (PEPÓ, 2010), mely az egyik legfontosabb olajnövény világszinten (FAO, 2021).

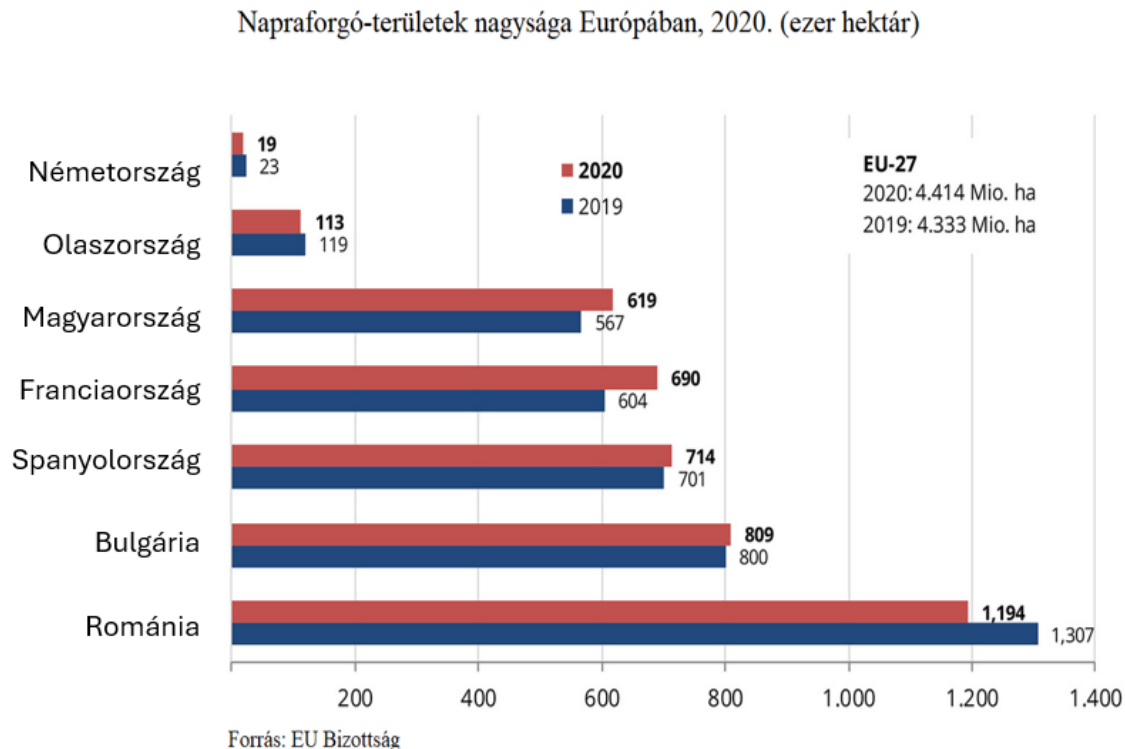
Észak-Amerikában őshonos (a 32-52. szélességi fokok között), ahonnan a történelmi adatok szerint a 16. század közepe előtt Spanyolországba vitték. Dodonnaeus Rembertus írása szerint a spanyol királyi kertben dísnövényként tartották számon (FRANK és SZENDRŐ, 2011). Az 1800-as évek közepén a napraforgó szántóföldi termesztése az orosz területeken is megkezdődött, így a mai, világszerte termesztett fajták többsége a volt Szovjetunió területéről származik (INTERNET2). Krasznodarban számos lépésben szelekciót végeztek, jellemzően nagy olajtartalmú és betegség ellenálló fajták nemesítésével foglalkoztak. Ennek a munkásságnak köszönhető, hogy Oroszországot sokszor a napraforgó másodlagos géncentrumaként azonosítják (FRANK, 1999).

A napraforgó vetésterülete világviszonylatban is növekedett, elsősorban annak köszönhetően, hogy klimatikus és ökológiai szempontból is kiválóan alkalmazkodik, magas profittal és viszonylag alacsony tápanyagigénnyel rendelkezik (ANTAL, 2005; INTERNET3).

Magyarországon a 19. század végén már a legfontosabb olajnövények listáján szerepelt a repce mellett. Fő alapanyaga volt a szappangyártásnak is (FRANK és SZENDRŐ, 2011). A hazai napraforgó-termesztés fellendüléséhez szükség volt a szovjet napraforgófajtákra (VNIMK 6540, Csakinszkij 269), melyek mellett a szegedi és az iregszemcsei kutatóintézetekben zajlott nemesítői munka is a termesztés elterjedését tette lehetővé. Ehhez nagyban hozzájárult a Bácsalmási Napraforgó-termelési Rendszer kialakulása is. Az előzményeknek köszönhetően már az 1970-es évek végére nagyüzemi növényként tartották számon a napraforgót (ANTAL, 1978). A GK-70 nevű napraforgó volt az első korszerű magyar fajta, melynek legfontosabb értékmérő tulajdonsága a megfelelő terméshozam (ANTAL, 2005).

3.2 A napraforgó jelentősége, főbb felhasználási formái

A legnagyobb napraforgótermesztő országok a volt Szovjetunió tagállamai, Argentína, Bulgária, Románia, Törökország és Dél-Amerika (INTERNET2). Argentína a világ legnagyobb napraforgómag exportőre (FRANK-SZENDRŐ, 2011). A termesztés volumenének egyötödét globális szinten az Európai Unió adja. 2018-ban a napraforgómag össztermése 52,5 millió tonna volt a Földünkön (INTERNET1).



1.ábra: A napraforgó termesztés volumene Európában (Forrás: INTERNET4)

Magyarország növénytermesztésében az olajos növények közül az elmúlt tíz évben a napraforgó meghatározó szerepet kapott, amit elsősorban a hazai környezeti és talajadottságoknak köszönhetünk, mindemellett a gazdasági tényezők is kedveznek a növény termesztésének (INTERNET1). 2004-es adatok szerint az Európai Unió 3. legnagyobb napraforgó-termelője Magyarország volt (FRANK-SZENDRŐ, 2011).

A napraforgó vetésterülete hazánkban a 2023-as adatok szerint 674 ezer hektár, a termésátlaga pedig 2920 kg volt hektáronként (KSH, 2023). A változó klíma, az időjárási tényezők és a technológiai hiányok eredményeként azonban folyamatos termésingadozás figyelhető meg (INTERNET1).

A napraforgó a növényolajipar negyedik legfontosabb növénye világszinten (FRANK-SZENDRŐ, 2011). A hibrid fajták kaszattermésének olajtartalma átlagosan 46-54% között ingadozik (ANTAL, 2005). Az olajosmag-termelése kiemelkedő szerepet tölt be napjainkban is, jó minőségű étolaj és margarin készül belőle (ANTAL, 1978). Étolaja olyan telítetlen zsírsavakat tartalmaz, amelyek nélkülözhetetlenek a szervezet számára (ANTAL, 2005).

Manapság az ún. „HO” (magas olajsavtartalmú) napraforgó hibridek olaja kap kulcsfontosságú szerepet a humán ételmezésben, köszönhetően magas olajsavtartalmának. A telítetlen zsírsavak közül megközelítőleg 5% linolsavat és 80-90% olajsavat tartalmaz (PEPÓ, 2024). Ezek egészségügyi okokból meghatározóak, mivel a vér normális koleszterinszintjének beállításához szükségesek. A kutatások azt igazolják, hogy ennek a ténynek eleget téve naponta 50 g napraforgóolajat kellene fogyasztania egy átlagos felnőtt embernek, amely 30-40 gramm linolsavat tartalmaz (FRANK-SZENDRŐ, 2011). Fogyasztását az is indokolja, hogy zsírban oldódó vitamin-tartalma (A-, D-, E-, K-vitamin) szintén jelentős (INTERNET, 5; HOFFMANN, 2011). A nagymagvú fajták snack-élelmiszerek készítésére is felhasználhatók, valamint pirítva csemegeként is fogyasztjuk őket (HOFFMANN, 2011; PEPÓ, 2024).

A stabil, kevésbé oxidálódó, magas olajsavtartalmú olajat célszerű választani sütés és főzés céljára, hiszen emellett, hogy táplálkozásbiológiai szempontból előnyös, konyhatechnikai szempontból is megfelelő (FRANK-SZENDRŐ, 2011).

Egyéb termékek, mint például kozmetikai cikkek és festékek is készülnek belőle. Gyakran a napraforgó szárából származó kivonatból készítenek kozmetikumokat (PEPÓ, 2024; HOFFMANN, 2011).

Az olajgyártás során visszamaradó dara fehérjeforrásul szolgál (25-50% nyersprotein tartalom) az állatok számára, takarmány formájában (ANTAL, 1978). A növény föld feletti tömege zöld- és silótakarmányként is kiválóan felhasználható.

Hosszantartó virágzásának köszönhetően szívesen látogatják a házi méhek (*Apis mellifera*) is, ezáltal jelentős mennyiségű mézet és virágport gyűjtenek. A napraforgóméz kitűnő ízű, ikrásodó, színe vörösbarna (PEPÓ, 2024).

A napraforgó termesztése során keletkező melléktermékek azon részét, amely nem hasznosítható a tápanyag visszapótlásban, takarmányként vagy ipari alapanyagként, érdemes energiatermelésre felhasználni. Különböző mértékű átalakítások után tüzelőanyagként kiválóan használhatóak. A főtermék (napraforgókaszat) és a melléktermékek (napraforgókóro, pelletált napraforgóhéj, kisajtolt olajpogácsa) mellett a napraforgópellet és a brikett hasznosíthatóak magas fűtőértékű tüzelőanyagként.

A napraforgóolaj nyersolajmotorok üzemanyagaként is felhasználható, ez a termék biodízel néven ismert. Nagy előnye, hogy hagyományos étolajkészítő üzemekben is előállítható. A biogáz pedig a napraforgó éghető, gáznemű mellékterméke. Ezt szénhidrát-tartalmú szerves hulladékokból állítják elő, anaerob szervezetek lebontó munkájának segítségével. A napraforgószár által termelt biogáz mennyisége 300 l/kg, ebből 228 l/kg a hasznosítható.

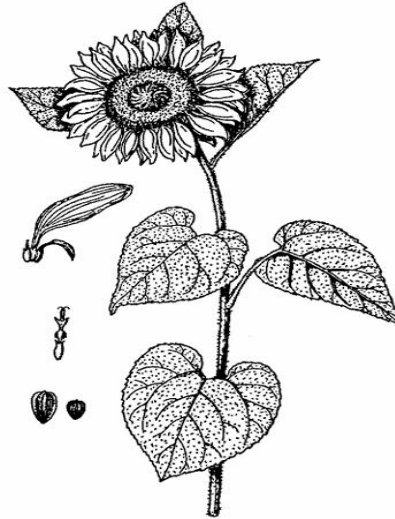
A kaszat béltartalmának nagy energiatartalma és takarmányozási értéke teszi lehetővé azt, hogy a madarak számára téli eleségként szolgáljon. Különösen az Iregi szürke csíkos fajta lényegesen ebből a szempontból (FRANK-SZENDRŐ, 2011).

A napraforgó több olyan változata is ismert, melyeket kertekben, parkokban dísznövényként használnak fel (PEPÓ, 2024). Hazánkban sok kerti változata és fajtája ismert a dísznapraforgónak, jelentősek közülük az egyszerű és telt virágú fajták (PRISZTER-SZABÓ, 1989).

A láthatóan sokoldalú felhasználása egyre növekvő igényt támaszt a napraforgó termesztésével kapcsolatban (PEPÓ, 2024).

3.3 A napraforgó botanikája és éghajlati igénye

A kétszikűek osztályába (*Dicotyledonopsida*) tartozó napraforgó gyökérzete erőteljes és mélyre hatoló (ANTAL, 2005; HOFFMANN, 2011). Felálló, egyenes, erőteljes dudvaszárának belsejét bélszövet tölti ki, felülete serteszőrökkel borított. Hatalmas szív alakú levelei szintén szőrözöttek. Fészekvirágzata összetett, tányér alakú. A nyelves virágok 1-2 sorban helyezkednek el a virágzat szélén, meddőek és a beporzó rovarok csalogatására szolgálnak. A csöves virágok a tányér közepén spirálisan helyezkednek el és hímnősek. Termése kaszattermés, amely terméshéjből és magból áll. A terméshéjban található fitomelán réteg kiemelkedő szerepet játszik a napraforgómollyal szembeni ellenállóságban (HOFFMANN, 2011; PEPÓ, 2024).



1. kép: A napraforgó (Forrás: ANTAL, 2005)

A napraforgó melegigényes és kimondottan fényigényes növény (PEPÓ, 2024). Az aktív hőmérséklet igénye a tenyészidőszak hosszától függően 1900-2500 °C között változik (HOFFMANN, 2011). Nappalközömbös növény, azonban vannak rövid- és hosszúnappalos megvilágítási igényű fajták is (PEPÓ, 2024).

Alkalmazkodó képessége kiemelkedő a szántóföldi növények között, de a hűvös időjárás, valamint a kánikulai meleg nem kedvez neki, mivel ilyenkor a levél-, szár- és tányérbetegségek kockázata jelentős mértékben megnő, ami olajtartalom csökkenéshez és termésvesztésekhez vezethet (ANTAL, 2005).

Kifejezetten az aktív növekedés és virágzás fázisában igényli a meleget, a túl nagy hőség viszont káros lehet a magképződésre nézve (FRANK-SZENDRŐ, 2011). 2-4 leveles állapotában a kisebb fagyokat is képes tolerálni (PEPÓ, 2024). A megfelelő éréshez pedig a mérsékelt meleg és a száraz idő az optimális napraforgó esetében (HOFFMANN, 2011).

3.4 A napraforgó vízigénye

A napraforgó közepes vízigényű növény, jó adaptációs képességgel rendelkezik, kiterjedt és erőteljes gyökérzetének köszönhetően. A szárazságtűrő képessége ezáltal kiemelkedő a többi szántóföldi növénykultúrához képest. Vegetációs ideje alatt akár 500-550 mm vizet is képes felvenni, transzspirációs együtthatója elég nagy, 470-550 l/kg szárazanyag (PEPÓ, 2024). A növény legnagyobb vízfogyasztása a tányérképződés kezdetétől a virágzás végéig tart, valamint ez a két szakasz a legkritikusabb vízfogyasztás szempontjából, hiszen ezekben az időszakokban igényli az összes szükséges vízmennyiség mintegy felét (FRANK-

SZENDRŐ, 2011; HOFFMANN, 2011). Azokban az években, amikor az átlagosnál több csapadék hullik, az állomány betegségekkel való fertőzöttsége nő, továbbá romlik a szárszilárdság is (PEPÓ, 2024).

3.5 A napraforgó talajigénye és tápanyagellátása

A talaj iránt nem különösebben igényes kultúrnövény, hazánkban szinte mindenhol természetű, természetesen a szélsőséges talajok ez alól kivételt képeznek. Gyengébb talajadottságok hasznosítására is alkalmas (HOFFMANN, 2011). Ezt szilárd gyökérzete, a folyamatosan képződő gyökérszőrök jelentős mennyisége, valamint a növény erőteljes gyökérsavai együttesen biztosítják.

A napraforgót kiterjedten termesztik a barna erdőtalajokon, a réti-és öntéstalajokon, emellett a szikes és homoktalajokon. Bár az utóbbi időben a napraforgó a csernozjom talajokon is megjelent és a kedvező talajadottságokat kiváló termésekkel hálálja meg (PEPÓ, 2024).

Általában a talaj pH értékével szemben közömbös, az erősen kötött talajokat azonban nem szereti (ANTAL, 1978). Nagyon gyakran előfordul viszont, hogy savanyú talajokon termesztik (PEPÓ, 2024).

A termés megfelelő minősége, élelmiszeripari felhasználása miatt kiemelkedően fontos, ami a tápanyagellátás függvénye is (INTERNET6). A napraforgó kiterjedt gyökérzetével, erőteljes tápanyagfeltárási képességével, a talaj nehezen felvehető tápanyagkészletét is sikeresen képes hasznosítani (ANTAL, 2005).

Tápanyagigénye viszonylag nagy, ezzel szemben trágyaigénye mérsékeltnek mondható (PEPÓ, 2024). 1 tonna kaszatterméshez 41 kg/t nitrogént, 30 kg/t foszfort és 70 kg/t káliumot használ fel (INTERNET3). A kalcium- és a magnéziumhiányra érzékenyen reagál. A mikroelemek közül pedig a bór hiányát tolerálja legkevésbé, ugyanis ez kisebb méretű leveleket, tányérsárgulást és léha kaszatokat eredményez (ANTAL, 2005). Istállótrágya használata nem javasolt, mert gyomosít és káros N-bőséget okoz (PEPÓ, 2024; ANTAL, 1978).

Egyes tápelemek - mint pl. a bór - visszapótlása is a növény csillagbimbós állapotában történik, mivel ekkor veszi fel az igényelt tápanyagok túlnyomó többségét (INTERNET7). Ezt az agrotechnikai elemet levéltrágyázásnak nevezzük. A növény foszfor és kálium szükségletének teljes mennyiségét az őszi talajmunkák során érdemes bedolgozni a talajba, hiszen a tavaszi PK-műtrágyázás kedvezőtlen hatású lehet. A N-műtrágyák kijuttatására a megosztottság jellemző, ennek egy részét (jellemzően kevesebb) ősszel, másik részét tavasszal a starter trágyázás során célszerű kijuttatni (PEPÓ, 2024).

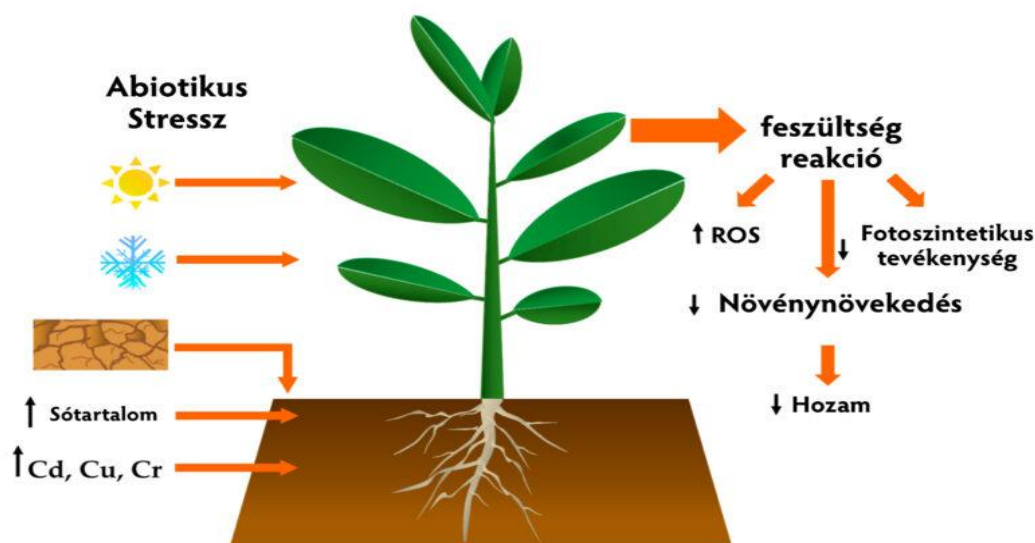
3.6 A xenobiotikumok, mint abiotikus stressztényezők vizsgálata, és hatásaik az egyes növényi életfolyamatokra

Az abiotikus stresszhatások, mint a hőmérséklet-ingadozások, a vízhiány, a túlzott UV-sugárzás, a sóstressz, a gyomirtók okozta stressz és a talajminőség romlása alapvetően befolyásolják a növények életfolyamatait és fejlődését (JANDA, 2023).

A stresszorok a biokémiai folyamatokban is változásokat indukálnak, melyek végeredményképpen súlyos következményekkel járnak a növényi szervezetre nézve. A különböző abiotikus stresszhatások nyomán megjelenő másodlagos hatások, általános stresszreakciónak nevezhetők. Ilyen például a reaktív oxigénformák (ROS) felhalmozódása, amely növekedés és termés hozam csökkenéshez vezet (INTERNET8).

A felszabadult szabadgyökök (ROS) számos hátránya között szerepel, hogy károsodást okoznak a sejtfalakban, sejtmembránokban és a DNS-szálakban. A növények azonban nem teljesen védtelenek, hiszen a különböző abiotikus stressztényezőkre válaszul többféle fiziológiai és biokémiai mechanizmust aktiválnak (pl. antioxidáns védelmi rendszer), amelyek célja a stressz hatásainak minimalizálása. Előfordul viszont, hogy a szabadgyökök kerülnek fölénybe, ezáltal látható stressztüneteket produkál a kultúrnövény (HARRACH, 2009; INTERNET9). A természetes növényi válaszreakciók fokozását érhetjük el pl. biostimulátorok alkalmazásával, melyekkel elősegíthetjük a regenerációt (INTERNET10).

Ezen stressztényezők megértése és a rájuk adott növényi válaszreakciók vizsgálata különösen a mezőgazdaságban jelentős, mivel a globális éghajlatváltozásnak köszönhetően a stresszhatások egyre gyakoribbá válnak (SZIGETI, 2018).



2. kép: Az abiotikus stressz mechanizmusa (Forrás: INTERNET8)

3.6.1 Gyomirtó stressz

A környezeti tényezők mellett néhány esetben a helytelen, felelőtlen emberi tevékenység is előidézhethet abiotikus stresszt a növénytermesztésben. Az ilyen stresszhatásokat összefoglaló néven antropogén eredetű stressznek nevezzük (SINGH et al., 2016).

Ezek egyike, a xenobiotikumok által előidézett káros hatások köre. A herbicidek érdekes problémát vetnek fel stresszélettani szempontból, hiszen használatuk során a gyomnövények elpusztítása a cél, úgy, hogy a kultúrnövényre való károsító hatás minimális legyen, emellett elengedhetetlen, hogy a többi élő szervezetre lehetőleg ne legyen előnytelen az alkalmazásuk (JANDA, 2023). A gyomirtók fitotoxikus hatásúak a gazdasági növényeinkre nézve is, különösen akkor, ha az alkalmazott koncentráció meghaladja az ajánlott szintet (SURUCHI-SUPRIYA, 2020). Gyomirtó stresszt okozhat a kijuttatáskori elsodródás és emellett az aszályos időszakban az elővetemény szermaradéka is (INTERNET9).

A peszticidek alkalmazása során az elsődleges cél a kultúrnövény életfeltételeinek optimalizálása (SINGH és et al., 2016). A xenobiotikumok által előidézett stressz jellegzetes tüneteket produkál, mint például az elszíneződött, sárguló, perzselt levelek (INTERNET11).

3.6.1.1 Gyomirtóstressz okozta élettani elváltozások (fitotoxicitás) a napraforgóban

A gyomirtószer nem feltétlenül okoznak szemmel látható sérüléseket, mégis megváltoztatják a növények biokémiai és fiziológiai tulajdonságait, míg a növények védekező mechanizmusai ezt próbálják ellensúlyozni.

A herbicidek közvetlenül gátolják a fotoszintézist, ugyanis befolyásolják az elektronszállítást. A növények azonban egy erős „védelmi rendszerrel” vannak felszerelve, ez az úgynevezett antioxidáns rendszer, amely képes a herbicidek által előidézett elsődleges stressz nyomán fellépő másodlagos – ún. oxidatív – stressz kivédésére. A túlzottan erős mérgezés azonban a növény pusztulásához vezet (SURUCHI-SUPRIYA, 2020). Napjainkban a herbicidek jó szelektivitással működnek optimális körülmények között, de még így is előfordulhat, hogy a kultúrnövény nem tudja időben semlegesíteni a növényvédőszer molekulákat. Kedvezőtlen körülmények között, (például a túl magas, vagy túl alacsony hőmérsékleten) lelassul a növény anyagcseréje. Ennek köszönhetően a kedvezőtlen vegyi anyagok semlegesítési folyamata is lassul, vagy teljesen le is állhat.

Emellett a regeneráció is nagyon energiaigényes folyamat, hiszen a növény nem a további fejlődésére fordítja az energiát, hanem a káros hatások mérséklésére (INTERNET12).

3.6.1.2 Az alkalmazott gyomirtószer hatásai és az ellenük való védekezés lehetőségei a növényekben

Az imidazolinonok az elágazó láncú aminosavak bioszintézisét gátló szerek hatóanyagai közé tartoznak. Ebbe a csoportba tartozik a kísérletünk során felhasznált posztemergens gyomirtószer, a Pulsar Plus is (BÍRÓ, 2011). Az alkalmazott herbicid, acetolaktát-szintáz enzim (ALS) gátló, amely egyes aminosavak termelését akadályozza meg a növényben, mint például a valin, leucin és izoleucin (MENDES et al., 2020; INTERNET13).

A Pulsar Plus minden fontosabb gyom ellen hatásos napraforgó állományban, kifejezetten nagy hatékonyságot mutat a parlagfűvel, a fehér libatoppal, a mezei acattal és a vadkenderrel szemben (INTERNET14). A kijuttatás után a kultúrnövényen jellegzetes levélsárgulásos tünetek jelentkezhetnek átmenetileg, de termés kiesést nem okoz (INTERNET15).

A már említett antioxidáns védelmi rendszer az oxidatív hatások ellen alakult ki, az oxidáció mellett a szabadgyökös láncreakciókkal szemben is védelmet nyújt. Az antioxidáns védelem három alapvető szinten működik. Az első szintet az antioxidáns enzimek és a fémköötő fehérjék alkotják.

A második szintet a kis molekulatömegű antioxidánsok képviselik. Ezek a zsírodékony és vízdékony anyagok képesek megszakítani a szabadgyökös láncreakciót anélkül, hogy maguk is reaktív gyökké alakulnának. Különösen a hidroxilgyök semlegesítésében hatékonyak.

A harmadik szintet a hősokk fehérjék, lipázok, proteázok, DNS javító enzimek és a glutation-reduktáz (GR) alkotják, amelyek a már károsodott makromolekulák helyreállításáért vagy eltávolításáért felelnek (JANCSÓ, 2015).

A xenobiotikumok elleni védekezés szempontjából az antioxidáns enzimek lesznek kulcsfontosságúak. Ide tartozik a szuperoxid-dizmutáz (SOD), a kataláz (CAT) és a glutation-S-transzferáz (GST) stb., mely enzimek képesek a gyökfogó reakciókat katalizálni. Emellett a fémekkel történő kelátképzés is fontos szerepet játszik a potenciálisan gyöktermelő reakciók, a lipid peroxidáció és a DNS fragmentáció kontrollálásában.

3.6.2 A kísérlet során vizsgált enzimek

Szuperoxid-dizmutáz (SOD)

Olyan fémtartalmú enzim, amely nagy szerepet tölt be a reaktív oxigéngyökök elleni védekezésben (RIOS-GONZALEZ, 2002). A szuperoxid-dizmutáz védelmet nyújt a sejtekben a lipidperoxidációval és a fehérjék denaturációjával szemben (TAYLOR és et al., 2012). Az aktív O_2^- gyökök eltávolításáért felelős a sejten belül (TÓTH). Három típusa ismert növényekben, ezek a Cu/Zn SOD, a Mn SOD és a Fe SOD. A kultúrnövény különböző részeiben (pl. kloroplasztisz, mitokondrium, peroxiszóma) termelődnek (RIOS-GONZALEZ, 2002).

Glutation reduktáz (GR)

A GR az aszkorbinsav-glutation ciklusban résztvevő NADPH függő enzim, amely az oxidált glutation redukcióját katalizálja. Legnagyobb mennyiségben a növények sztómájában van jelen különböző stressz körülmények esetén (RIOS-GONZALEZ, 2002).

Glutation-S-transzferáz (GST)

Elsődleges feladata, hogy a kultúrnövényből eltávolítsa a káros anyagokat, pl. a xenobiotikumokat. A GST enzim elektrofil és hidrofób komponenseket kapcsol a glutationhoz, ennek köszönhető a sejtmelegtelenítő hatása. Egyes kutatások szerint nem sorolható az antioxidáns enzimek közé, mivel szabadgyökökkel közvetlenül nem reagál (RIOS-GONZALEZ, 2002). Kötőfehérjeként is működhet, a fitohormonok és az antocianinok szállítását és elosztását könnyíti meg a szervezetben. Részt vesz a stresszindukálta jelátviteli útvonalak aktiválásában is és a stressz idején termelődő növekedésszabályzók, - mint például a jazmonsav - szintén aktiválhatják a képződését (HOLDAK, 2005).

Kataláz-enzim (CAT)

A kataláz enzim a hidrogén-peroxid semlegesítésében részt vevő lebontó enzim, amely megtalálható a mitokondriumban, a citoszolban és a peroxiszómában egyaránt (RIOS-GONZALEZ, 2005). Többek között a növények növekedésében és fejlődésében is jelentős szerepet játszik. Ehhez pedig arra van szükség, hogy normál körülmények között fenntartsa a H_2O_2 jelmolekula megfelelő koncentrációját a sejtekben (LIU és et al., 2023).

Peroxidázok (POX)

Hem-tartalmú enzimek, a katalázhoz hasonlóan szintén a hidrogén-peroxid semlegesítésében vesznek részt (RIOS-GONZALEZ, 2002). A kultúrnövényekben ezek a

fehérje típusú enzimek fontos részét képezik a védekező mechanizmusoknak és a lignifikációs folyamatoknak, elsősorban a károsodást elszenvedett szövetekben (INTERNET16).

3.7 A felhasznált növénykondicionálók hatásmechanizmusa

A szakirodalomban a következő terméknövelő anyagokat különböztetjük meg:

- aminosavak és fehérje származékok
- humin- és fulvosavak
- algakivonatok
- mikrobiológiai készítmények.

Viszonylag kis dózisban történő felhasználásukkal már jelentős változások érhetők el növényélettani szempontból. Ezek alapján négyféle hatásmódjuk ismeretes. Az irányító típusú termékek alkalmazásával „elvesszük” a növényektől a befolyásolni kívánt folyamatok feletti kontroll lehetőségét. Az aktiváló típusúak idegenek a növények számára, mint például a humin- és fulvosavak. A növény szervezetébe kerülve aktiválnak bizonyos folyamatokat (pl. védőfehérjék termelése). A szabályozó típusú biostimulátorok erősítik, vagy gátolják a növény irányítása alatt álló élettani folyamatokat, elősegítik a természetes egyensúly kialakulását. A támogató típusú terméknövelő anyagok jellegzetessége, hogy meghagyják a növények irányító szerepét (INTERNET17).

Kísérletünk során kétféle biostimulátort használtunk fel és vizsgáltuk növényélettani jelentőségüket. Ezek a következők voltak: Terra-Sorb Foliar és a RhizoMagic.

3.7.1 TERRA-SORB Foliar

A Terra-Sorb Foliar terméknövelő készítmény, olyan támogató típusú biostimulátor, amely a növény növekedéséhez és működéséhez szükséges aminosavakat biztosítja. Alkalmazása során szabad aminosavakkal tölti fel a növény aminosav raktárait, ezáltal elősegíti az optimális fejlődést. Ez elsősorban stresszhelyzetben elengedhetetlen a regenerálódáshoz (INTERNET18).

A készítmény világoszöld színű, kellemetlen szagú, víz sűrűségű folyadék. Teljes aminosav sort tartalmaz, amely állati fehérje hidrolíziséből származik (INTERNET19). Tartalmaz még 2,1% nitrogént, 0,02% bórt, 0,05% mangánt és 0,03% cinket (INTERNET18).

Egyes biostimulátorok, - mint a Terra-Sorb Foliar - összetett funkciói közül kiemelkedő a növényi növekedés stimulálásának területe, azaz a növényekre mért közvetlen hatása, melyet a nitrogén felvétele és beépülése során fejt ki. Mivel a készítmény teljes aminosav sort

tartalmaz, a növény készen kapja meg az aminosavakat és nem kell arra energiát fordítania, hogy nitrogénből ezeket előállítsa (INTERNET20). A mezőgazdaságban felhasznált aminosavak általában növényi vagy állati eredetű fehérjék, előállításuk hidrolízis során történik. A folyamatnak köszönhetően gyakran kapunk olyan készítményeket, amelyek az összes aminosavat tartalmazzák. Elsősorban a már sokat emlegetett növényi stressz ellen való védekezésben használatos ez a tulajdonság, ugyanis az aminosavak számos növényfiziológiai folyamatban részt vesznek, többek között az anyagcserében, hormontermelésben és a másodlagos metabolitok szintézisében. Az abiotikus stressz elleni védekezésben ez a készítmény azért lesz eredményes, mert az antioxidáns aktivitás fokozásának köszönhetően stresszhez kapcsolható fehérjék képződését segíti elő. Az aminosavakkal együttesen tehát jobb nitrogénhasznosítási hatékonyságot érhetünk el, de érdemes a jobb tápanyagfelvételt, az erőteljesebb gyökérfejlődést és klorofillszintézist is megemlíteni (INTERNET21).

3.7.2 RhizoMagic

Stresszoldó, növény- és talajkondicionáló készítmény, amely hatékonyan felhasználható az időjárási és egyéb stressztényezők ellen. A napraforgó korai fejlődési szakaszában előnyösen alkalmazható, ugyanis elősegíti a gyökeresedést, valamint a gyomirtók által okozott stressz kivédésében is kiemelkedő szerepet játszik (INTERNET22). Sötétbarna színű, jellegzetes szagú folyadék formájú készítmény.

A termék a következőket tartalmazza: tengerialga kivonat, hidrolizált fehérjék, foszforsav, makro-(N, P, K), mezo- és mikroelemek (B, Cu, Zn, Fe, Mo, Mn), tartósítószer és víz (INTERNET23).

A kultúrnövény gyors fejlődését és az ahhoz szükséges optimális tápanyag mennyiséget a nitrogén, foszfor és kálium biztosítják. Az aminosavak jelenléte mellett a tengeri alga gondoskodik a tápanyagok gyors ütemű felvételéről és asszimilációjáról, továbbá a biostimulátor hatásáról. A RhizoMagic könnyen kijuttatható és kedvezően hat a növény fejlődésére (INTERNET9).



2. ábra: A RhizoMagic biológiai hatású összetevői. Széleskörű összetevőinek (tanninok, fucoidan, laminarin, mannit, alginát, aminosavak) köszönhetően nagyon hatékony a stresszoldásban, akár biológiai többlethatást is eredményezhet együttes jelenlétük (Forrás: INTERNET9)

4 Anyagok és módszerek

4.1 A vizsgálati terület és az alkalmazott agrotechnika bemutatása

Kísérletünket a Szombathelytől 12 kilométerre fekvő, Vasszécseny község határában állítottuk be, amely egy kis település Vas vármegyében. Gazdálkodó család révén, saját tulajdonban lévő szántóterületet használtunk fel. A kísérlet helyszíne a Piros-kereszt elnevezésű területünk volt, amely összesen 3 hektáron terül el, és ebből 1200 négyzetméter nagyságú részterületen alkalmaztuk a szakdolgozat során leírt kezeléseket. Ez a kisparcellás kísérlet lehetőséget biztosított arra, hogy megvizsgáljuk az imazamox esetleges káros hatásait napraforgó állományban, és az okozott stresszhatás - növénykondicionáló készítményekkel történő – enyhítési lehetőségeit. Egy-egy parcella 60×20 méterenként került kimérésre, amelyekben 6 különböző kezelést alkalmaztunk 4 ismétlésben. A Piros-kereszt területét négy oldalról különböző terepi elemek határolják, GPS koordinátái 47.17695, 16.76376. Északi irányban egy kerékpárút fut, a keleti oldalon a 87-es főút helyezkedik el, nyugaton szomszédos szántóföld található, a déli oldalról fás mezei út és kökénybokrok veszik körül a területet (3. kép).



3.kép: A Piros-kereszt nevű terület felülnézetből (Forrás: Google térkép)

A termőhely a II. kategóriába való besorolást kapta, a talaj típusa barna erdőtalaj. A pH értéke 5,62, ami enyhén savas reakciót mutat, a kötöttségi érték pedig 48, ami azt jelzi, hogy a talaj viszonylag nehezen szellőzik, de ezt a tulajdonságot a humusztartalom is befolyásolja. A vizsgált terület humusz tartalma 2 %, ami mérsékelt szervesanyag tartalmat jelent. Ebből adódóan a talaj termőképessége közepes, de megfelelő tápanyag- és vízgazdálkodás jellemzi (INTERNET24; TALAJVIZSGÁLATI EREDMÉNYEK, 2023). Lényeges megemlíteni, hogy területünk a nitrátérzékeny területek közé sorolható (GAZDÁLKODÁSI NAPLÓ, 2024).

Az irodalmi áttekintésben említettek alapján összességében elmondható, hogy a térség és az adott terület alkalmas napraforgó termesztésére, valamint kedvező termésátlagok érhetőek el.



4. kép: A vizsgált terület és annak kimérése (Forrás: saját fotó, 2024. ápr.)

4.2 A kísérleti területen alkalmazott agrotechnikai műveletek

A kísérleti területen a napraforgó termesztését kukorica előzte meg, amelyet 25-28 cm mély szántás követett, Kühne 3-as ekével. A szántást követően tavasszal boronálás és simítózás történt, ezzel elősegítve a talaj megfelelő állapotát a vetéshez. A vetést megelőzte még egy talajfertőtlenítés is, amely közvetlenül a vetés előtti napon történt.

A vetés napja egybeesett a műtrágyázással is, ekkor 46 %-os karbamid műtrágyát juttattunk ki a területre, amelyet aztán Lemken kompaktor segítségével dolgoztuk be a talajba és készítettük elő a magágyat.

Az NK Neoma nevű vetőmag 61 ezres tőszámmal került elvetésre, így biztosítva a megfelelő növényállományt. Ezt követően a preemergens gyomirtásra is sor került, a WING-P nevű készítmény alkalmazásával.

A növény fejlődése során posztemergens gyomirtásra és növénykondicionáló készítmények használatára került sor, a megadott táblázat (1. táblázat) szerint, amely a növény egészségét és a termés optimális mennyiségét szolgálta.

A deszikkálás augusztus 28-án történt a Fozát 480 NEW készítménnyel, amely elősegítette a növények egységes érettségi állapotának elérését és a betakarítás előkészítését. Végül, a szeptember végi aratás után egy tárcsázás (könnyűtárcsával) következett, amely a talaj előkészítését szolgálta az utóvetemény, az őszi búza számára (GAZDÁLKODÁSI NAPLÓ, 2023; 2024).

Művelet	Kezelés ideje	Anyag	Dózis
Szántás	2023.11.25		
Boronálás (fogasborona) és simítózás	2024.03.20		
Talajfertőtlenítés	2024.04.18	Belem 0,8 mg	0,48 kg
Tarlóápolás	2024.04.19		
Műtrágya szórás	2024.04.19	Karbamid (46%)	0,2 t/ha
Kompaktororás (magágyelőkészítés)	2024.04.19		
Vetés	2024.04.19	NK-Neoma	0,048 zsák
Gyomirtás (preemergens)	2024.04.19	Wing-P	0,148 l
Gyomirtás (posztemergens)	2024.05.13	Pulsar Plus	4 l/ha
Növénykondicionáló készítmény kijuttatása	2024.05.13	Terra Sorb, Rhizomagic	1 l/ha, 2 l/ha
Növénykondicionáló készítmény kijuttatása	2024.05.21	Terra Sorb, Rhizomagic	3 l/ha, 3 l/ha
Deszikkálás	2024.08.28	Fozát 480 NEW	5 l/ha
Aratás	2024.09.24		3,20t/ha

1. táblázat: A napraforgó termesztésének agrotechnikai elemei (Forrás: saját munka)

4.2.1 Clearfield-permetezés napraforgóban

A Clearfield egy a napraforgó hibridek gyomirtására épülő technológia, amely során a már említett Pulsar Plus nevű készítmény kerül felhasználásra.

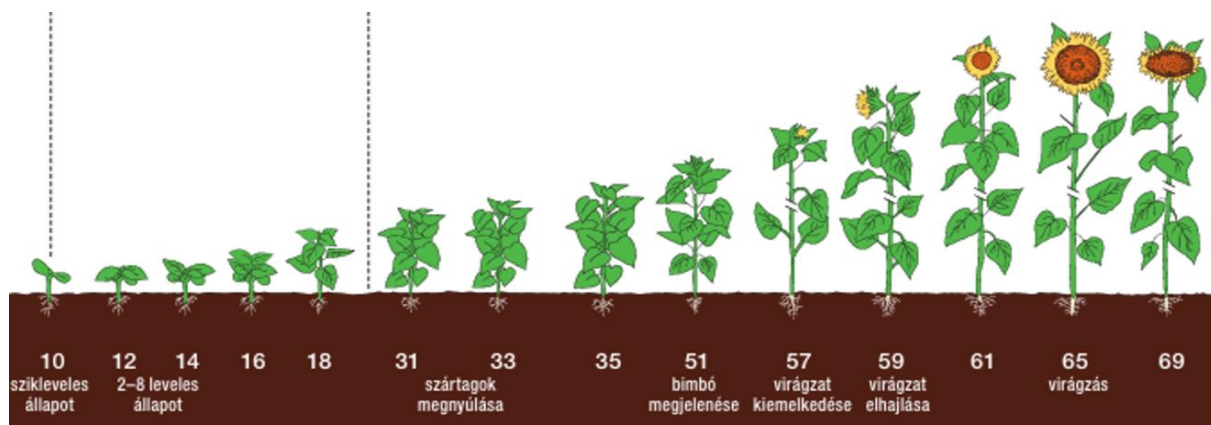
Kísérletünk ezen szakaszában az előírt technológia szerint preemergens gyomirtással kezdtük meg a kezeléseket, a Wing-P nevű herbicidet használva. Majd a következő lépés a posztemergens gyomirtás volt, amikor a Pulsar Plus-t jutattuk ki 4,0 l/ha dózisban.

A gyomok 2-4 leveles állapotában hatékonyan használható a magról kelő kétszikű gyomnövények ellen, valamint egyszikűek esetében gyökérváltásig érdemes kijutanni.

Az alap technológiához képest kombináltuk a posztemergens gyomirtókat növénykondicionáló készítményekkel (Terra-Sorb Foliar, RhizoMagic), továbbá olyan parcelláink is voltak, ahol a gyomirtást követő 7-10 napban kapta meg az állomány a növénykondicionálókat.

A permetezés időzítése nagyon fontos a gyomnövények szempontjából, ugyanis akár 3-4 nap alatt képesek arra, hogy kedvező időjárási körülmények között újabb és újabb leveleket hozzanak létre. A Pulsar Plus előnyei közé tartozik, hogy a már 6-8 leveles parlagfű esetében is még eredményesen használható.

Az általunk felhasznált NK-Neoma vetőmag imidazolinon-ellenálló, vagyis olyan géneket tartalmaz, amelyek képesek enzimatis úton lebontani az említett hatóanyagot. Ezáltal az enyhe és rövid ideig tartó sárgulásos tüneteket leszámítva fitotoxikus reakció nem jelentkezik a kultúrnövényeken. A Clearfield technológia csak egészséges növénykultúra esetében alkalmazható, mivel ennek hiányában problémák léphetnek fel az enzimatis rendszerben és sérül a napraforgóállományunk (INTERNET25; 26).



3. ábra: A Clearfield-technológia alkalmazása az adott (szaggatott vonallal jelölt) fenológiai fázisban (Forrás: INTERNET26)



5. kép: A posztemergens gyomirtás napján (2024.05.13.) készült fotó (Forrás: saját fotó)



6. kép: A posztemergens gyomirtás napján készült fotó, amelyen a gyomnövények túlzott jelenléte látható (Forrás: saját fotó, 2024. máj.)

4.3 A kísérletben szereplő növényanyag

A kísérletünk során felhasznált vetőmag az NK Neoma nevű imazamox toleráns Clearfield hibrid volt, amely egy korai érésű, hagyományos olajnapraforgó (SYNGENTA, 2015; INTERNET27).

A 2015-ben még új technológiájú vetőmagnak számító Clearfield hibridek felhasználása számottevően növekedett az évek során, 2018-ban már a napraforgóval elvetett területek közel 30%-án ezeket vetették (DAJKA, 2019). Népszerűsége elsősorban termésstabilitásának és magas hozamának valamint genetikai hátterének tudható be, melynek köszönhetően szélsőséges időjárási viszonyok között is kiválóan teljesít (INTERNET27).

Az NK Neoma hazánk egyik legnépszerűbb hibridje, amellyel a kevésbé gyommentes termőterületeken is jó eredmények érhetőek el. Biztonságos termesztésének egyik fő oka a rövid tenyészidő, ez lehetővé teszi a késői vetést és a nagy mennyiségű csapadék, vagy éppen a csapadékhiány elleni fokozott ellenállóságot (INTERNET28). Kiemelkedő a hibrid, szádor „E” rasszal szembeni rezisztenciája is, azonban a különféle károsítókkal szembeni ellenállóképessége az átlagnál gyengébb. Nagyon gyakori probléma lehet a tápanyagreakció és a szárkorhadás. A mag rendkívül magas olajtartalma mellett a tápanyagreakciója is átlagon felüli. Az állományra általában az uniform megjelenés a jellemző (SYNGENTA, 2015; INTERNET28).

4.4 A kísérletben alkalmazott további peszticidek

Wing-P

Preemergens (vetés utáni, kelés előtti) gyomirtószer, amely a magról kelő egyszikű és kétszikű gyomnövények ellen kifejezetten hatásos. A Clearfield technológiába beilleszthető készítmény széles körű teljesítményét két eltérő hatóanyagának köszönheti, ezek a dimetenamid-P és a pendimetalin (INTERNET29). A dimetenamid-P hatóanyag a klóracetamid hatóanyagcsoportba sorolható, mint fehérje és nukleinsav szintézist gátló peszticid. Elsősorban a nagyon hosszú szénláncú zsírsavak szintézisének, valamint a sejtosztódás folyamatának gátlásában van szerepe. A pendimetalin a tubulin átrendeződést gátló dinitroanilinek hatóanyagcsoportjának képviselője. A növények gyökérzetén keresztül szívódik fel, szintén a sejtosztódás gátlásában vesz részt (INTERNET30; INTERNET31; INTERNET32).

FOZÁT 480 NEW

A deszikkálás során használtuk fel a Fozát 480 New nevű terméket, amely valójában egy glifozát tartalmú totális gyomirtószer (INTERNET33).

A glifozát elsősorban a 3-enolpiruvil-sikimát-5-foszfát szintáz (EPSP-szintáz) (növényi növekedésért felelős enzim) gátlásában játszik nagy szerepet (INTERNET34). A növény a zöld részein keresztül veszi fel, majd a felvételt követő 1-2 hét után öregedési tünetek jelentkeznek, a levelek és a hajtások megbarnulnak (INTERNET35).

4.5 A kísérleti elrendezés bemutatása

A kísérleti elrendezés alapvető fontossággal bír a kutatás sikerességének, illetve eredményességének érdekében, különösen a komplex, többtényezős vizsgálatok során.

A parcellákat véletlenszerűen osztottuk el, ezáltal minimalizálva a rendszeres elrendezésből adódó torzításokat és biztosítva a kísérleti egységek közötti variabilitás kiegyenlítését. A felsoroltaknak köszönhetően széles körben alkalmazzák mezőgazdasági kísérletekben a véletlenszerű elrendezés módszerét (INTERNET36; GOMEZ, 1984).

2024. áprilisában kijelöltük a randomizált kisparcellás kísérletbe bevont területet a napraforgó állományban. Az 1200 m² -es kísérleti területet úgy osztottuk be, hogy egy-egy parcella körülbelül 75 m² -es legyen. Kivételt képeztek a kontroll és a 2-es számmal jelölt parcellák, ugyanis ezeket feleztük az eredeti mérethez képest, ahogyan azt a 2. táblázat is mutatja. A kísérleti egységeket véletlenszerűen úgy osztottuk be, hogy közöttük kontroll sorok nem voltak, illetve az egyes parcellákban különböző kezeléseket alkalmaztunk több ismétlésben, eltérő időpontokban is (INTERNET37; GARROUJ et al., 2019).

2	6	4	6
1K			
2	5	3	5
1K			
2	4	6	4
1K			
2	3	5	3
1K			

2. táblázat: A kísérleti elrendezés, a parcellák felosztása (Forrás: saját munka)

Jelölések	Alkalom	Kezelések	Magyarázat
1.		kezeletlen	
2.	a	Pulsar Plus	
3.	a	Pulsar Plus	
	a	Terra Sorb	
4.	a	Pulsar Plus	
	b	Terra Sorb	7-10 nappal az "a" után
5.	a	Pulsar Plus	
	a	Rhizomagic	
6.	a	Pulsar Plus	
	b	Rhizomagic	7-10 nappal az "a" után

3. táblázat: A kezelések elhelyezkedéséhez szükséges magyarázat (Forrás: saját munka)

Az alkalmazott véletlenszerű elrendezés mellett minden kezelést több ismétlésben végeztünk (1-es és 2-es kezelés 4 ismétlésben, a többi kezelés pedig 3-3 ismétlésben), ezáltal növelve a kísérleti eredmények statisztikai megbízhatóságát. A parcellák elrendezése és a kezelések véletlenszerű kiválasztása biztosította, hogy a kísérlet eredményei kizárólag a vizsgált tényezők hatásának tulajdoníthatók legyenek (MONTGOMERY, 2019).

Az állományban alkalmazott kezeléseket 2024. május 21-én végeztük el. Az adott napon az időjárás kedvező volt, a páratartalom 65%-os, a hőmérséklet pedig 22 °C körüli értéket mutatott. A szélesség 1,4 m/s volt, ami mérsékelt légmozgást eredményezett. Ezek az időjárási körülmények fontos szerepet játszottak a kezelések hatékonyságának vizsgálatában.

A kísérlet során felhasznált gyomirtószert és növénykondicionáló készítményeket levegőnyomásos háti permetezővel juttattuk ki, mely négy szórófejének és az 50 cm-es osztásának köszönhetően a kezelés során lehetőség volt arra, hogy a kipermetezett peszticidek teljes mértékben lefedjék az egyes parcellákat. A 75 cm-es sortávolsággal számolva egy parcellában 458 növény helyezkedett el 3 sorban.

4.6 A növényi minták gyűjtésének menete

Szántóföldi mintavételezést végeztünk, mely során az enzimaktivitás értékek változásának vizsgálatára kezelésenként 30-30 db levelet vágunk le steril olló segítségével a növényekről, négy ismétlésben. A mintákat hőtároló dobozban, jégakkuk segítségével hűtöttük és további feldolgozásig a MATE Georgikon Campus Növényélettan és Növényökológia Tanszékének – 80 °C-os fagyasztószekrényében tároltuk.



7. kép: A növényi minták gyűjtése (Forrás: Saját fotó, 2024. máj.)



8. kép: A növényi minták gyűjtése (Forrás: Saját fotó, 2024. máj.)

4.7 A vizsgált antioxidáns enzimek extrakciója

Venisse és munkatársai (2001) kissé módosított módszere szerint 0,5 g levélszövetet homogenizáltunk 50 mM foszfát pufferben (pH=7,0), amely 1% polivinil-pirrolidont, 1 mM polietilén-glikolt, 1 mM fenilmetilszulfonil-fluoridot, 8% (tömeg/térfogat) polivinil-pirrolidont és 0,01 % (térfogat/térfogat) Triton X-100-at tartalmazott. Ezeket a keverékeket 10 percig 4 °C-os hőmérsékleten centrifugáltuk 11.500 fordulat/perc sebességgel, ezután pedig a keverék felső rétegéből mintákat vettünk, amelyek az enzimaktivitás mérésekor forrásként szolgáltak (VENISSE et al., 2001).

4.8 Az enzimaktivitások becslése

4.8.1 SOD

A reakcióelegy 50 mM foszfát-pufferből (pH=7,8), 20 μ M riboflavinból, 75 mM tetrazólium-kloridból, 13 mM metioninból és 0,1 mM EDTA-ból állt. Az abszorbanciát jelen esetben kék fényel, 560 nm-en mértük UV-látható spektrofotométerrel. A kontroll minták vizsgálata során is hasonlóképpen jártunk el, csak megvilágítás mellett, de enzim nélkül. A SOD aktivitásának azt a mennyiségét, amely a tetrazólium-klorid redukációjának közepes gátlását eredményezte, a SOD aktivitás egy egységében definiáltuk. Az értékek mérésének egységei mg^{-1} (tömeg) voltak (BEAUCHAMP-FRIDOVICH, 1971).

4.8.2 GR

A glutation-reduktáz aktivitását a NADPH oxidációjának sebességét 340 nm-en mérve határoztuk meg a leírtak szerint (VENISSE et al., 2001). Összesen 100 μ L kivonatot reagáltattunk 2 ml vizsgálati keverékkel, amely 0,1 M trisz pufferből, 2 mM EDTA-ból, 50 μ M NADPH-ból és 0,5 M GSSG-ből (Glutation-diszulfid) állt. A GR aktivitást a NADPH 6,2 $\text{mM}^{-1} \text{cm}^{-1}$ moláris extinkciós együtthatójával számítottuk ki és U mg^{-1} fehérjében fejeztük ki.

4.8.3 GST

A nyers kivonathoz mesterséges szubsztrátot - 1-klór-2,4-dinitrobenzolt (CDNB; Sigma-Aldrich, Darmstadt, Németország) – adtunk, mely segítségével meghatároztuk a GST aktivitást (HABIG et al., 1974). Az enzim 1 perc alatt 1 nmol konjugált terméket termelt ($\epsilon_{340} = 9,6 \text{ mmol L}^{-1} \text{cm}^{-1}$), összesen 1 U-ot.

4.8.4 CAT

A kataláz enzim a H_2O_2 bomlását indukálja H_2O -ra és O_2 -re. Az enzim aktivitása a maradék H_2O_2 , KMnO_4 -gyel történő titrálással való becsléséből határozható meg (BONNICHSEN et al., 1947; MAEHLY, 1954).

4.8.5 POX

Egy egység peroxidáz 20 másodperc alatt 6,0 pH értéken és 20 °C-on 1,0 mg purpurogallint képez pirogallolból, ami körülbelül 18 μM egység/perc értéknek felel meg 25 °C hőmérsékleten. Az abszorbancia változást 20 másodpercenként olvastuk le 2 percig, 420 nm purpurogallin képződése közben (CHANCE-MAEHLY, 1955). A sikeres vizsgálat érdekében 50 μL levélkivonatból és 2 ml pufferből álló reakcióelegyet használtunk.

A laboratóriumi mérések elvégzéséhez PerkinElmer FL 6500 típusú elektrofotométert használtunk, amely a mintákon keresztül áthaladó fényintenzitást méri, amit fényáteresztésnek (abszorbancia) nevezünk. Az enzimaktivitás mérések alapját az abszorbancia értékei képezték. Végeredményként pedig megkapjuk, hogy mekkora koncentrációban fordulnak elő az egyes antioxidáns enzimek a megadott mintákban (INTERNET38).

4.9 Növényi paraméterek vizsgálata

Az enzimaktivitás mérések mellett a kutatás során további morfológiai és mennyiségi paraméterek vizsgálatára is sor került, melynek célja az alkalmazott növénykondicionáló kezelések növényi értékmérő tulajdonságaira gyakorolt hatásainak számszerűsítése volt. A vizsgált paraméterek a következők voltak:

- növények magassága (cm),
- tányérátmérő (cm),
- ezermagtömeg (g),
- terméstömeg (g).

4.9.1 A növények magasságának mérése

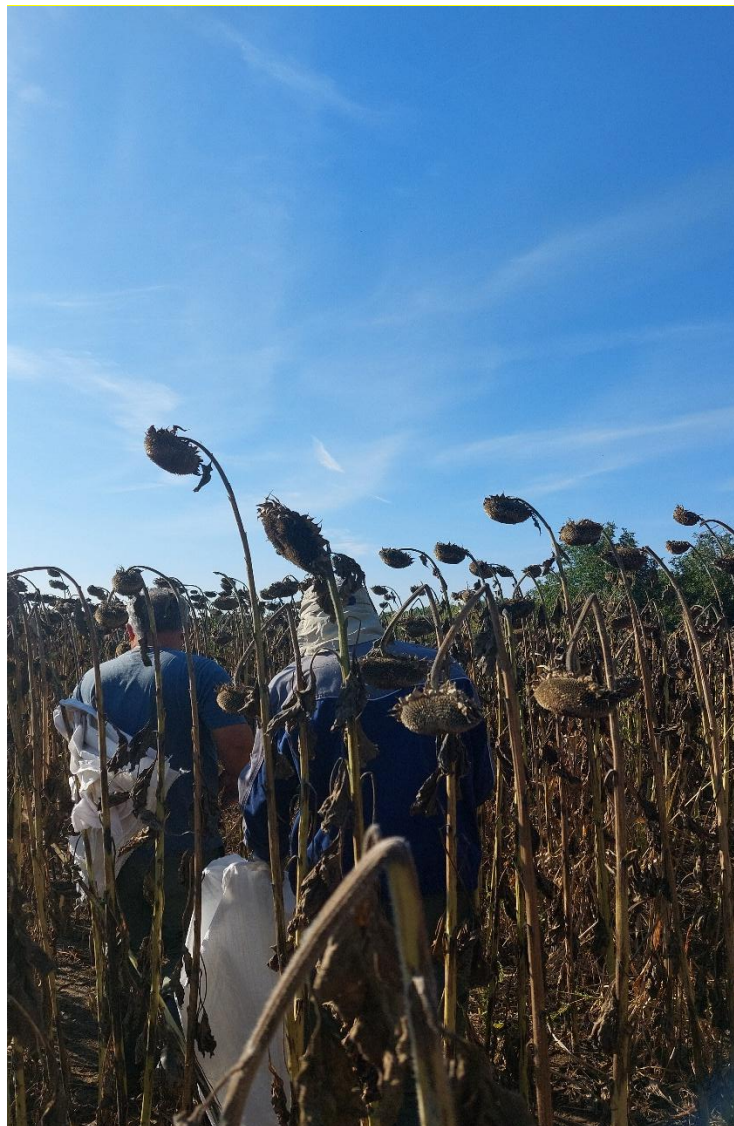
A növények magasságának mérésére a tenyészidőszak során három különböző időpontban került sor: 2024. május 24-én, június 2-án és június 17-én. A mérés során a növények teljes magasságát (föld feletti rész) egy mérőszalag segítségével rögzítettük (alkalmanként és kezelésenként 10-10 növény), és az adatokat egy elektronikus táblázatban

(Excel) gyűjtöttük össze. A mérés célja az időbeli növekedési különbségek megfigyelése, illetve a kezelések hatásának vizsgálata volt.



9. kép: A növények fejlettségi állapota a magasságmérések harmadik időpontjában (Forrás: Saját fotó, 2024. jún.)

A további növényi paraméterek mérésére a kézi betakarítást (2024. szept. 11.) követően került sor. Ezt a folyamatot olló segítségével hajtottuk végre, parcellánként, illetve kezelésenként 10-10 tányér levágásával.



10. kép: A napraforgó kézi betakarítása (Forrás: Saját fotó, 2024. szept.)



11. kép: A tányérok gyűjtése kezelésként (Forrás: Saját fotó, 2024. szept.)

4.9.2 A termésmennyiség paramétereinek mérése

Tányérátmérő

A tányérok átlagos átmérőjének méréséhez szintén mérőszalagot használtunk, majd kézi módszerrel morzsoltuk ki a szemeket. Ezt követően kézi kombájn segítségével kicsépeztük a magokat, a további vizsgálatok elvégzéséhez.

Termésmennyiség

A betakarított szemtermés tömegének meghatározására analitikai mérleget (pontosság $\pm 0,01$ g) alkalmaztunk, amely lehetővé tette a parcellánkénti, valamint a kezelésként történő pontos tömegmérést.

Ezermagtömeg

A magokat megszámláltuk (ezer magonként), majd az össztömeget analitikai mérleg segítségével határoztuk meg. Ez a módszer lehetővé tette a magok átlagos tömegének kiszámítását.

4.10 A mennyiségi tulajdonságok értékelése során alkalmazott egytényezős varianciaanalízis jellemzői

Az egytényezős varianciaanalízis (ANOVA) egy olyan statisztikai módszer, amely lehetővé teszi egyszerre több kezelés vagy tényező hatásának vizsgálatát egy adott kísérleten belül (HOWELL, 2002). Alapelve, hogy a vizsgált adatok összességét egy egységnek tekintve becsli a variancia mértékét, a szórásnégyzetet. Ezt követően megállapítható, hogy a különböző

kezelések hatásai milyen mértékben járultak hozzá ehhez a varianciához, valamint az elrendezésből származó variancia is értékelhető (APONYINÉ és mtsai., 2004)). A következő három feltétel teljesülése elengedhetetlen a varianciaanalízis számítási modelljének működéséhez:

- független minták (randomizált mintavétel),
- normális eloszlás,
- azonosság. A mintákon belüli ismétlődés szintén fontos tényező (INTERNET39).

A varianciaanalízis három fő lépésből áll:

1. A kezeléshatások és különbségeik értékének kiszámítása, amelyből megállapítható, hogy a kezeléscsoportok között van-e szignifikáns különbség.
2. A kísérleti hiba meghatározása. Ahhoz, hogy az eltérés pontosan megállapítható legyen, a közös SZD_p% (szórásnégyzetek százalékos aránya) kiszámítása szükséges.
3. A kapott eredmények összevetése az ismétlésszám figyelembevételével (APONYINÉ és mtsai., 2004; MOLNÁR, 2015.).

A kezelések közötti különbségek az F-próba (Fisher-féle próba) segítségével értékelhetők. Szignifikáns eltérésről akkor beszélünk, ha a kiszámított F-érték meghaladja a táblázatokban megadott kritikus értéket a választott valószínűségi szinten (például 10%, 5%, 1%) (APONYINÉ és mtsai., 2004.; MOLNÁR, 2015.).

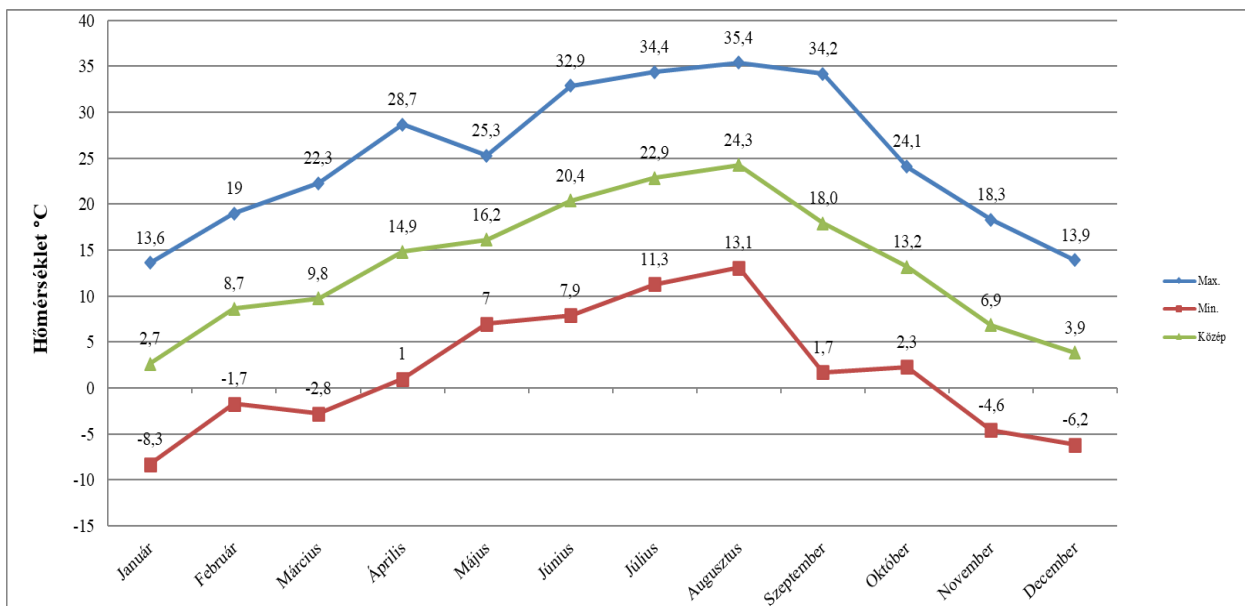
A kísérlet során vizsgált mennyiségi tulajdonságok elemzésére a mezőgazdasági kísérletek során gyakran használt (egytényezős) varianciaanalízist alkalmazva kaphattunk átfogó eredményeket az egyes növénykondicionáló készítmények hatáskülönbségeiről.

5 Eredmények és értékelésük

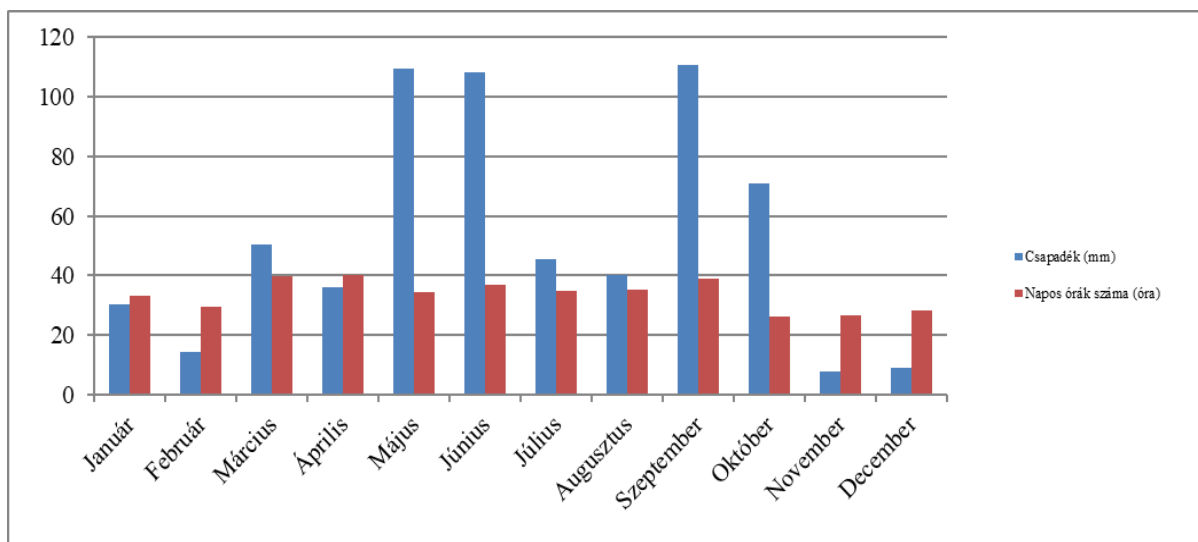
5.1 A tenyészidőszak időjárásának alakulása

Kísérleteink során a Vas Vármegyei Kormányhivatal Növény- és Talajvédelmi Osztály (VMNK) mérési adatainak felhasználásával pontos információkat kaptunk a tenyészidőszak időjárásának alakulásáról. Valós meteorológiai adatokat felhasználva 2024 áprilisától nyomon követtük a tenyészidőszak időjárásának alakulását.

A vetés idején az átlagos középhőmérséklet 14,9 °C körül alakult, amely megfelelő volt a napraforgó egyöntetű keléséhez. Az általunk mért adatok alapján a tenyészidőszak átlagos hőmérséklete (4. ábra), illetve a napos órák száma, valamint az átlagos havi csapadék mennyiségének alakulása (5. ábra) megfelelő volt a teljes tenyészidőszak során.



4. ábra: A hőmérsékleti értékek alakulása a kísérleti területen 2024-ban (Forrás: Saját szerkesztés VMNK (2024) adatai alapján)



5. ábra: A 2024. évi csapadék mennyiség és a napos órák száma havi bontásban (Forrás: Saját szerkesztés VMNK (2024) adatai alapján)

Az 5. ábra adatai alapján kiszámítható, hogy a vetéstől a betakarításig lehulló csapadék mennyisége az adott termesztési helyen megközelítőleg 400 mm volt. A kultúrnövény számára körülbelül ≥ 500 mm csapadék lenne ideális, viszont akár már a kezdeti fejlődés során lehullott 300 mm eső is elegendő lehet a növény vegetációs igényének biztosításához (SZÁNTÓ, 2019).

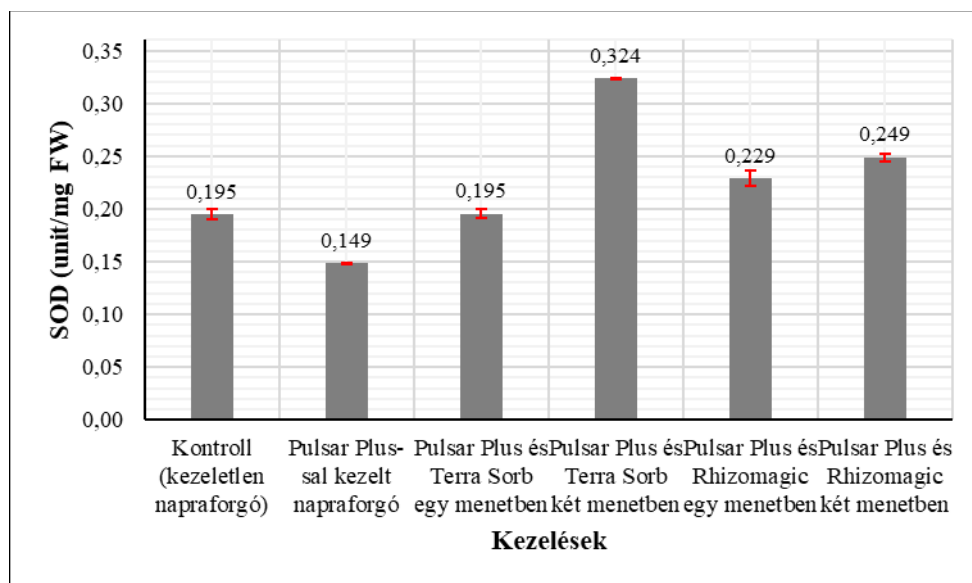
Ezek alapján elmondható, hogy a közel 400 mm-es csapadék mennyiségileg elegendő volt a napraforgó számára. Emellett viszont gyakori problémát jelent a csapadék nem megfelelő eloszlása, ami tovább nehezíti az aszályhelyzetet (INTERNET40). Ez 2024-ben a nyári hónapokban a kísérleti területen is jellemző volt.

5.2 Az enzimaktivitások becslése során kapott eredmények értékelése

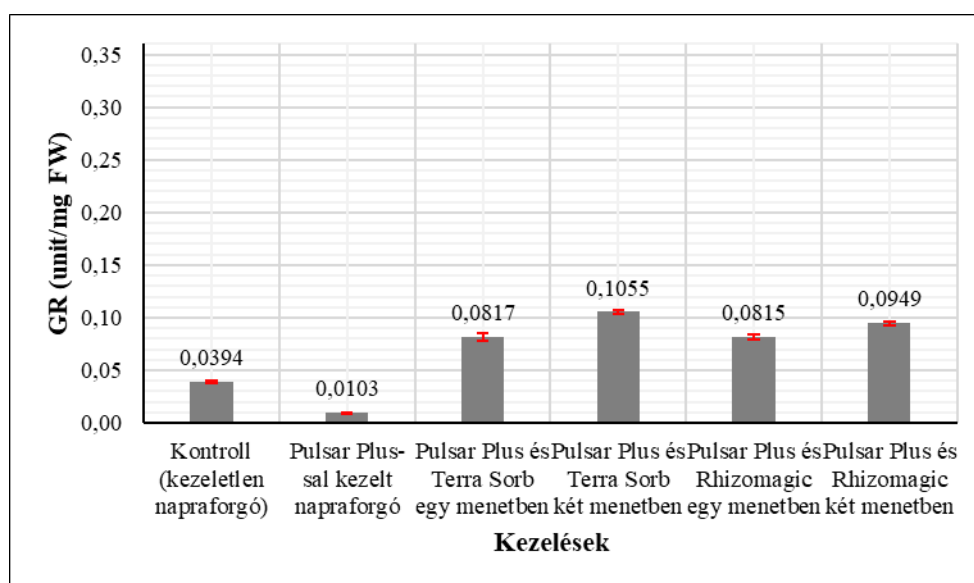
Az antioxidáns enzimrendszer néhány tagjának vizsgálata alapján megállapítható, hogy a gyomirtószeres kezelések egységesen visszavetették az antioxidáns enzimek aktivitását. A növényi védekezési válaszreakciók azonban sikeresen aktiválódtak a növénykondicionálóval támogatott kezelések esetében. A legerőteljesebb antioxidáns aktivitást elősegítő kezelésnek minden enzim esetében a Terra-Sorb Foliar növénykondicionálóval két menetben támogatott beavatkozás bizonyult. A legkisebb mértékű jótékony hatást minden enzim esetében a Terra-Sorb Foliar egy menetes kijuttatásával értük el, míg a RhizoMagic növénykondicionáló egy és két menetes kijuttatása egyaránt jótékony hatással volt az enzimaktivitás értékek növekedésére. A RhizoMagic növénykondicionáló oldat esetében azonban elmondható, hogy az egy és két

menetben történő kijuttatás között az eredményekben nem tapasztaltunk szignifikáns különbségeket.

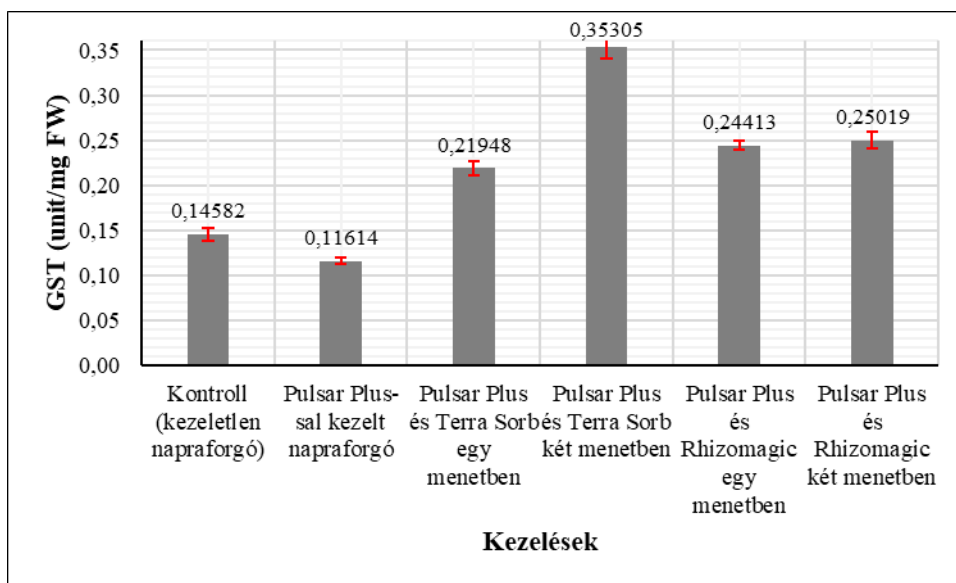
A következő ábrák tartalmazzák az enzimaktivitás eredményeket, amelyekben az „FW” (pl. $\text{nmol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW} \cdot \text{min}^{-1}$) érték a friss tömegre utal, ami azt jelzi, hogy a mért enzimaktivitás a biológiai minta (pl. növényi szövet) friss tömegére normalizált. Ez lehetővé teszi az enzimszintek összehasonlítását különböző biológiai minták között, mivel az „FW” tömegalapú egység, a fehérjetartalomra (pl. U/mg fehérje) vagy térfogat szerinti egységekre (pl. U/ml) történő normalizálással szemben.



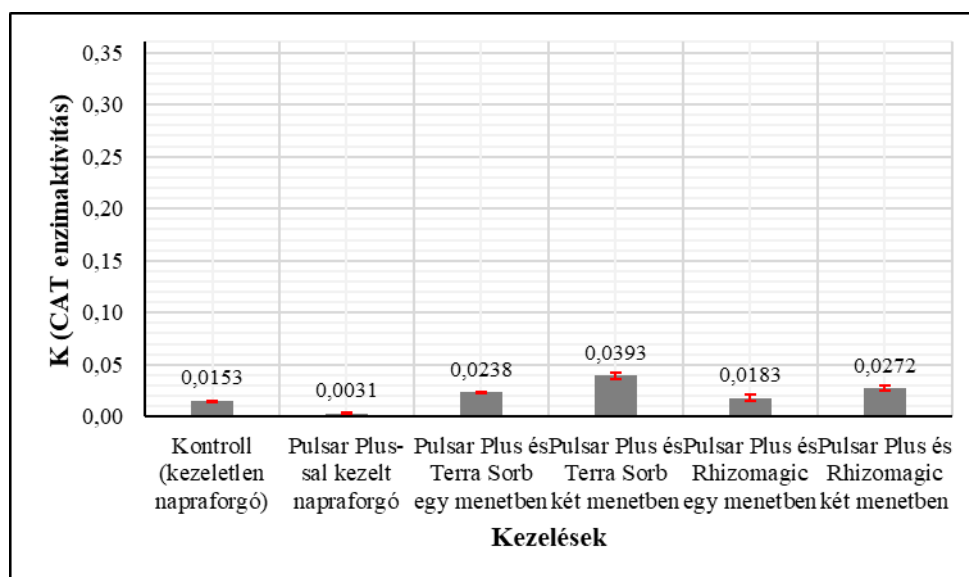
6. ábra: A szuperoxid-dizmutáz (SOD) aktivitásának meghatározása (Forrás: saját munka)



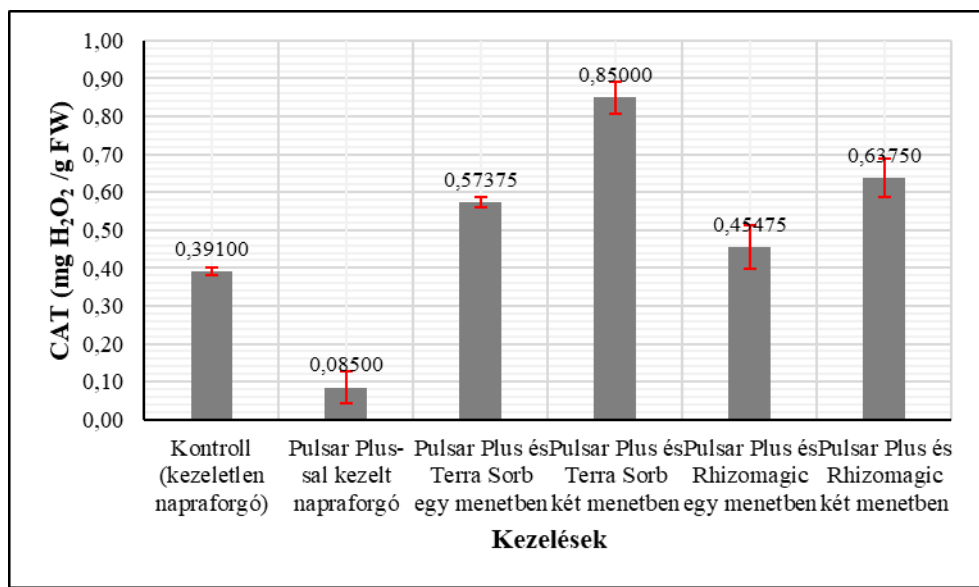
7. ábra: A glutation-reduktáz (GR) aktivitásának meghatározása (Forrás: saját munka)



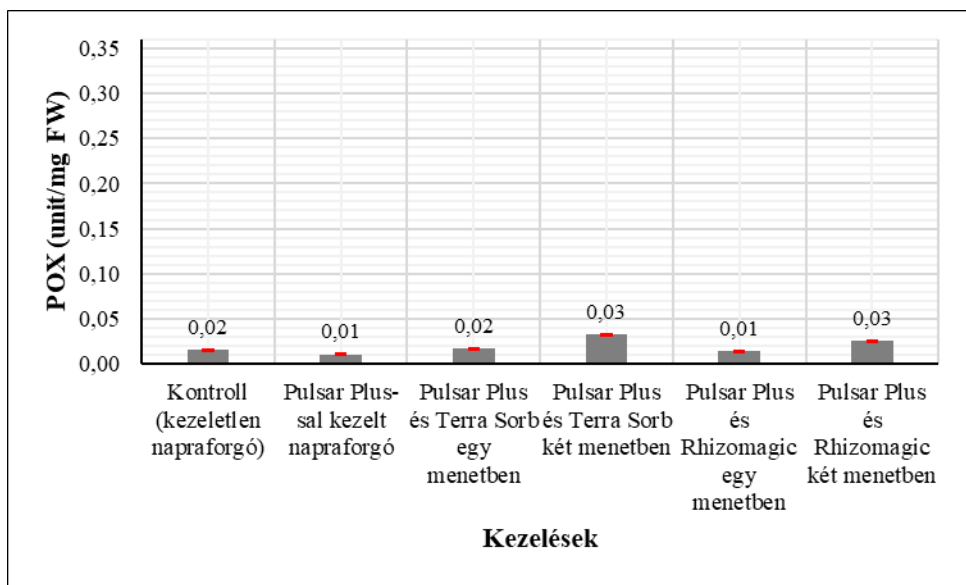
8. ábra: A glutation-S-transzferáz (GST) aktivitásának alakulása (Forrás: saját munka)



9. ábra: A kataláz (CAT) aktivitásának meghatározása az enzymaktivitási állandó (K) segítségével (Forrás: saját munka)



10. ábra: A kataláz (CAT) aktivitásának meghatározása (Forrás: saját munka)



11. ábra: A peroxidáz (POX) aktivitásának meghatározása (Forrás: saját munka)

Összességében megállapítható, hogy a növények antioxidáns enzimaktivitásának alakulására, és ezáltal a gyomirtó stressz által előidézett másodlagos oxidatív stressz káros hatásainak eliminálására mindkét növénykondicionáló alkalmazása előnyt jelenthet. Kimagaslóan jól teljesített a Terra-Sorb Foliar két menetben történt alkalmazása, mely pozitív hatás csak kevésbé mutatkozott meg a növényfiziológiai paraméterek alakulásának esetében. Valószínűsíthetően ennek oka a két növénykondicionáló eltérő összetételében és a növényi biokémiai folyamatokra történő eltérő hatásmechanizmusokban keresendő.

5.3 A varianciaanalízis alkalmazása során kapott eredmények értékelése

5.3.1 Növénymagasság eredményeinek értékelése különböző időpontokban:

5.3.1.1 Hatleveles állapot

Az első mérésre 2024.05.24-én, a kultúrnövény 6 leveles állapotában (BBCH skála: 16) került sor, melynek eredményei a 4. táblázatban találhatóak.

A varianciaanalízis eredményei alapján megállapítható, hogy minden esetben szignifikánsan (SZD:1%) kisebb növényméreteket mértünk a vizsgált kezelésekben a kontroll növényekhez viszonyítva. Megfigyelhető, hogy a Pulsar Plus alkalmazását követően nyolc nappal kijuttatott magas dózisu (31/ha) Terra-Sorb Foliar növénykondicionáló készítménnyel kezelt növények érték el átlagosan a legkisebb méretet (12. és 13. kép). Ez a jelentős eltérés matematikailag is igazolható.

Sor-sz.	Kezelések	Dózis l/ha	Kezelés ideje	Átlag (cm)	Kontroll %-ában	
1	kezeletlen			14,80	100	
2	Pulsar Plus	4	2024.05.13	7,9	53,4	***
3	Pulsar Plus-Terra Sorb	4,0-1,0	2024.05.13	10	67,6	***
4	Pulsar Plus-Terra Sorb	4,0-3,0	2024.05.21	6,5	43,9	***
5	Pulsar Plus-Rhizomagic	4,0-2,0	2024.05.13	8,1	54,7	***
6	Pulsar Plus-Rhizomagic	4,0-3,0	2024.05.21	9	60,8	***
<i>SzD10%</i> =*				2,52	17	
<i>SzD5%</i> =**				3,04	20,56	
<i>SzD1%</i> =***				4,15	28,05	

CV= 24,58 %

4. táblázat: A kezelések hatása a növénymagasság alakulására hatleveles állapotban (Forrás: saját munka)



12. kép: A kezelések hatása az egyes parcellák növényállományára (Forrás: Saját fotó, 2024. máj.)



13. kép: A kontroll parcella és a Pulsar Plus-sal kezelt parcella növényállományai közötti különbség
(Forrás: Saját fotó, 2024. máj.)

5.3.1.2 Szárnövekedés időszaka

A második mérés június 2-án történt, a szárnövekedés időszakában, amikor már jól láthatóak voltak az ízközök (BBCH skála: 3n). A mérések alapján megállapítható, hogy minden esetben szignifikánsan (SZD: 1%) csökkent a növénymagasság a kontrollhoz képest. A negyedik kezelést kapott növények továbbra is a legkisebb növekedési erélyt mutatták.

Sor-sz.	Kezelések	Dózis l/ha	Kezelés ideje	Átlag (cm)	Kontroll %-ában	
1	kezeletlen			47,78	100	
2	Pulsar Plus	4	2024.05.13	23	48,1	***
3	Pulsar Plus-Terra Sorb	4,0-1,0	2024.05.13	23,5	49,2	***
4	Pulsar Plus-Terra Sorb	4,0-3,0	2024.05.21	18,3	38,3	***
5	Pulsar Plus-Rhizomagic	4,0-2,0	2024.05.13	23,5	49,2	***
6	Pulsar Plus-Rhizomagic	4,0-3,0	2024.05.21	24,4	51,1	***
<i>SzD10%= *</i>				3,76	7,87	
<i>SzD5%= **</i>				4,55	9,52	
<i>SzD1%= ***</i>				6,21	12,99	

CV= 12,89 %

5. táblázat: A kezelések hatása a növénymagasság alakulására a szárnövekedés időszakában (Forrás: saját munka)

5.3.1.3 Csillagbimbós állapot

Az utolsó mérés 2024.06.17-én, a napraforgó csillagbimbós fenológiai stádiumában (BBCH skála: 51) történt, azonban az eredmények változatlanok maradtak. A növények növekedése során az egész tenyészidőszak alatt megfigyelhető volt a növekedés elmaradása a kontroll növényekhez képest, amelyet az egytényezős varianciaanalízis modellje is megerősített. Minden esetben szignifikánsan (SZD:1%) csökkent a növények magassága a kontrollhoz képest.

Sor-sz.	Kezelések	Dózis l/ha	Kezelés ideje	Átlag (cm)	Kontroll %-ában	
1	kezeletlen			116,30	100	
2	Pulsar Plus	4	2024.05.13	78,2	67,2	***
3	Pulsar Plus-Terra Sorb	4,0-1,0	2024.05.13	80,6	69,3	***
4	Pulsar Plus-Terra Sorb	4,0-3,0	2024.05.21	72	61,9	***
5	Pulsar Plus-Rhizomagic	4,0-2,0	2024.05.13	85,6	73,6	***
6	Pulsar Plus-Rhizomagic	4,0-3,0	2024.05.21	90	77,4	***
<i>SzD10%= *</i>				7,94	6,83	
<i>SzD5%= **</i>				9,61	8,26	
<i>SzD1%= ***</i>				13,1	11,27	

CV= 8,36 %

6. táblázat: A növénymagasság alakulása a kezelések hatására, csillagbimbós állapotban (Forrás: saját munka)

Összességében az eredmények azt igazolják, hogy a növénykondicionáló készítmények nagyobb dózisban, illetve két menetben történő kijuttatása kedvező hatással van a növények fejlődésére és növekedésére, valamint egyéb értékmérő tulajdonságainak alakulására. Az összes

termék közül a RhizoMagic produkálta a legjobb eredményeket, emelt dózisban (14. kép). Végül azt is érdemes kiemelni, hogy esetenként a Pulsar Plus is jól szerepelt önmagában, mint a napraforgó Clearfield-technológiájának gyomirtója. A Terra-Sorb Foliar pedig alul teljesített, mivel a várt kezdeti növénykondicionáló hatás elmaradt.



14. kép: Az eltérő kezeléseket kapott növények összehasonlítása, a 6-os számmal jelölt növény kapta nagy dózisban a RhizoMagic nevű készítményt (Forrás: Saját fotó, 2024. máj.)

Szintén megállapításra került, hogy a kezdeti növekedési paraméterekben tapasztalt különbségek az állományzáródás után már nem voltak tapasztalhatók (15. kép).



15. kép: A záródás után kialakult heterogén növényállomány (Forrás: Saját fotó, 2024. jún.)

5.3.2 A növény fiziológiai paramétereinek vizsgálata során kapott eredmények értékelése

5.3.2.1 Tányérátmérő:

A 7. táblázatban a kontroll növények adataihoz viszonyítva megfigyelhető, hogy a növényvédő szerek alkalmazása nem eredményezett szignifikáns változást a tányérátmérő méreteiben. A pirossal jelölt érték ugyan nem érte el a szignifikancia küszöbét, azonban érdemes kiemelni, hogy az egy menetben kijuttatott Pulsar Plus (4l/ha) és Terra-Sorb Foliar (1l/ha) készítmények eredményezték átlagosan a legkisebb tányérátmérőt a kísérlet során. A Pulsar Plus gyomirtószer káros hatásait sem a Terra-Sorb Foliar, sem a RhizoMagic alkalmazása nem tudta jelentős mértékben eliminálni a tányérátmérő tekintetében.

A táblázatokban szürkével jelölt 4. (Pulsar Plus, -Terra-Sorb Foliar), illetve 6. (Pulsar Plus-RhizoMagic) kezelés esetében két menetben történt a gyomirtó és a növénykondicionáló készítmény kijuttatása eltérő időpontokban, míg a többi esetben egy menetben történtek a permetezések.

Sor-sz.	Kezelések	Dózis l/ha	Kezelés ideje	Átlag (cm)	Kontroll %-ában
1	kezeletlen			23,62	100
2	Pulsar Plus	4	2024.05.13	23,22	98,3
3	Pulsar Plus-Terra Sorb	4,0-1,0	2024.05.13	21,73	92
4	Pulsar Plus-Terra Sorb	4,0-3,0	2024.05.21	22,23	94,1
5	Pulsar Plus-Rhizomagic	4,0-2,0	2024.05.13	22,33	94,6
6	Pulsar Plus-Rhizomagic	4,0-3,0	2024.05.21	23	97,4
<i>SzD10% = *</i>				2,21	9,35
<i>SzD5% = **</i>				2,72	11,5
<i>SzD1% = ***</i>				3,86	16,35

CV= 6,58 %

7. táblázat: A tányérátmérő alakulása a kezelések hatására (Forrás: saját munka)

A kapott eredmények közötti eltérések nem voltak szignifikánsak.

5.3.2.2 Termésmennyiség:

A termésmennyiség tekintetében a Pulsar Plus és a Terra-Sorb Foliar kombinációja eredményezte a legalacsonyabb értéket. Ezzel szemben a RhizoMagic nagy dózisban (3 l/ha) történő kijuttatása kiemelkedően jó eredményt hozott a termésmennyiség szempontjából, mind a kontroll növényekhez, mind a kizárólag gyomirtószerrel kezelt növényállományokhoz képest. Matematikai értelemben véve azonban ebben az esetben sem beszélhetünk szignifikáns eltérésről (8. táblázat).

Sor-sz.	Kezelések	Dózis l/ha	Kezelés ideje	Átlag (g)	Kontroll %-ában
1	kezeletlen			858,23	100
2	Pulsar Plus	4	2024.05.13	877	102,2
3	Pulsar Plus-Terra Sorb	4,0-1,0	2024.05.13	670,87	78,2
4	Pulsar Plus-Terra Sorb	4,0-3,0	2024.05.21	850,6	99,1
5	Pulsar Plus-Rhizomagic	4,0-2,0	2024.05.13	754,1	87,9
6	Pulsar Plus-Rhizomagic	4,0-3,0	2024.05.21	925,4	107,8
<i>SzDI</i> 0% = *				200,62	23,38
<i>SzD</i> 5% = **				246,63	28,74
<i>SzDI</i> 0% = ***				350,81	40,88

CV= 16,48 %

8. táblázat: A termésmennyiség alakulása a kezelések hatására (Forrás: saját munka)

5.3.2.3 Ezermagtömeg:

Az ezermagtömeg mérések során viszonylag konzisztens eredményeket kaptunk (9. táblázat). A Pulsar Plus-sal két menetben alkalmazott, emelt dózisban (3l/ha) kijutatott RhizoMagic ismételtlen a legjobb teljesítményt nyújtotta. A Terra-Sorb Foliar nagyobb mennyiségben (3l/ha) történő kijuttatása alkalmával szintén jól szerepelt a kísérlet során. A 3-as számmal jelölt kezelés eredményei lényegesen alacsonyabbak voltak a többi állományéinál, ugyanakkor a kontroll növényekhez viszonyítva a további kezelések mindegyikében jobb eredményeket értünk el. A statisztikai elemzés szerint azonban a mért különbségek az ezermagtömeg esetében sem érték el a szignifikanciaszintet. Érdeemes megjegyezni továbbá, hogy a második kezelés (Pulsar Plus, 4l/ha) esetében, amely során nem alkalmaztunk növénykondicionálót, szintén pozitív eredményeket kaptunk.

Sor-sz.	Kezelések	Dózis l/ha	Kezelés ideje	Átlag (g)	Kontroll %-ában
1	kezeletlen			49,72	100
2	Pulsar Plus	4	2024.05.13	53,32	107,2
3	Pulsar Plus-Terra Sorb	4,0-1,0	2024.05.13	46,61	93,7
4	Pulsar Plus-Terra Sorb	4,0-3,0	2024.05.21	51,69	104
5	Pulsar Plus-Rhizomagic	4,0-2,0	2024.05.13	51,16	102,9
6	Pulsar Plus-Rhizomagic	4,0-3,0	2024.05.21	54,77	110,2
<i>SzDI</i> 0% = *				7,73	15,55
<i>SzD</i> 5% = **				9,5	19,11
<i>SzDI</i> 0% = ***				13,52	27,18

CV= 10,2 %

9. táblázat: Az ezermagtömeg alakulása a kezelések hatására (Forrás: saját munka)

Összességében elmondható, hogy a három növényfiziológiai paraméter elemzésének esetében a mért értékeket szignifikánsan nem befolyásolták a különféle kezelések, tehát ebből a szempontból matematikai értelemben a növénykondicionáló kezelések pozitív hatásait nem tudtuk igazolni.

5.4 A kutatás során felhasznált gyomirtószer és növénykondicionáló készítmények területalapú költségei

A 10. táblázat részletesen megmutatja, hogy a kísérletben felhasznált készítmények aktuális beszerzési árai hogyan viszonyulnak egymáshoz, ami a gyakorlati alkalmazás szempontjából az egyik legfontosabb tényezőt jelenti. A Pulsar Plus ára minden esetben adott volt, mivel ezt az összes kezelés alapjául szolgáló gyomirtó szerként alkalmaztuk 4,0 l/ha dózisban. A gyomirtás az agrotechnológiai műveletek szempontjából központi jelentőségű és költségvonzatban is fix költségnek tekinthető.

Az áralkulációban legnagyobb jelentősége a két növénykondicionáló készítmény közötti költségkülönbségnek van. A vizsgálat eredményei alapján a napraforgó fiziológiai paramétereire a legnagyobb hatást a magas dózisban, két menetben kijuttatott RhizoMagic fejtette ki, az enzimek aktivitását illetően pedig a Terra-Sorb Foliar ért el megfelelő eredményt magas dózisban, szintén két menetben kijuttatva. A káros hatások eliminálásának lehetősége nélkülözhetetlen a maximális termésbiztonság érdekében, ami kifejezetten a Terra-Sorb Foliar alkalmazásának kiemelkedő szerepét igazolja a stresszel szembeni védelemben.

A RhizoMagic 3 l/ha dózisban történő felhasználása 15 766 Ft költséget jelent, míg a Terra-Sorb Foliar alacsonyabb ára (12 846 Ft) vonzóbb alternatívát kínál ugyanabban a dózisban. A legnagyobb határfok elérése érdekében azonban javasolható lenne a két különböző szer kombinált, egymás utáni alkalmazása, mivel a gyomirtó okozta stressz hatásainak eliminálására a Terra-Sorb Foliar, míg a jobb fiziológiai paraméterek és a magasabb termés elérésére a RhizoMagic kínálja a megoldást.

A kísérlet során kijuttatott készítmények költségei					
	Pulsar Plus	Terra Sorb Foliar		Rhizomagic	
		egy menetben	két menetben	egy menetben	két menetben
Dózis (l/ha)	4	1	3	2	3
Ár (Ft)	65 920	4282	12 846	10 500	15 766

10. táblázat: A kísérlet során kijuttatott készítmények költségei (Forrás: saját szerkesztés)

6 Következtetések és javaslatok

Az imidazolinonok által előidézett károsító hatás – az acetohidroxisav-szintáz (AHAS) enzim gátlása – számos biokémiai változást idéz elő a növényekben, melyek összeadódva végső soron a növények pusztulásához vezetnek. A gyomirtó kijuttatása nyomán a növekedés leáll, mert a sejtosztódás és a DNS-szintézis gátlása megtörténik; a párologtatás és az etilénfelszabadulás csökken; a cukrok és az aminosavak felhalmozódnak, mert a fehérjeszintézis és a fotoszintáz transzport megszakad. A kutatók azt találták, hogy ezek közül a változások közül néhány valamilyen módon az elágazó láncú aminosavak szintézisének megzavarásához kapcsolódik. Emellett azonban számos más növényfiziológiai változás is zajlik a növényekben, mint például a növény hormonális állapotának zavara, epinasztia, hónaljrügyek burjánzása, apikális dominanciavesztés, klorózis és az internódiumok rövidülése figyelhető meg a vegyszer kijuttatása során (SHANER, 2017).

Mindezen tényeket más kutatócsoportok vizsgálatai is megerősítették (VARHNEY et al., 2015, NESHEV et al., 2020a, MARQUES et al., 2021, NESHEV et al., 2020b).

Kísérleteink során hasonló válaszreakciókat tapasztaltunk a kultúrnövényeinken is.

Az általunk alkalmazott növénykondicionáló vegyületek azonban képesek voltak kisebb-nagyobb mértékben ellensúlyozni a helytelenül kijuttatott – elsodródott – gyomirtó károsító hatásait.

A növénymagasság értékek mindhárom mérési időpontban a kezelések negatív hatásait mutatták. Mindegyik kezelt állomány magassága jelentősen elmaradt a kontroll állományok magasságától. Eleinte a Terra-Sorb Foliar alacsonyabb dóziszú kijuttatása hozott némi előnyt, majd a csillagbimbós állapot elérésének idejére a RhizoMagic emelt dóziszú kezelését kapott növények növekedtek magasabbra, de végeredményképpen így is minden kezelt növény szignifikánsan alacsonyabb lett a kontroll állománynál. Ez a zöldtömeg növekedésével szemben az asszimiláták beépítését fokozó hatásmechanizmusok fokozott működését sejteti mindkét növénykondicionáló szer esetében. Megjegyzendő továbbá, hogy a kezelések nyomán tapasztalt kezdeti eltérések az állomány záródásának idejére teljesen megszűnni látszottak.

Megállapítottuk, hogy a tányérátmérő alakulására nem voltak hatással a kezelések, sem az önmagában kijuttatott gyomirtó, sem a növénykondicionáló szerek nem változtattak érdemben a tányérátmérő méreteken. Ezt az eredményt valószínűsíthetően a kezelések kijuttatási időpontjának köszönhetjük, mivel a kezelések hónapokkal megelőzték a tányérképződést, a kezelések hatása ebben az időszakban már nem volt számottevő.

A termésmennyiség tekintetében elmondható, hogy a gyomirtóval kezelt növények termése 2,2%-kal meghaladta a kezeletlen kontroll termésmennyiségét, amely valószínűsíthetően a gyomborítottságból adódó – tápanyagokért folytatott – versengésnek volt köszönhető. Kiemelkedő teljesítményt nyújtott a magasabb dózisban kijuttatott RhizoMagic nevű növénykondicionáló szer, melynek hatására a termésnövekedés a kontroll állományokhoz képest 7,8%-kal növekedett. A RhizoMagic termék hosszútávú jótékony hatásait a tengeri alga kivonat és a megfelelő arányban kijuttatott mikro- és makroelem adagnak köszönhetjük.

Az ezermagtömeg értékek a termésmennyiséghez hasonlóan alakultak. A kontrollhoz képest 7,2%-os növekedés volt mérhető a gyomirtott kezelésben, míg 10,2%-os növekedést produkáltak a RhizoMagic-kal magasabb dózisban kezelt növényállományok. Következtetesként levonható, hogy a RhizoMagic nagyobb dózissal, két menetben történt kezelések nagymértékben segítették a napraforgót a gyomirtó okozta stresszhatások kiheverésében és fő előnyük a hosszútávú kiegyensúlyozott tápanyagutánpótlásban áll, mely összességében szignifikáns termésnövekedést eredményezett.

Enzimaktivitás vizsgálataink alátámasztják az antioxidáns aktiváció növekedését gyomirtóstressz során, majd további növekedést mutatnak a növénykondicionáló kezelések esetében, megerősítve, hogy az alkalmazott szerek immunstimuláló hatással bírnak. Az antioxidáns enzimrendszer összehangolt működése mindenképpen szükséges a gyomirtók által esetlegesen előidézett kezdeti stresszhatások gyors eliminálására. Kísérleteinkben megállapítottuk, hogy a vizsgált vegyszerek közül leghatékonyabbnak a Terra-Sorb Foliar magasabb dózisa bizonyult. Ez az eredmény is rámutat arra, miszerint mindegyik növénykondicionáló más hatásmechanizmussal működik és míg a RhizoMagic inkább a kiegyensúlyozott tápanyagellátást biztosítja, addig a Terra-Sorb Foliar készítmény immunstimuláns hatásokkal bír. Ez a két irány meghatározza a termékek későbbi felhasználási irányait is.

Költségszámításunk alapján a Terra-Sorb Foliar-t ajánljuk a gazdálkodók számára, de megfontolandó lehet a két vegyszer egymás utáni alkalmazásának lehetősége is. Továbbá a Terra-Sorb Foliar-t közvetlenül a gyomirtószer elsodródása után ajánljuk, amikor segíthet az antioxidáns méregtelenítő mechanizmusok aktiválásában, majd a RhizoMagicot pedig egy későbbi időpontban javasoljuk kijuttatni, hogy a kezdetleges fejlődési lemaradást sikeresen leküzdhesse a növényállomány.

7 Összefoglalás

Napjainkban a klímaváltozás világszerte számos kihívás elé állítja a mezőgazdasági termelőket. A környezeti stresszorok okozta károkat utólag nehéz kezelni, és a termés kiesés jelentős lehet.

A megelőzés, illetve a minél gyorsabb beavatkozás egyre inkább előtérbe kerül, amelynek során hatékonyan kiaknázzhatjuk az egészséges növényekben rejlő lehetőségeket. Az egyik ilyen megközelítés lehet az abiotikus stresszhatások kezelése növénykondicionáló oldatokkal. Az ilyen típusú növényvédőszer alkalmazásával nem a termés növekedését várjuk, hanem a szélsőséges viszonyok közötti ellenállóság növekedését és a növényben rejlő genetikai tulajdonságok minél jobb szinten történő kiaknázását. A növénykondicionáló szerek széles választéka nehezen elkülöníthető tulajdonságokat rejt, melyek közül két - kereskedelmi forgalomban kapható - vegyszer hatásait vizsgáltuk xenobiotikum stressz hatásainak kezelésére.

Vizsgálatainkban megállapítást nyert, hogy a két növénykondicionáló oldat közül az egyik (RhizoMagic) valóban növénykondicionáló tulajdonságokat hordoz és a stresszkörülmények ellenére is a növény normál fiziológiás állapotához közelítő fiziológiai paramétereket eredményez. A másik általunk vizsgált termék (Terra-Sorb Foliar) azonban inkább viselkedett immunstimuláns vegyszerként, azaz a növényi védekező válaszreakciókat - esetünkben az antioxidáns enzimrendszert - aktiválta.

Ez utóbbi termék hatékonyan aktiválja a növények stresszválaszaiban részt vevő egyes biokémiai útvonalakat, amelyek együttesen növényi védekező mechanizmusokat indukálnak a stressz alatt álló állományokban.

Összességében elmondható, hogy mindkét termék jól beilleszthető a modern növénytermesztési gyakorlatba, a Terra-Sorb Foliar főként kofaktorokat és aminosavakat, míg a RhizoMagic természetes, bioaktív vegyületként algakivonatot tartalmaz. Az előbbi immunstimuláns termék pozitívuma az enzimaktiváló hatásában rejlik, mely segíthet a másodlagosan fellépő káros oxidatív stressz leküzdésében. Az utóbbi termék pedig támogatja az alapvető fiziológiai folyamatok helyreállítását és a normál homeosztázis fenntartását a stresszhatás megszűnte után. Mindkét termék alkalmazása segíthet a mezőgazdaságnak abban, hogy költséghatékony és környezetbarát módon nézzen szembe az új kihívásokkal. Alkalmazásuk egyenként vagy akár egymás után kijuttatva kiváló új generációs, természetes védelmi megoldást jelenthet a gazdálkodók számára.

8 Irodalomjegyzék

1. Antal József (1978): Olajnövények termesztése, Budapest, Mezőgazdasági Kiadó p. 5., 7-9., 11., 12., 14., 15., 17.
2. Antal József (2005): Növénytermesztéstan 2, Mezőgazda Kiadó, Budapest, p. 226, 221-223., 230., 224., 227-229., 231., 232., 233., 235., 236., 237.
3. Aponyiné Garamvölgyi Ilona, Kis Gy., Magyarné L. N. (2004): Fungicid és baktericid vizsgálati módszertan, Fölművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium Növény- és Talajvédelmi Főosztály, Budapest, pp. 36-37.
4. Beauchamp, C., Fridovich, I. (1971): Superoxide dismutase: Improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. Anal. Biochem. pp. 44, 276–287. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(71\)90370-8](https://doi.org/10.1016/0003-2697(71)90370-8)
5. Bíró Melinda (2011): Növényvédő szerek Magyarországon, Tudományos Diákköri Dolgozat, Miskolc pp. 9-10.
6. Bonnichsen, R.K., Chance, B., Theorell, H. (1947): Catalase Activity. Acta Chem Scand pp. 1, 685–709. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2012.01.015>
7. Chance, B., Maehly, A.C., (1955): [136] Assay of catalases and peroxidases:, in: Methods in Enzymology. Academic Press, pp. 764–775. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(55\)02300-8](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(55)02300-8)
8. Dajka Máté (2019): Herbicid-toleráns napraforgó gyomirtási technológiák területi megoszlása 2014-2018, Agrofórum, 2019/11., 30. évfolyam pp. 26
9. David Howell (2002): Statistical Methods for Psychology. Duxbury, pp. 324–325., ISBN 0-534-37770-X
10. Decsi K. (2022): Szárazság és UV-stressz a növények „szemszögéből”, MezőHír-2022/07. lapszám cikke: <https://mezohir.hu/2022/07/27/agrar-srtessz-uv-szarazsag-homerseklet-mezogazdasag/>
11. FAO adatok (2021): <https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1411538/>
12. Frank J. (1999): A napraforgó biológiája és termesztése. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 422.
13. Frank József-Szendrő Péter (2011): A napraforgó, Gödöllő, Szent István Egyetemi Kiadó p. 11., 14-15., 18., 225., 226., 233-234., 239., 241., 243., 244., 246., 248., 266., 270., 319., 336., 337-339., 340-342., 343-348., 355., 357.
14. Garrouj M., Alard D., Corcket E., Marchand L., Benot L. M., (2019): The effects of management on vegetation trajectories during the early-stage restoration of previously

- arable land after hay transfer, INRA, BIOGECO, UMR 1202, Univ.Bordeaux, Pessac, France, pp. 3., <https://doi.org/10.1002/ece3.5798>
15. Gazdálkodási Napló (saját): 2023 és 2024.
 16. Gomez, K. A., & Gomez, A. A., (1984): Statistical Procedures for Agricultural Research. Wiley. pp. 45.
 17. Habig, W.H., Pabst, M.J., Jakoby, W.B., (1974): Glutathione S-transferases: The first enzymatic step in mercapturic acid formation. J Biol Chem pp. 249, 7130–7139.
 18. Harrach B. D. (2009): Abiotikus és biotikus stresszorok hatása árpa és dohány növényekre, PhD értekezés, MTA Növényvédelmi Kutatóintézete Budapest
 19. Hoffmann S. (2011): Ipari- és takarmánynövények termesztése p. 3-4., 7-8. https://dtk.tankonyvtar.hu/bitstream/handle/123456789/8736/0010_1A_Book_10_Ipari_es_takarmanynovenyek_termesztese.pdf
 20. Holdak A. (2005): Regulatory and functional interactions of plant growth regulators and plant glutathione S-transferases (GSTs), pp. 72:155-202. doi: 10.1016/S0083-6729(05)72005-7.
 21. Howell D. (2002): Statistical Methods for Psychology. Duxbury, pp. 324–325., ISBN 0-534-37770-X
 22. Imre Jánosné (saját), (2023): Talajvizsgálati eredmények, Vasszécseny (Piros-kereszt adatai)
 23. Jancsó Zs. (2015): Az oxidatív stressz és az antioxidáns védelmi rendszer vizsgálata nehézfém kezelést követően pontyban és streptozotocin-indukálta diabéteszes patkány modellben. PhD értekezés, Szeged p. 9-10.
 24. Janda T. (2023): A növények és a stressz, Libri Könyvkiadó, Budapest, p. 14-20., 131., 132., 171., 172.
 25. KSH adatok (2023): https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0018.html , https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0012.html
 26. Larcher W. (1987): Stress bei Pfl anzen. Naturwissenschaft en 74: pp. 158–167. <https://doi.org/10.1007/bf00372919>
 27. Lichtenthaler H. K. (1996): Vegetation stress: an introduction to the stress concept in plants. Journal of Plant Physiology 148: pp. 4–14. [https://doi.org/10.1016/s0176-1617\(96\)80287-2](https://doi.org/10.1016/s0176-1617(96)80287-2)
 28. Lichtenthaler H. K. (1998): Th e stress concept in plants. Annals of New York Academy of Sciences 851: pp. 187–198. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1998.tb08993.x>

29. LIU Cong, DENG Yuhong, LIU Xuanming, LIN Jianzhong (2023): Research Advances in the Function of Catalase in Plant Growth, Development and Stress Response[J]. Life Science Research, 27(2): pp. 128-138
30. Maehly A. C. (1954): The Assay of Catalases and Peroxidases, <https://doi.org/10.1002/9780470110171.ch14>
31. Marques, J. da C. M.- Lemes, E. (2021): Dicamba injury on soybean assessed visually and with spectral vegetation index Agr. Eng., 3 (2021), pp. 240-250, DOI:10.3390/agriengineering3020016
32. MENDES, R. R., Takano K. H., Oliveira S. R., Jr. Adegas S. F., Gaines A. T., Dayan E. F. (2020): A Trp574Leu target site mutation - confers imazamox resistance in multiple herbicide resistant - wild poinsettia populations from Brazil. Agronomy, 10: pp. 1057. <https://doi.org/10.3390/agronomy10081057>
33. Molnár Tamás (2015): Empirikus területi kutatások és módszerek, Akadémia Kiadó, Budapest (2017: Digitális kiadás), pp. 6. fejezet: Szignifikanciavizsgálatok-statisztikai próbák és tesztek, Variáncianalízis, ISBN: 978 9634540229
34. Montgomery D. C. (2019): Design and Analysis of Experiments, 10th Edition, Wiley, pp. 1-20.
35. Neshev, N.- Balabanova, D.-Ivanovska, M.- Yanev, Mitkov, A.- Tonev, T. (2020a): Effect of biostimulant application in tank mixture with imazamox on common pumpkins (*Cucurbita moschata* Duchesne ex Poir.) J. Environ. Prot. Ecol., 21 (5) (2020), pp. 1646-1652.
36. Neshev, N.- Yanev, M.- Mitkov, A.- Tonev, T., (2020b): Efficacy and selectivity of imazamox-containing herbicides at clearfield and clearfield plus sunflower hybrids Sci. Pap. Ser. A, Agron., LXIII (1) (2020), pp. 450-457, DOI:10.59665/rar3623
37. Pepó P. (2010): Növénynevelés, Debrecen, pp. 91.
38. Pepó P. (2024): Integrált növénytermesztés, Olajnövények, Szaktudás Kiadó, Budapest p. 7-11., 15., 18.
39. Priszter Sz. – Szabó L. (1989): A napraforgó rendszertani helye és rokon fajtái. In: Frank J. – Szabó L. (Szerk.): A napraforgó (*Helianthus annuus* L.) Magyarország kultúrflórája. 61., VI. kötet. Akadémiai Kiadó, Budapest
40. Rios-Gonzalez K. (2002): A növényi antioxidáns védekezőrendszer enzimikus elemeinek változása só (NaCl) stressz hatására, PhD értekezés, Magyar Tudományos Akadémia Mezőgazdasági Kutatóintézete, Martonvásár pp. 13-15.

41. Selye H. (1936): A syndrome produced by diverse nocuous agents. *Nature* 138: pp. 32. <https://doi.org/10.1038/138032a0>
42. Selye J. (1965): *Életünk és a stressz*, Akadémia Kiadó, Budapest, pp. 68., 69.
43. Shaner, D. L. (2017): Physiological effects of the imidazolinone herbicides. In *The Imidazolinone Herbicides* (1991) (pp. 129-138). CRC press.
44. Singh, A., Prasad, S. M., & Singh, R. P. (Eds.), (2016): *Plant responses to xenobiotics* (Vol. 362). Singapore: Springer.
45. Suruchi S. – Supriya T., (2020): *Plant Life Under Changing Environment, Responses and Management*, Chapter 10-Responses of plants to herbicides: Recent advances and future perspectives p. 237-250.
46. Syngenta (2015): *Szántóföldi növények termesztés-technológiai ajánlat 2015*, pp. 33.
47. Szántó Zoltán (2019): A napraforgó gyomirtása, BASF Hungária Kft., *Acta Agronomica Óváriensis* Vol. 60. No.1., pp. 155. https://epa.oszk.hu/03100/03114/00026/pdf/EPA03114_acta_agronomica_ovariensis_2019_2_151-173.pdf
48. Szigeti Z. (2013a): Növények stresszben. *Liget* 2013/10: pp. 73-77.
49. Szigeti Z. (2018): A növényi stresszel kapcsolatos felfogásunk változásai, *Botanikai Közlemények* 105(2): 165–178 (2018) p. 168., 170., 172., 173-174.
50. Taylor, P., Bowler, C., Camp, W. Van, Montagu, M. Van, Inzé, D., & Asada, K. (2012): Szuperoxid-diszmutáz növényekben. *Kritikus vélemények a növénytudományban*, 13(3), 37–41.
51. Tóth Zoltán: A növényrendszertan alapjai biológia tanárszakos hallgatóknak
52. Varhney, S.- Khan, M.- Masood, A.- Per, T.- Rasheed, F.- Khan, N. (2015): Contribution of plant growth regulators in mitigation of herbicidal stress *J. Plant Biochem. Physiol.*, 3 (2015), p. 160, DOI: 10.4172/2329-9029.1000160
53. Venisse, J.-S., Gullner, G., Brisset, M.-N. (2001): Evidence for the Involvement of an Oxidative Stress in the Initiation of Infection of Pear by *Erwinia amylovora* 1. *Plant Physiol.* pp. 125, 2164–2172. <https://doi.org/10.1104/pp.125.4.2164>
54. Wang W., Vinocour B., Altman A. (2003): Plant responses to drought, salinity and extreme temperature: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta* 218: pp. 1–14. <https://doi.org/10.1007/s00425-003-1105-5>

- Internet 1: <https://agroforum.hu/szakcikkek/novenytermesztes-szakcikkek/olajos-magvak-van-meg-perspektiva/>
- Internet 2: <https://www.agricultureinindia.net/agronomy/sunflower/sunflower-origin-distribution-and-production-essay-agronomy/12316>
- Internet 3: <https://genezispartner.hu/novenykulturak/szantofoldi-novenyek/napraforgo/>
- Internet 4 (2. ábra forrása): <https://mezohir.hu/2020/08/11/napraforgo-hogy-lehet-kihozni-tobbet-belole/>
- Internet 5: <https://tapanyagok.hu/zsirok-olajok/napraforgoolaj-tapanyagtartalma/>
- Internet 6: <https://www.kerteszkaruhaza.com/tapanyagellatas/napraforgo-tapanyag.html>
- Internet 7: <https://agroforum.hu/szakcikkek/tapanyag-utanpotlas/mire-kell-figyelni-a-napraforgo-tapanyagellatasaban/>
- Internet 8: <https://microaktiv.com/hu/abiotikus-novenyi-stressz/>
- Internet 9:
https://ag.fmc.com/hu/sites/default/files/documents//RhizomagicBrosi2022_0405%2520FINAL.pdf
- Internet 10: <https://www.syngenta.hu/press-release/hir/biostimulatorok-szerepe-novenyek-stressz-folyamataiban>
- Internet 11: <https://www.agroinform.hu/szantofold/a-noveny-szenved-a-gyomirto-szertol-47801-002>
- Internet 12: <https://www.agroinform.hu/szantofold/tudta-hogy-a-gyomirtozas-arthat-a-kulturnovenyek-jo-hir-hogy-van-ra-megoldas-x-43754-002>
- Internet 13:
[Imazamox \(Ref: BAS 720H\), https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/392.htm](https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/392.htm)
- Internet 14:
<https://www.agro.basf.hu/hu/Termek/Attekintes/Gyomirt%C3%B3-szer/PULSAR-PLUS.html#:~:text=A%20Pulsar%C2%AE%20Plus%20a%20posztemergens%20gyomirt%C3%A1s%20sor%C3%A1n%20a,kijuttat%C3%A1s%20rugalmass%C3%A1ga%20%C3%A9s%20az%20id%C5%91j%C3%A1r%C3%A1st%C3%B3l%20val%C3%B3f%C3%BCggetlens%C3%A9ge%20%C3%A1ltal.>
- Internet 15: <https://agrobasesapp.com/hungary/pesticide/pulsar-plus>
- Internet 16: <https://hu.warbletoncouncil.org/peroxidasas-2135>
- Internet 17 (Pro-Feed Kft. honlapja): <https://profeed.hu/hirek/szakcikkek/biostimulatorok-lehetoseg-a-novenyvedosok-es-novenyorvosok-kezeben>
- Internet 18: <https://profeed.hu/termek/terra-sorb-foliar>

Internet 19:

<https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/282950/TerrasorbFoliar.pdf/47bc70eb-3df8-4506-8475-385490b5daf2>

Internet 20: <https://agrarium7.hu/cikkek/713-biostimulatorok-a-novenytermesztesben>

Internet 21:

<https://icl-growingsolutions.com/agriculture/knowledge-hub/enhancing-crop-performance-with-amino-acid-biostimulants/#:~:text=Amino%20acid-based%20biostimulants%20enhance%20crop%20resilience%2C%20improve,nutrient%20uptake%2C%20and%20boost%20overall%20plant%20health.>

Internet 22: <https://ag.fmc.com/hu/hu/fmc-biologiai-termekek/rhizomagic>

Internet 23:

<https://ag.fmc.com/hu/sites/default/files/documents//RhizoMagic%2520eng.%25202020-2030.pdf>

Internet 24:

<https://www.agrarszektor.hu/noveny/20240318/termohelyi-kategoriak-talajtipusok-47853#:~:text=Term%C5%91helyi%20kateg%C3%B3ri%C3%A1k%20-%20talajt%C3%ADpusok%20I.%20K%C3%B6z%C3%A9pk%C3%B6tt%20csernozjom,k%C3%B6zeli%20s%C3%B3s%20talajv%C3%ADzb%C5%91%20ker%C3%BClnek%20a%20fels%C5%91bb%20talajszintekbe.%20>

Internet 25: <https://www.syngenta.hu/clearfield>

Internet 26:

<https://www.agro.basf.hu/hu/Termek/Tecnol%C3%B3gi%C3%A1k/Clearfield/>

Internet 27: <https://www.syngenta.hu/press-release/hir/clearfield-syngenta-napraforgo-gyomirtasi-technologiajaban>

Internet 28: <https://www.syngenta.hu/napraforgo-nk-neoma>

Internet 29:

WING®-P - BASF Mezőgazdasági Megoldások Magyarország

<https://www.agro.basf.hu/hu/Termek/Attekintes/Gyomirt%C3%B3-szer/WING-P.html>

Internet 30: <https://novenyvedoszer.nebih.gov.hu/engedelykereso/Kereso>

<https://novenyvedoszer.nebih.gov.hu/Engedelykereso/DocumentHandler.ashx?documentId=343954456es343954756&documentName=Wing-P+mod+2023+08+10.pdf+publikus.pdf>

Internet 31: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/511.htm>

Internet 32: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/241.htm>

Internet 33: <https://www.kite.hu/novenyvedelem/gyomirto-szerek/fozat-480-gyomirto-szer/57/1070>

Internet 34: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/373.htm>

Internet 35:

Növényvédő szerek adatbázisa,
https://novenyvedoszer.nebih.gov.hu/Engedelykereso/DocumentHandler.ashx?documentId=299874106es299939055&documentName=Foz%3%a1t480_meg%3%baj%3%adt%3%als_+20201027.pdf

Internet 36: <https://www.sunflowernsa.com/research/guidelines-for-public-yield-trials/>

Internet 37: https://agritech.tnau.ac.in/crop_improvement/crop_imprv_layout.html

Internet 38: <https://hu.warbletoncouncil.org/absorbancia-3745>

Internet 39:

<https://adoc.pub/varianciaanalizis-egytenyezsz-kiserletek-mas-neven-egyutas-os.html>

Internet 40:

https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3499

Google térkép:

https://www.google.hu/maps/place/Vassz%C3%A9cseny,+9763/@47.1759715,16.7629668,547m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x476eb50faa30ba47:0x2e3a52efa2b64d75!8m2!3d47.1813996!4d16.7600901!16s%2Fm%2F0406wz5?hl=hu&entry=ttu&g_ep=EgoyMDI1MDIwNS4xIKXMDS0ASAFQAw%3D%3D

BBCH skála (fenológiai stádiumok):

[https://www.fmcagro.hu/Cheminova/web.nsf/Pub/ZIJB3I/\\$FILE/BBCHSkala2021A5fekv.o.pdf](https://www.fmcagro.hu/Cheminova/web.nsf/Pub/ZIJB3I/$FILE/BBCHSkala2021A5fekv.o.pdf)

9 Ábrák, képek és táblázatok jegyzéke

1. ábra: A napraforgó termesztés volumene Európában (Forrás: INTERNET4).....	8
2. ábra: A RhizoMagic biológiai hatású összetevői. Széleskörű összetevőinek (tanninok, fucoidan, laminarin, mannit, alginit, aminosavak) köszönhetően nagyon hatékony a stresszoldásban, akár biológiai többlethatást is eredményezhet együttes jelenlétük (Forrás: INTERNET9).....	19
3. ábra: A Clearfield-technológia alkalmazása az adott (szaggatott vonallal jelölt) fenológiai fázisban (Forrás: INTERNET26).....	23
4. ábra: A hőmérsékleti értékek alakulása a kísérleti területen 2024-ban (Forrás: Saját szerkesztés VMNK (2024) adatai alapján).....	35
5. ábra: A 2024. évi csapadék mennyiség és a napos órák száma havi bontásban (Forrás: Saját szerkesztés VMNK (2024) adatai alapján).....	36
6. ábra: A szuperoxid-dizmutáz (SOD) aktivitásának meghatározása (Forrás: saját munka)...	37
7. ábra: A glutation-reduktáz (GR) aktivitásának meghatározása (Forrás: saját munka).....	37
8. ábra: A glutation-S-transzferáz (GST) aktivitásának alakulása (Forrás: saját munka).....	38
9. ábra: A kataláz (CAT) aktivitásának meghatározása az enzimaktivitási állandó (K) segítségével (Forrás: saját munka).....	38
10. ábra: A kataláz (CAT) aktivitásának meghatározása (Forrás: saját munka).....	39
11. ábra: A peroxidáz (POX) aktivitásának meghatározása (Forrás: saját munka).....	39
1.kép: A napraforgó (Forrás: ANTAL, 2005).....	11
2.kép: Az abiotikus stressz mechanizmusa (Forrás: INTERNET8).....	13
3.kép: A Piros-kereszt nevű terület felülnézetből (Forrás: Google térkép).....	20
4.kép: A vizsgált terület és annak kimérése (Forrás: saját fotó, 2024. ápr.).....	21
5. kép: A posztemergens gyomirtás napján (2024.05.13.) készült fotó (Forrás: saját fotó).....	24
6. kép: A posztemergens gyomirtás napján készült fotó, amelyen a gyomnövények túlzott jelenléte látható (Forrás: saját fotó, 2024. máj.).....	24
7. kép: A növényi minták gyűjtése (Forrás: Saját fotó, 2024. máj.).....	28
8. kép: A növényi minták gyűjtése (Forrás: Saját fotó, 2024. máj.).....	28
9. kép: A növények fejlettségi állapota a magasságmérések harmadik időpontjában (Forrás: Saját fotó, 2024. jún.).....	31
10. kép: A napraforgó kézi betakarítása (Forrás: Saját fotó, 2024. szept.).....	32
11. kép: A tányérok gyűjtése kezelésként (Forrás: Saját fotó, 2024. szept.).....	33

12. kép: A kezelések hatása az egyes parcellák növényállományára (Forrás: Saját fotó, 2024. máj.).....	40
13. kép: A kontroll parcella és a Pulsar Plus-sal kezelt parcella növényállományai közötti különbség (Forrás: Saját fotó, 2024. máj.).....	41
14. kép: Az eltérő kezeléseket kapott növények összehasonlítása, a 6-os számmal jelölt növény kapta nagy dózisban a RhizoMagic nevű készítményt (Forrás: Saját fotó, 2024. máj.).....	43
15. kép: A záródás után kialakult heterogén növényállomány (Forrás: Saját fotó, 2024. jún.).....	43
1. táblázat: A napraforgó termesztésének agrotechnikai elemei (Forrás: saját munka).....	22
2. táblázat: A kísérleti elrendezés, a parcellák felosztása (Forrás: saját munka).....	26
3. táblázat: A kezelések elhelyezkedéséhez szükséges magyarázat (Forrás: saját munka).....	27
4. táblázat: A kezelések hatása a növénymagasság alakulására hatleveles állapotban (Forrás: saját munka).....	40
5. táblázat: A kezelések hatása a növénymagasság alakulására a szárnövekedés időszakában (Forrás: saját munka).....	42
6. táblázat: A növénymagasság alakulása a kezelések hatására, csillagbimbós állapotban (Forrás: saját munka).....	42
7. táblázat: A tányérátmérő alakulása a kezelések hatására (Forrás: saját munka).....	44
8. táblázat: A termésmennyiség alakulása a kezelések hatására (Forrás: saját munka).....	45
9. táblázat: Az ezermagtömeg alakulása a kezelések hatására (Forrás: saját munka).....	45
10. táblázat: A kísérlet során kijutatott készítmények költségei (Forrás: saját szerkesztés)....	46

10 Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnék mondani először is konzulensemnek, Szaszkoné Dr. Decsi Éva Kincsonak a kiemelkedő szakmai tudásáért, illetve a diplomadolgozat megírásához szükséges instrukciók átadásáért és a kísérlet során nyújtott segítségéért.

Köszönetemet fejezném ki a Vas Vármegyei Kormányhivatal Növény- és Talajvédelmi Osztály munkatársainak, különösen külső konzulensemnek, Both Gyulának, aki a növényvédőszeres ismertetésében és a kísérlet végrehajtásában, valamint az eredmények kiértékelésében nyújtott nagy segítséget. Kiemelném még Ughy Pétert, aki az osztály technikusával együtt részt vett a parcellák kijelölésében és a permetezésben.

Mostafa Ahmed PhD-hallgatónak is köszönöm a laboratóriumi munkák elvégzésében nyújtott segítségét az enzimek aktivitásának méréséhez kapcsolódó feladatok során.

Külön köszönetet szeretnék mondani a Családomnak és a Páromnak a mintavételek alkalmával történő aktív részvételért, a támogatásukért és a türelmükért.

11 Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: IMRE GRETA ANNA
A Hallgató Neptun kódja: YN354R
A dolgozat címe: XENOBIOTIKUM ALTAL ELŐIDÉZET STRESSZ KÁROS HATÁSAINAK
ÉS ELIMINÁLÁSUK LEHETŐSÉGEINEK VIZSGÁLATA NÖVÉNY-
A megjelenés éve: 2025 KONDITIONÁLIS KÉSZÍTMÉNYEKEL
NAPRAFORGÓ ÁLLOMÁNYBAN
A konzulens intézetének neve: NÖVÉNYTERMESZTÉSI-TUDOMÁNYOK INTÉZET
A konzulens tanszékének a neve: NÖVÉNYÉLETTAN ÉS NÖVÉNYÖKOLÓGIA TANSZÉK

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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 MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: 2025 év 10. hó 12. nap


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölnendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölnendő.

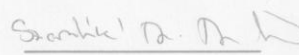
NYILATKOZAT

IMRE GÉTA ANNA (név) (hallgató Neptun azonosítója: YN354R)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekinttem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

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

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

Kelt: 2025. év 10. hó 13. nap


belső konzulens


külső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	IMRE GRÉTA ANNA
Neptun-kódja:	YN354R
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	Szakdolgozat készítés 3. NOVTR 114N
A munka címe:	Xenobiotikumokkal előidézett stressz káros katabolizmus és eliminációja lehetővébírni vizsgálata növénykonduciós kiszáradással kapcsolatos állapotokban

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

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

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

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

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

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

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

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

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

--	--	--	--

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. október 25.



Hallgató aláírása



Konzulens/Témavezető aláírása

