



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**

**Szent István Campus**

**Növénytermesztési-tudományok Intézet**

**BSc alapképzési szak**

**Különböző tápanyagszintek hatása a kukorica  
termésmennyiségére -és minőségére**

<b>Belső konzulens:</b>	Dr. Mikó Péter Pál egyetemi docens
<b>Belső konzulens intézete/tanszéke:</b>	<b>Növénytermesztési- tudományok Intézete</b> <b>Agronómia Tanszék</b>
<b>Külső konzulens:</b>	Horváth Géza Béla növényvédelmi szakmérnök
<b>Készítette:</b>	<b>Kasza Kornél Zsolt</b>

**Gödöllő**

**2025**

# Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	2
2. Szakirodalmi áttekintés .....	4
2.1 A kukorica agrotechnikai sajátosságai.....	4
2.2 A kukorica egyedfejlődése, fejlődési igényei .....	6
2.3 A kukorica nitrogénigénye .....	8
2.4 A kukorica foszforigénye.....	10
2.5 A kukorica káliumigénye.....	12
2.6 A kukorica istálló- és zöldtrágyázása .....	13
2.7 A kukorica néhány további fontos nyomeleme .....	16
3. Anyag és módszer.....	21
3.1 A kísérletnek teret adó gazdaság bemutatása .....	21
3.2 A kísérlet leírása .....	22
3.3 A kísérlet beállításának leírása .....	26
3.4 A kísérletben alkalmazott készítmények jellemzése .....	27
3.5 A kísérlet értékelésének, adatfeldolgozásának metodikája.....	32
4. Eredmények és értékelésük .....	34
5. Következtetések, javaslatok .....	41
6. Összefoglalás.....	42
7. Köszönetnyilvánítás .....	44
8. Szakirodalmi jegyzék .....	45
9. Ábrák és táblázatok jegyzéke .....	51
10. Nyilatkozatok .....	52

# 1. Bevezetés

A kukorica (*Zea mays L.*) jelenleg az Európai Unió és a világ kiemelkedő haszonnövénye. Vetésterülete az őszi búza után a legjelentősebb az Európai Unióban, de még ennek ellenére is importra szorul belőle. Amíg a múlt század végére a kukorica termésátlaga hat-hét tonna/hektár körül mozgott, manapság már inkább nyolc, de nem ritka, hogy a tíz tonna/hektárt is eléri, vagy meghaladja.

Felhasználási módja rendkívül sokrétű, például közvetlenül vagy közvetve emberi élelemforrás. A csemegekukorica, a pattogatott kukorica, valamint a kukoricakása kedvelt termékek a piacon. A kukoricapehely, -dara, -olaj, -liszt mindennapi étkezéseink része, de alapanyaga a keményítőnek, az étkezési (izo) cukorgyártásnak és a szeszgyártásnak is. Kukorica található többek között a hamburgerben, a csokoládében, a műanyagokban, a magazinokban és a penicillinben is. A bioetanol egyik fő alkotóeleme, amely erjesztéssel magas szénhidrát-tartalmú növényekből is előállítható. A bioetanolt elsősorban motorok hajtására használják, így fő szerepe a manapság egyre dráguló benzin helyettesítése. Szakértők ebben az új hajtóanyagban látják a jövőt, hiszen a környezetvédelmi és kibocsájtási szabályok egyre szigorodnak, a bioetanolnak pedig jóval kedvezőbb a fogyasztása és a károsanyag-kibocsátása, mint a benzinnek, a gázolajnak, sőt még a biodízelnak is. Haszonállataink számára nélkülözhetetlen takarmányként szolgál. Nemcsak az abrak-takarmány közel háromnegyedét adja, hanem a kukoricaszilázs a kérődzők takarmányozásában is fontos szerepet tölt be.

A különböző cirokfajták - mint a kukorica lehetséges alternatívái – egyre sűrűbben fordulnak elő az abrakkeverékekben. Szárazságtűrő-képességük magasabb, mint a vízigényes kukoricáé, ezért aszályos évjáratokban is biztonsággal termesztethető, viszont energiatartalma jóval elmarad a kukoricáétól, így egységnyi takarmánnyal nem fogunk tudni például annyi tejet termeltetni állatunkkal. Az egyre szárazabb éveknek köszönhetően a kukorica vetésterületének nagyságában drasztikus csökkenés várható az elkövetkezendő években országszerte. A 2022-es aszály miatt a rákövetkező évben körülbelül 200 000 hektárral csökkent területe hazánkban. A választásom azért erre a témára esett, mert a kukorica a legkedveltebb növényem, a családi gazdaságunkban ezt a növényt termesztjük a legnagyobb területen, és ki szeretném deríteni, hogy az egyre magasabb árak miatt mekkora mennyiségű és milyen típusú nitrogén-műtrágyákat éri meg használni ahhoz, hogy gazdaságosan tudjuk előállítani. Bár 2022 óta az

árak sokat csökkentek, a téma aktuális, hiszen számtalan gazdálkodónak okoz gondot megvásárolni a kívánt műtrágya-mennyiséget.

Dolgozatomban többféle nitrogén tartalmú műtrágyával kísérleteztem különböző mennyiségben, és meghatároztam, hogy az egyes adagoknak milyen hatása volt a kukorica termésmennyiségére -és minőségére.

## 2. Szakirodalmi áttekintés

### 2.1 A kukorica agrotechnikai sajátosságai

A kukorica talajhoz való alkalmazkodó képessége nagy, hazánkban szinte mindenhol biztonsággal termesztethető. Különösebb igényeket nem támaszt az előveteménnyel szemben, azonban a terület kiválasztásánál két tényezőre is fel kell hívni a gazdák figyelmét. Az első ilyen tényező az elővetemény lekerülési ideje. Legjobbak a korán lekerülő elővetemények, amelyeket még a vetést megelőző naptári évben betakarításra kerülnek. A másik ilyen tényező a növényvédelem, ugyanis a kukorica önmaga után három, hibridkukorica esetében négy évnél tovább nem termesztendő ugyanazon a területen több tényező együttes befolyása végett, de már a második egymás után termesztett évben is csökken a termés mennyisége- és minősége. Előveteményeit több csoportba tudjuk osztani, ezek lehetnek kiváló, megfelelő, illetve rossz csoportok. Rossz előveteménye a cukorrépa a talaj levegőtlensége miatt, illetve a lucerna sem számít megfelelőnek (Gyórfy, 1976).

A herefélék, illetve a későn lekerülő elővetemények, mint például az őszi káposztarepce, a rozs vagy az őszi árpa sem hatnak pozitívan a növény fejlődésére. Jó előveteményei a burgonya és a len. Kiváló elővetemények többek között a napraforgó és a hüvelyesek. Fontos a talaj helyes előkészítése (Nagy, 2021).

A régi forgatásos alapművelést felváltotta a forgatás nélküli alapművelés (Pepó, 2011).

Több esetben a szántás is indokolt lehet főleg a gyomszabályozás szempontjából, ekkor viszont a lehető legrövidebb időn belül el kell munkálnunk, le kell zárunk a műveletet. Erre azért van szükség, mert így több vizet tudunk megtartani a talajban, a gyommagvak csírázását hátráltatjuk, a talajéletet javítjuk, és a tavaszi magágykészítést is jelentős mértékben megkönnyítjük. Pár nappal, vagy közvetlenül a vetés előtt a végleges magágyat kombinátorral célszerű elkészíteni. A gabonafélék közül a kukorica a legigényesebb a talaj minőségére, de nem igényel aprómorzsás talajt viszonylag nagy magmérete miatt (Ángyán és mtsai., 1975).

A kukorica optimális vetési ideje általában április közepétől május közepéig történik, amikor a vetés mélységében a talaj hőmérséklete tartósan eléri a 10 Celsius fokot. Az elmúlt évek alapján azonban azt tapasztalhatjuk, hogy a megfelelő vetésidő egyre korábbra tolódik. Egy többéves

Martonvásáron végzett kukorica-vetésidő kísérletben azt állapították meg, hogy az április közepén vetett növényekről több termést lehetett betakarítani, mint a május közepén vetett növényekről (Berzsenyi és mtsai., 1998).

A vetés mélysége könnyebben felmelegedő, lazább szerkezetű talajokon 6-8, lassabban felmelegedő, kötöttebb talajokon 4-5 centiméter. A túl sekélyre vetett kukorica gyökérzete nem megfelelően fog fejlődni, ezért megnő a korai gyökérdőlés esélye. Ha a magok a magágyban túl mélyre kerülnek, akkor a talaj-víz-levegő fázisokból a levegő aránya csökkenni fog, ami oxigénhiányos állapotot eredményez. Továbbá az alacsonyabb talajhőmérséklet miatt a kelés elhúzódhat, ami heterogén keléshez vezethet (Pintér és mtsai., 2019).

Az 1950-es években a javasolt növény-sűrűség 10-20 ezer tő/ha (hektár) volt, ezután viszont folyamatos emelkedésnek indult. Mára már a 80-90 ezres tőszámú állományok sem ritkák, azonban a túl sűrű és a túl ritka növényállomány is termésvesztéshez vezet (Csaláné, 1992).

Megállapították, hogy a régi hibridekkel ellentétben az újabb hibridek a magasabb tőszámot jobban tudják hasznosítani, tehát célszerű magasabb növényszámot alkalmazni a vetés során (Duvick, 1997).

Ráadásul az állománysűrűség növelésével a kijuttatott tápanyagok hatása a többszörösére emelkedhet, tehát a tőszám növelésével nem kell egyenes arányosságban növelni a műtrágyaadagokat. Könczöl (2018) vizsgálatai is azt bizonyítják, hogy az újabb hibrideknél az évjáratok kiszámíthatatlansága ellenére is érdemesebb egységnyi területre több növényt vetni a magasabb hozamokért. Azonban az egyre aszályosabb éveknek köszönhetően a termés biztonságát jelentősen csökkenti a túl magas növényszám, hiszen ekkor az állománynak nagyobb mennyiségű vízre van szüksége, mint egy alacsonyabb tőszámra vetett táblának (Lyon és mtsai., 2003).

Pepó és Sárvári (2013), figyelembe véve a különböző hibridek tenyészidejének hosszát, javaslatokat tettek a szerintük optimálisnak vélt hektáronkénti növényszámról. A FAO 200-300-as érésű kukoricáknál 70-80 ezer növényt, a FAO 400-as hibrideknél a 65-75 ezer növényt, a FAO 500-as érésű csoportúaknál pedig 60-65 ezer növényt találtak kedvezőnek egy átlagos évet alapul véve hektáronként.

## 2.2 A kukorica egyedfejlődése, fejlődési igényei

A kukorica csírázása a szem vízfelvételével és megduzzadásával kezdődik, de a megfelelő hőmérséklet és oxigén is szükséges a folyamat elindulásához. A mag vizet csak akkor képes felvenni, ha a felülete közvetlenül találkozik nedves talajmorzsákkal. Hazai éghajlati adottságok mellett a kukorica víz- és hőigényes növénynek számít. A csírázás megfelelő légköri hőoptimuma 30 Celsius fok (minimum 6 Celsius fok, maximum 40 Celsius fok), optimális talajhőmérséklete pedig 21 Celsius fok felett van. Ekkor a kelés a vetés után öt-hat nap múlva következik be (Berkó és mtsai., 1979).

Jellemzően a tavasszal bekövetkező fagyok hazánkban nem jelentenek veszélyt, jelentősebb károsodást csak -2,-3 Celsius fokon szenved a növény (Dhillon, 1988).

Hazánk Európa határa a kukorica termesztésnek, a nálunk északabbra lévő területek már nem alkalmasak a növény gazdaságos előállításához az alacsony hőmérséklet miatt, de az egyre forrósodó időjárás végett elképzelhető, hogy ez a képzeletbeli határ tolódni fog észak felé (Nagy, 2021).

A kultúrnövény csírázására a csávázásos vetőmagkezelés pozitívan, míg a higanytartalmú gyomirtószer használata negatívan hat. A csírázási fázis után a vegetatív fázis következik. Ez a stádium egy középérésű fajtánál 60-65 nap. Ekkor a gyökérzet fejlődése igen intenzívvé válik, a fiatal növény arra törekszik, hogy minél gyorsabban kifejlessze gyökérrendszerét. Közel a teljes magasságát eléri a stádium végére. A talajszintben lévő csomókból a főhajtás sokszor képez erőteljes mellékajtásokat. A mellékajtások száma általában egy és tíz közé tehető (Tavčar, 1939).

A termés növelésével jelentősen növekszik a növény magassága is (Neild, 1977).

Ebben a szakaszban pár tápanyaghiányt jelző tünet jól látszik, különösen igaz ez a foszfor-, a kálium- és cinkhiányra. A periódus az ivarszervek kialakulásával ér véget, amikor megjelenik a bibe és a címer. A reproduktív szakaszban a növényeknek a címerképződés kezdetétől öt-hat hét kell ahhoz, hogy a címereket és a csöveken lévő bibéket teljesen kifejlessze. Ekkor már szinte csak a generatív részei fejlesztésére használja fel energiáját, a szár és a levelek növekedése lassan abbamarad (Ferencz, 1958).

Ebben az időben rendkívül fontos a megfelelő mennyiségű nitrogénnek, a víznek és hőnek a szerepe. Az ekkor keletkezett károsodások a későbbiekben a legjobb feltételek meglétével sem javíthatók ki. A virágzás és a megtermékenyülés hazánkban az év legmelegebb napjaira esik. Egy hímvirágzat (címer) öt-hat millió pollenszemet termel, ami azt jelenti, hogy egy női virágzatra (bibe) akár 50 ezer pollen is kerülhet. A hibrid fajták esetében csövenként 750-1100 magkezdemény található, mindegyik egy-egy bibeszálat hoz létre, melyek a cső végén bújnak ki. Annak a valószínűsége, hogy egy adott növény pollenje ugyanazon növény bibéit megtermékenyítse meg, igen csekély, általában 97 százalékban idegen növénytől történik a megtermékenyítés (Berkó és mtsai., 1979).

A bibék virágzása és a címerekből való porhullás egy napon veszi kezdetét, egy-két óra eltéréssel. Ezek a folyamatok 20 és 26 Celsius fok között zajlanak a legintenzívebben. Ebben az időszakban az egész növény élettani és morfológiai aktivitását tekintve a legmagasabb szinten van. Az érési stádium normál körülmények között szeptember-októberben történik, bár az utóbbi években rengeteg gazda kényszerült az augusztusi napokban learatni terményét. Teljesérésben a szemek tejfölszerűek, egyes szemek endospermiuma térsza sűrűségű. A bibeszálak teljesen elszáradtak. Zöldtakarmányozásra alkalmas, de silózni még veszteségesen lehet (Bajai, 1958).

Viaszérésben a szemeket körömmel vágthatók. Ekkor az egész növény sárga, alsó levelei elszáradtak. Ebben az érési fázisban már nagyon jó a silózhatóság. Teljesérésben a szemek belseje kemény, azonban ekkor is szükség lehet mesterséges szárításra. A termésmennyiség a külső feltételektől függően már nem változik, ez az a pont, amikor az aratás megkezdhető. Fontos a megfelelő időzítés, túl korai betakarításnál csökken az eltarthatóság, és akár mesterséges szárítást is alkalmazni kell, ami a több kiadás mellett a szemek takarmányozási értékét is rontja, mert a kémiai szerkezete némileg átrendeződik. Ha késlekedünk, akkor pedig számolnunk kell a leesett csövek és a kidőlt tövek számával, illetve kevesebb időnk lesz a talajmunkálatok elvégzésére, amit az idő előrehaladtával párhuzamosan növekvő esős idő valószínűsége is megnehezíthet (Nagy, 2021).

## 2.3 A kukorica nitrogénigénye

A kukorica a nitrogénigényes növények közé sorolható, termésének növekedését elsődlegesen a nitrogén (N) mennyisége határozza meg. A magas termésszintek eléréséhez egységnyi területre több nitrogént igényel, mint a többi gabona. A tenyészidőszak korai szakaszában nehéz felismerni hiányát. Kimutatásában segítségünkre lehet az NDVI és az SPAD, melyek képesek kimutatni a nitrogén-hiányt a kukorica-növekedés korai szakaszában is (Nagy, 2021).

Azonban egyes hibridek nitrogénigénye igencsak eltérhet egymástól. Berzsenyi kísérletében voltak olyanok, amelyeknek öntözött körülmények között a 120 kg/ha (kilogramm/hektár) feletti adag már csak nagyon csekély terméstöbbletet eredményezett, míg más hibridek 180-200 kg/ha-os dózisra is jelentős termésmennyiséggel- és minőséggel reagáltak (Berzsenyi, 2009).

Az egyes hibridek nitrogénigényét Pepó és munkatársai (2015) vizsgálták, és különböző javaslatot tettek, ami a kijuttatási mennyiséget illeti.

Kezdetleges hiányát először idősebb leveleken vehetjük észre, mert ilyenkor a makroelem a fiatalabb (*juveninis*) növényi részekbe koncentrálódik. Erősebb trágyázás esetén sem kell tartanunk a jelentős terméscsökkenéstől. Nitrogént legnagyobb részben a gyökerek vesznek fel, de a levelek is képesek csekélyebb mennyiségben hasznosítani bizonyos formában. Ha egy átlagos adottságú területet veszünk alapul, akkor egy tonna kukoricatermés előállításához 20-25 kilogramm nitrogén szükséges. Ez azt jelenti, hogyha nyolc tonna szemtermésű kukoricát szeretnénk betakarítani, akkor akár 200 kilogramm nitrogént is igényelhet a növény hektáronként. A hazánkban egyre gyakoribbá váló aszályos évek miatt számolnunk kell az extrém szárazsággal. Az ilyen évjáratokban jóval kisebb dózisok kijuttatása javasolt, például elegendő lehet 60 kg/ha. A nitrogén-többlet már magában is fokozza az esetleges későbbi aszály kialakulását, másrészt pedig a vízhiány miatt a növény nem fog tudni annyi mennyiségű nitrogént felvenni, mint csapadékosabb évjáratban, így az többnyire kimosódik vagy egyes folyamatok, például denitrifikáció révén elillan a légkörbe (Nagy, 2021).

Egy félszáraz területen végzett kutatásban, ahol különböző kukoricahibridek reakcióját vizsgálták eltérő N-adagokkal, arra a megállapításra jutottak, hogy a túlzott N-ellátás nem eredményezett további hozamnövekedést, sőt, csökkentette a tápanyag-hatékonyságot (Teshome és mtsai., 2024).

Erősen vízdékony N-forrásnak számít a hazánkban előszeretettel alkalmazott ammónium-nitrát, ami azért is örvend nagy népszerűségnek, mert gyorsan feltáródik, így azt a növény hamar hasznosítani tudja a kijuttatás után. Gyakori a karbamid használata is, amely lassabban alakul át felvehetővé és illékonyak is számít (Nagy, 2021).

Azonban Széles és mtsai (2018) eredményei szerint az ésszerű műtrágyázás nagymértékben javította a kukorica vízhasznosítását.

Győrffy (1965) kísérleteiből arra a megállapításra jutott, hogy a N-műtrágyázás ugyan növeli a kukorica fehérjetartalmát, viszont nem javítja annak minőségét, mivel a minőség szempontjából a jelentéktelenebb aminosavak aránya magasabb lesz, például a zein, ugyanakkor a triptofán- és lizintartalomban csökkenés volt megfigyelhető.

Egy friss kísérletben kukoricahibridek keverten történő termesztésének hatását vizsgálták. Az eredmények szerint a hibridkeverékek elősegítették a fény jobb hasznosítását a lombkoronában, valamint fokozott gyökérnövekedést idéztek elő, ennek következtében a növények hatékonyabban fel tudták venni a talajban lévő nitrogént, ami magasabb hozamot és jobb N-hatékonytságot eredményezett (Zhang és mtsai., 2024).

Vegetációs ideje alatt a növény folyamatosan vesz fel nitrogént, viszont az egyes szakaszok között jelentős különbségek vannak. A tenyészidőszakban a kukoricának szánt N-műtrágyát célszerű több menetben kijuttatni úgy, hogy azt a növény igényeihez igazítjuk. Vetés előtt, illetve azzal egy menetben kijuttatott nagy mennyiségű N műtrágya szintén kockázatos döntés lehet, mivel a növény a fejlődése elején csak keveset tud felvenni belőle kis tömege és gyengén fejlett gyökérzete miatt (Alley és mtsai., 2009).

Túlzott nitrogén-ellátás esetén a növény szára gyorsabb ütemben növekszik hosszanti irányba. Ilyen esetben dőlésveszély is jelentkezhet, mivel a kukorica szárának vastagsága nem tud lépést tartani a hosszával és annak tömegével. A vegetatív periódushoz feléhez közeledve azonban a kukorica N-igénye fokozatosan növekszik. A növény a teljes N-mennyiségének közel háromnegyedét az intenzív szárbaindulási periódus és a bibe leszáradása közti időszakban igényli. A fejtrágyázás ilyenkor történhet lombtrágya formájában, de Magyarországon is egyre jobban kezd elterjedni a sorközművelő-kultivátorral egy menetben kijuttatott tápanyag. Ekkor a kukorica a felvett nitrogént még nem hasznosítja teljes egészében. Legnagyobb részét elraktározza, és a szemtelítődési szakaszban irányítja a szemekhez (Nagy, 2021).

2013-ban kimutatták, hogy a ma termesztett kukorica hibridek megközelítőleg 30 százalékkal több nitrogént vesznek fel, mint a régebbi hibridek, ami a virágzás utáni periódust illeti (Ciampitt-Vyn, 2013).

Hasonló eredményre jutott Haegle és munkatársai (2013), aki összehasonlították az 1970-es évek hibridjeit a mai hibridekkel. Szerinte a virágzás után a jelenlegi hibridek 40 százalékkal többet vesznek fel a nyomelemből, mint a korábbiak. A nitrogén-felvétel a virágzás után lelassul, ezután már csak csekély mennyiségben történik

## 2.4 A kukorica foszforigénye

A foszfor (P) főleg a kukorica generatív szerveiben koncentrálódik, ahol a növény többszörösen annyit tárol, mint a vegetatív részekben. Szerves és szervetlen formában is jelen van a növényekben, legnagyobb jelentősége azonban a szerves kötésű foszfornak van. Az egyik legfontosabb szerepe a nukleinsavaknak van, melyek segítenek a sejtosztódásban, a növekedésben és a fehérjeszintézisben. Szinte az összes anyagcsere-folyamatban részt vesznek (Nagy, 2021).

Hiánya főleg a növény kezdeti fejlődését hátráltatja és ha ez tartósan fennmarad, súlyosabb károkat okozhat. Foszforhiány esetén a virágzás és az érés eltolódik, az anyagcsere zavar miatt lassul a cukor- és fehérjeképzés, gyengül a növény vízháztartása, csökken a fehérjeszintézis, a gyökér hosszanti irányba nem megfelelően nyúlik (Péret és mtsai., 2014).

Hiány léphet fel még hideg talajhőmérséklet esetén, illetve akkor is, ha a makroelem nem megfelelő formában van a talajban. Árulkodó jel az alsó levelek lilás-vöröses elszíneződése, amelyek extrém esetben sárgulnak, majd végül elhalnak. Túlzott ellátása hátráltatja egyes mikroelemek, -például a cink és a vas hozzáférhetőségét (Bindraban, 2020).

A kukorica foszfor igénye nem nagy. A három makroelem közül a terméshozadékot ő befolyásolja legkevésbé. Egy tonna termés előállításához megközelítőleg tíz kilogramm (kg) szükséges belőle (Antal, 2000).

Egy 2021-es kutatás a foszfortrágyázás optimalizálását vizsgálta különböző talaj-foszforszintek mellett. Az eredmények kimutatták, hogy a túlzott foszforbevitel nem növelte tovább a kukorica hozamát, sőt hosszabb távon a környezetre is kedvezőtlenül hat, nem beszélve a költségek növekedéséről (Chen és mtsai., 2024).

A műtrágyázással kijuttatott foszfor csak a töredékét tudja hasznosítani az a növény a kijuttatás évében, mivel a P-felvétel 90%-a reziduális P-ból pótlódik, ami már korábban feltáródott a talajban. Tehát a P-trágya rövid távú hiánya nem okoz terméseredmény-csökkenést azokon a jó műtrágyázottságú talajokon, ahol a mennyisége megfelelő, viszont ahol az ellátottságuk gyenge, ott egy elmulasztott trágyázás jelentős termés-csökkenéshez vezethet (Johnston és mtsai., 1986).

A foszfor felvételét a talaj kémhatása is nagymértékben befolyásolja. Savanyú és erősen lúgos talajokon rosszul hasznosul, mert oldhatatlan vegyületek formájában rögzül, ezért a meszezés, valamint a talaj Ph-jának optimalizálása javíthatja a kukorica foszforellátását. Az is megfigyelhető, hogy a szervestrágyázás alkalmazása pozitívan hat a foszfor feltáródására, mert javítja a talaj szerkezetét és biológiai aktivitását. Egy 16 éven át tartó kukoricakísérletben a P-kezelések hatására mérséklődött a mycorrhizaspórák száma, valamint a gyökér mikorrhizás fertőzöttsége (Ortas-Islam, 2018).

A vegetációs szakaszban a növény négy-hat leveles és a termésképződés időszakában igényli legjobban a foszfort, ekkor vesz fel a legtöbbet belőle. Ebben a két periódusban nem megfelelő mennyisége visszafordíthatatlan terméskieséshez vezethet, amelyet későbbi pótlással már nem lehet teljesen kompenzálni. A kukorica számára a P nagy része alaptrágyaként juttatható ki. Mivel a nyomelem a talajban erősen leköttődik, ezért különösen hatékony lehet a sor- vagy startertrágyázás, hogy a növény könnyen hasznosítani tudja fejlődése elején (Nagy, 2021).

## 2.5 A kukorica káliumigénye

A kálium (K) a legtöbb hazai talajban nagy mennyiségben fordul elő szervesen ionok formájában a kolloidokban és sejtmembránokban, viszont a növények csak egy kis részüket tudják hasznosítani ilyen formában. Legnagyobb részben a vegetatív szervekben lévő fiatalabb szövetekben található, ezért a kultúrnövény betakarítása után jelentős része visszakerül eredeti helyére. Szerepe van a fotoszintézisben, a fehérjeszintézisben, a légzésben, de még a szénhidrátok képzésében is (Weber, 1985).

Fokozza a növények hideggel és betegségekkel szembeni ellenállóképességét (Huber-Arny., 1985).

Hiánya nagy termésminőség- és mennyiségcsökkenést okozhat, viszont ennek jelei nehezen felismerhetők, mivel csak késleltetve láthatjuk a növényeken. Ilyenkor szembe tűnő lehet a levelek széleinek sárgulása, száradása, végül elhalása. Túlzott adagolása esetén a növények haragosabb zöld színűek lesznek, izkőzeik megrövidülnek, a generatív részek határozottan erősödnek. A N-trágyázással ellentétben a K-trágyaadagokat nem szükséges szétosztani a tenyészidő során. Leghelyesebb az őszi talajmunkák idején kijuttatni és bedolgozni, mert így a műtrágya a gyökerekkel hálózott nedves talajrétegbe kerül, de tavasszal, vetés előtt is eredményesen alkalmazható, viszont nagyon fontos, hogy olyan formátumot válasszunk, amely könnyen felvehető a növények számára, illetve elengedhetetlen, hogy a kijuttatott területen legyen elég nedvesség, amely segít a K gyors feltáródásában (Nagy, 2021).

A kukorica a vegetatív periódus egészében igényli a makrotápelemet, viszont a szárnövekedés időszakában különösen megnő a K iránti igénye. Egy tonna szemterméshez előállításához átlagosan öt-hat kilogramm kálium-oxid szükséges. Ez azt jelenti, hogyha a talajunk gyenge kálium-ellátottságú, akkor egy tíz tonnás termés esetén akár 60 kilogrammot is ki kell juttatnunk belőle az adott területre. Csajbók (2012) szerint a gabonaféle már K-igényének a 60 százalékát felveszi címerhányásig.

A káliumtrágyázás hatékonyságát jelentősen befolyásolja a szármaradványok visszaforgatása is. Friss kísérletek kimutatták, hogy a kukorica szalmájának talajba történő visszajuttatása, káliumtrágyázással kombinálva, kedvezően hat a növény szárszilárdságára, csökkenti a dőlés kockázatát, valamint hozzájárul a szemkitelítődéshez és ezekből kifolyólag a termés mennyiségéhez is (Zhang és mtsai., 2023).

A kálium-hasznosulás mértékét a talajművelési rendszer is befolyásolja. Hosszú távú kísérletek kimutatták, hogy a forgatás nélküli művelés (no-till) elősegíti a kálium felhalmozódását a talaj felsőbb rétegeiben, és javítja annak transzlokációját a kultúrnövényben. A no-till technológia hozzájárul a jobb vízmegtartáshoz és a kedvezőbb talajszerkezethez, ami növeli a kálium hasznosulás hatékonyságát. Ugyanakkor a hagyományos művelés mélyebb rétegeiben kiegyenlítettebb a kálium-eloszlás, így az optimális rendszer megválasztása nagymértékben függ a helyi talajadottságoktól és a termesztési céltól (Dong és mtsai., 2022).

## 2.6 A kukorica istálló- és zöldtrágyázása

A trágyázás legfőbb célja olyan szerves és szervesetlen anyagok talajba juttatása, amelyek javítják a termőföld, fizikai, kémiai és biológiai állapotát, illetve kedvező hatással vannak a talaj termelékenységére. Liebig már az 1800-as években megállapította, hogy a növények az életműködésükhöz nélkülözhetetlen tápanyagokat a talajtól és a környezetüktől vonják el (Buzás, 1983).

A szervestrágya-felhasználás hazánkban is és világszerte is az 1960-as évekig volt a legjelentősebb, azonban ezután részben a műtrágyázás növekedése miatt fokozatosan visszaesett. A csökkenő tendencián az állattartó telepek számának visszaesése nem segített, ami a mai napig is tart. Amíg 2008-ban 360 000 hektár szántóföld lett szervestrágyázva Magyarországon, viszont ez a szám azóta- egy év kivételével minden évben folyamatosan csökkent. 2018-ban már csak körülbelül 244 000 hektárra juttattak ki szervestrágyát, amivel párhuzamosan csökkent a kijuttatott adagok mennyisége is. Azonból a Központi Statisztikai Hivatal adatai szerint 2019-től egészen napjainkig egy enyhe növekvő tendencia rajzolódik ki (ksh.hu).

Az istállótrágya a szerves trágyázás egyik legelterjedtebb formája. Savanyú és lúgos kémhatású területeken is csökkenti a talaj tömörödését, növeli víztartó képességét, javítja levegőzését (Papini és mtsai., 2011).

Megfelelő mennyiségben hozzájárul a termés mennyiségének növeléséhez amellelt, hogy szerves tápanyagokkal tölti fel a talajt. Makroelem-ellátottság szempontjából 10 tonna istállótrágya megközelítőleg 50-60 kilogramm nitrogént, 25-40 kg foszfort, és 60-80 kg

káliumot tartalmaz, nagyrészt szerves kötésben, vagyis a feltáródás után szinte a kijuttatott mennyiség egésze felvehető lesz a növények számára. Azonban nem csak makro, hanem mikroelemek is találhatóak benne, illetve a kukorica számára nem kívánatos vagy mérgező elemek mennyisége rendkívül csekély (Sager, 2007).

Egy érett istállótrágyában mind viszonylag nagy mennyiségben megtalálhatók a kukorica számára jelentősebb mikroelemek. Vas, mangán, réz, bór, de még cink is található benne. A cink a legmeghatározóbb mikroelem a kukoricatermesztés szempontjából (Tóth-Kismányoky, 2001).

Cinkből a sertés trágyában található a legtöbb mennyiség, amelyet a baromfitrágya követ, ezért ezen szerves trágya-források alkalmazása nagy hatékonyságot mutat a kukoricaföldek alá kijuttatva (Wang és mtsai., 2013).

Azonban az sem mindegy, hogy a különböző istállótrágyákat milyen formában juttatjuk ki a szántóföldekre, mivel az egyes technikák befolyásolhatják az ammónia-kibocsátását és a tápanyag-hasznosulását. Egy 2023-ban Németországban végzett kísérletben ezeket a kijuttatási technikákat vizsgálták. Tehéntrágyát és biogáz eredetű trágyalúgot alkalmaztak és a kísérlet során három módszert hasonlítottak össze. Az egyik a felszíni nyomócsöves terítési, a következő a felszínre való kijuttatás majd talajba forgatási, az utolsó pedig a pH csökkentési módszert. Az eredmények szerint a felszíni nyomócsöves kijuttatás okozta a legnagyobb ammónia-vesztést, míg a pH csökkentett és a talajba forgatott trágyák számottevően visszaszorították az ammónia csökkenését annyira, hogy szinte alig volt kimutatható bármiféle veszteség. Bár a hozamnövekedés nem volt minden esetben számottevő, a vizsgálat egyértelműen rámutatott arra, hogy az alkalmazási mód egyértelműen befolyásolja a tápanyag-hatékonyságát (Reinsch és mtsai., 2023).

A zöldtrágyázás a szerves trágyázás egyik formája, amely során egy vagy több növényt kifejezetten abból a célból természetesen egy adott területen, hogy virágzásuk előtt teljes tömegükben a talajba dolgozzák őket, ezzel javítva annak szerkezetét és tápanyagtartalmát. Hazánkban szinte csak a homoktalajokon alkalmazták őket, azonban az elmúlt évtizedekben a kötöttebb talajokon gazdálkodók körében is népszerűvé vált. Javítja a fizikai tulajdonságait, könnyíti a kötöttebb talajok művelhetőségét. Rendkívüli gyomelnyomó-hatással rendelkeznek, viszont magjaik később kicsírázva már gyomnövényként lehetnek a talajokon (Roszik, 2003). Növeli a termőföldek humusztartalmát, ezáltal javítja azok vízgazdálkodását és víztartó-képességét (Gyuricza, 2014).

Viszont az istállótrágyázással ellentétben a zöldtrágyázás a nitrogénen kívül más tápelemeket jóval kevesebb mennyiségben tartalmaz, ezért indokolt az ezzel egyidejű foszfor- és kálium műtrágyával való kiegészítése. Azonban zöldtrágyázásnál is szükség lehet N-műtrágya kiegészítésre különösen akkor, ha a termesztett növények között nincs pillangós virágú. Ekkor a következő állomány vetése előtt 30-40 kilogramm N adagolása szükséges hektáronként. Másodvetésben termesztett zöldtrágyázásnál azonban feltétlenül szükséges a N-kiegészítés, főleg azért, mert a következő növény vetésekor a magágyban sok lebomlatlan növényi maradvány lesz található, amik lebontásában segít a N-tartalmú készítmények alkalmazása (Mikó és mtsai., 2016).

A zöldtrágyázás a növényvédelemben is nagy szerepet tölt be. A keresztesvirágú zöldtrágyanövényekre általánosságban elmondható, hogy csökkentik a fonálférgék számát, de a facélia is hatékonyan bizonyult néhány *Nematodafaj* ellen. Egy Magyarországon végzett kutatásban, amit olajretekkel, facéliával és mustárral végeztek, több mint 50 százalékos cserebogárpajor-pusztulást lehetett kimutatni a növények gyökereiben található ciántartalmú vegyületek miatt (Nagy, 2021).

A zöldtrágyanövények terjeszkedésében a legnagyobb hátráltató tényező a csapadék kevés mennyisége és rossz eloszlása, ugyanis a víz a fő kulcs a nagy zöldtömeg eléréséhez. Továbbá gyengébb minőségű földeken az egyszeri alkalmazásuk szinte semennyire sem növeli a termés mennyiségét, amihez ha hozzávesszük a vetőmagjaik magas költségeit is, akkor az a következtetés vonható le, hogy gazdasági szempontból sok termelő számára nem térül meg a használatuk. Egy felmérés szerint a kukorica termésének mennyiségét a takarmánybükköny, a lednek, a repce és a vöröshere is növelni tudták (Tejada és mtsai., 2008).

A zöldtrágyanövények közül a talajban a legtöbb nitrogént a zabosbükköny és a csillagfürt hagyta, előbbi 299, míg utóbbi 255 kilogrammot tárt fel hektáronként. Az olajretek volt az a növény, amelyik a legtöbb foszfort és káliumot produkálta. Számszerűsítve ez 105 kg/ha P-t és 293 kg/ha K-ot jelentett (Mikó, 2009).

A Debreceni Egyetem IAREF Kutatóintézetében, Nyíregyházán, 2019-ben szabadföldi kísérletben a takarmánybükköny elővetemény-értékét vizsgálták kukorica állományban. A parcellák véletlen blokkrendszerben kerültek beállításra három ismétlésben, ahol a bükkönnyt különböző vetőnormákkal vetették, majd hatását a kontroll- és a 80 kg N/ha műtrágyázás kezeléssel hasonlították össze. A kísérlet eredményei alapján a zöldtömeg mennyisége erősen függött az őszi csapadék mennyiségétől és eloszlásától. Kedvező évjáratban a bükköny

zöldtrágya hatása a 80 kg/ha N-műtrágyával azonos termésszintet eredményezett, míg száraz évjáratban a zöldtrágyás kezelés szignifikánsan magasabb kukoricatermést adott, mint a kontroll és több esetben a műtrágyás kezelés. A kutatók megállapították, hogy a rendszeres zöldtrágyázás hosszútávon javítja a talaj szerkezetét, növeli a humusztartalmát, és részben kiválthatja a N-műtrágyák használatát (Pál-Zsombik, 2024).

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetemen is készült egy friss gyakorlati kísérlet Érd térségében, amely különböző zöldtrágya-keverékek hatását vizsgálta a talaj minőségére és a következő növénykultúrára. Az eredmények szerint a keverékek alkalmazása kedvezően befolyásolta a talaj szerkezetét, vízmegtartó képességét, és szervesanyag-tartalmát, ami hosszabb távon fenntarthatóbb növénytermesztést eredményezhet (Magyar, 2024).

## 2.7 A kukorica néhány további fontos nyomeleme

A kalcium (Ca) kicserélhető, oldható és tartalékvegyületek formában található a talajokban. A mérsékelt égövben lévő talajok kicserélhető bázistartalmának közel háromnegyedét ez az elem teszi ki. A legtöbb kicserélhető kalcium legfőképp a szántott rétegben fordul elő, itt ugyanis akár 1000 kg/ha is lehet belőlük. Minél magasabb a termőföld kémhatása, annál magasabb lesz a benne található kicserélhető kalcium mennyisége. A makroelem segít a talajok vízháztartásának javításában, és kémiai egyensúlyának megtartásában is. Azokon a területeken, ahol alacsony a kalcium és magas a nátrium mennyisége, ott a víz nem tud beszivárogni megfelelően a talajokba. Ilyenkor kalcium-karbonátot vagy gipszet szükséges adni a földeknek azért, hogy a víz könnyebben be tudjon hatolni az alsóbb rétegekbe is (Pónya, 2017).

A mésztartalmú készítmények a talaj pH-szint növelése mellett kisebb adagokban csökkentik a talajban lévő kalciumhiányt. A növények a kalciumot  $\text{Ca}^{2+}$  alakban tudják felvenni, amik aztán a növényekben szabadon fordulnak elő. Nélkülözhetetlen a sejtfal felépítésében és fenntartásában, a tápanyag felvételében és szállításában, a gyökérfejlődésben és az alumínium- és mangántoxicitás elleni védelemben is. Megfelelő tartalma esetén fokozza a különböző betegségekkel szembeni rezisztenciát. A növényeken belül az idősebb levelekben fordul elő a legnagyobb mennyiségben (White-Broadley, 2003).

A kukoricának viszonylag magas a kalcium igénye, amelynek mennyisége körülbelül nyolc kilogramm tonnánként. Hiányakor a gyökerek növekedése lelassul, a tenyészőcsúcs először nyálkásodik, majd barnul, végül pedig elhal. A levelek széle vékonyabb, szakadozott, az új levelek széle összetapad. Súlyosabb esetben a levelek nem teljesen fejlődnek ki. A növények megfelelő vízellátottság mellett is könnyen hervadnak. Egy 2024-ben megjelent kutatás a káliumellátás és a növényesűrűség hatását vizsgálta a kukorica fejlődésére és a levelek kalcium-tartalmára. A kísérletben különböző káliumtrágyázási szinteket és tőszámokat alkalmaztak, miközben a talaj kalcium-ellátottsága megfelelő volt. Az eredmények arra világítottak rá, hogy a növekvő tőszám és a magasabb káliumadagok hatására a levelek kalciumtartalma csökkent, ami a két elem közötti antagonista kapcsolatot mutatja. A vizsgálat megmutatta, hogy a túlzott káliumtrágyázás és a sűrű vetésállomány kedvezőtlenül hat a kukorica kalciumfelvételére, ami hosszabb távon negatívan hat a kukorica termésminőségére (Csathó és mtsai., 2024).

A magnézium (Mg) vízoldható és kicserélhető mennyisége a talajban a legfontosabb a növények tápanyagfelvétele szempontjából. Minél nagyobb egy talaj kolloid- agyag- és humusztartalma, annál több lesz a kicserélhető magnézium mennyisége is. A talajok tulajdonságaival és képződési viszonyaival szoros összefüggésben van. Többségük karbonátok és szilikátok alakban van a termőföldekben. A kukorica Mg igénye 50-70 kilogramm hektáronként. A növények  $Mg^{2+}$  alakban képesek felvenni, viszont ilyen formában könnyen ki tud mosódni a talajokból, ami bizonyítottan csökkenti a terméseredményeket. Ennél a makroelemnél is felléphet a fém kationok közötti antagonizmus és az ammóniumion gátló hatás, ami a felvételüket illeti. Felvételüket a túl savanyú kémhatás is akadályozza, súlyosabb esetben gátolja. A növények Mg-tartalma a szárazanyagban általában kisebb, mint 0,5 százalék, 0,2 százalék alatt viszont már magnéziumhiányos állapot lép fel. Az asszimilációs folyamatokban nélkülözhetetlen. A növények magjaiban halmozódik fel a legtöbb belőle (White-Broadley, 2009).

Azonban a növényekben lévő optimális magnézium-tartalom az emberek egészségére nézve is fontos tényező (Farhat és mtsai., 2016).

Hiánya esetén a gyökerek fejlődése visszamaradott, a betegségekre fogékonyabb lesz, emiatt pedig jelentősen befolyásolja a termés minőségét és mennyiségét. Ilyenkor enyhébb esetben csak az idősebb, extrém esetben viszont a fiatalabb leveleken is látni lehet a jellegzetes klorózisos sárgulást a leveleken (Nagy, 2021).

Egy 2024-ben végzett kutatásban a magnézium ellátottságát és a kálium-magnézium arány hatását vizsgálta. A tanulmány kimutatta, hogy magas káliumadagolásnál, - ahogy a kalcium esetében is, a növények magnéziumfelvétele gátolt, ami a két kation közötti antagonistakapcsolatnak tulajdonítható. A kutatók tesztelték a magnézium-szulfát ( $MgSO_4$ ) lombtrágyázás hatékonyságát is, amely javította a növény magnéziumellátottságát és részben ellensúlyozta a kálium okozta felvételi gátlást (Dölger és mtsai., 2024).

Egy másik, 2025-ben publikált vizsgálatban ugyanazon kutatócsoport feltárta, hogy a kukorica külön magnéziumszállító fehérjékkal (transzportfehérjékkal) reagál az alacsony Mg-szintre, amelyek fokozottan működnek tápanyaghiány vagy túlzott káliumterhelés esetén. A kutatásból az szűrhető le, hogy a magnézium nem csak esszenciális elem, hanem kulcsszerepet játszik a növény ionháztartásában és az élettani egyensúlyának fenntartásában is (Dölger és mtsai., 2025).

A kén (S) a talajban szerves és szervetlen kötésben is előfordul, de a növények szulfátion ( $SO_4^{2-}$ ) formában képesek felvenni. A termőföldek szerves kéntartalma a humusz növekedésével arányosan növekszik. Egy szellőztelen, összeiszapolt talajban a kén körforgalmában zavar léphet fel. Ilyenkor egyrészt a szulfát kén-hidrogénné redukálódhat, ami a növényekre nézve mérgező, másrészt a kultúrnövények fejlődése szempontjából lényeges nyomelemek, mint például a vas felvétele sem tud megfelelően végbemenni. Legnagyobb koncentrációban ez a mezoelem a növények leveleiben és termésükben található a legtöbb kén. A kukorica kénigénye megközelítőleg 20-25 kilogramm hektáronként. Minél több egy növény fehérjetartalma, annál több kén található benne, ezért hiánya esetén zavarok léphetnek fel a fehérjeszintézisben. Ezt a fiatal leveleken láthatjuk először, amik a nitrogénhiányhoz hasonló tüneteket produkálnak. Ilyenkor a levéllemez sárgás színű lesz először az erek között, súlyosabb esetben pedig a vékonyabb erek is elsárgulnak (Loch-Nosticzius, 1983).

Egy 2024-es kutatás a kéntrágyázás hatását vizsgálta a kukorica termésére. A kísérlet során megállapították, hogy a kén kijuttatása növelte a talaj oldható kéntartalmát, miközben enyhén csökkentette a pH-értékét. A kezelések hatására a kukorica minden talajtípuson javult, legnagyobb mértékben a sötétbarna talajokon. A kutatás továbbá azt is kimutatta, hogy a kéntrágyázás jelentősen módosította a talajban élő baktériumközösségek összetételét és sokféleségét, ami közvetetten hozzájárult a növények fejlődéséhez (Dong és mtsai., 2024).

A cink (Zn) a kukorica termesztésében a legfontosabb mikroelem, azonban a gazdák többsége sokkal kevésbé figyel a megfelelő ellátására, mint ami a szükséges lenne. A kukorica

magas cinkigényére még a legjobb löszön képződött mezőségi talajokon sincs elegendő mennyiségű, amire a növények érzékenyen reagálnak. A hazai talajok fele cinkben szegény, ezért kukorica termesztésnél szükséges gondoskodni az utánpótlásáról. A növények számára felvehető cink mennyisége a talaj felső 30 centiméteres rétegében van, ahol mennyisége 90 és 450 kilogramm között van (Kádár, 2008).

Hiányakor a kukorica generatív szervei kárt szenvednek, a növekedése lassabb ütemben zajlik, a virágképződés enyhébb esetben késik, súlyosabb esetben pedig elmarad, ami a termésmennyiségre nézve óriási kiesést jelenthet. Kezdeti hiányát felismerni fiatal és idősebb leveleken is lehet, mindkét esetben a levelek halovány sárgás-fehéres színűek lesznek annyi különbséggel, hogy amíg ez az elszíneződés a fiatalabb levelek egészét érinti, addig ez az idősebbekén csak a középér melletti sávban látszódik, a középér és a levélszélek épek maradnak. Extrémebb esetben azonban a levelek először elszürkülnek, majd végül nekrotizálnak, tehát elhalnak (Kramer-Clemens, 2005).

Pótlása általában három és tíz kilogramm között szokott alakulni hektáronként, viszont extrémebb cinkhiány esetén ennek mennyisége növelhető. Szinte minden esetben jelentős mértékben növeli a kukorica termésmennyiségét (Zhang és mtsai., 2020).

A legújabb kutatások alapján a cink a terméshozamok mellett jelentős szerepet játszik a kukorica tápanyagfelvételben is. 2024-ben kimutatták, hogy a kukorica cinkfelvételét nagyban befolyásolta a mikorrhiza gombákkal kialakított szimbiózis, különösen eltérő foszforellátottság mellett. A mikorrhizás kapcsolat fokozta a cink felvételét és növelte a tápanyagok felvételének hatékonyságát, ami azt bizonyítja, hogy a talajbiológiai folyamatok kulcsfontosságúak a mikroelem-hasznosulás szempontjából (Yu és mtsai., 2024).

A mikroelemek közül azonban a kukoricának nem csak cinkre van szüksége ahhoz, hogy életfolyamatai zavartalanul működhessenek. A kis mozgékonyágú réz (Cu) megvédi a klorofillt a gyors lebomlástól, emiatt fontos szerepe van a fotoszintézisben is. Részt vesz a növények légzési anyagcseréjében, a kultúrnövények betegségekkel szembeni ellenálló képessége szempontjából is jelentős szerepet játszik (Tomazela és mtsai., 2006).

A Bórnak (B) a sejtek osztódásában és fejlődésében, a sejtfalak kialakulásában és a szövetek elkülönülésében van nagy szerepe. Ezek mellett fontos szerepet tölt be a növényi szaporító (reproduktív) szervek fejlődésében is (Goldbach-Wimmer, 2007).

A molibdénnek (Mo) a légköri N megkötésében van alapvető szerepe. Ez a nehézfém nagy mennyiségben van jelen a lúgos kémhatású, nagy mésztartalmú talajokban, ahol viszonylag könnyedén képes mozogni (Győri, 1984).

A mangán (Mn) kulcsfontosságú tényező az oldalgökerek fejlődése szempontjából, emiatt befolyásolja a termés minőségét- és mennyiségét. Szerepet tölt be a klorofill képződésben, részt vesz a növényi anyagcsere-folyamatokban, valamint befolyásolja a szénhidrátok képződését is (Loch-Nosticzius, 1983).

A savanyú talajokban jó mozgékonyaságú vasnak (Fe) szintén szerepe van a klorofill képződésében, bár ő maga nem alkotja a klorofill molekulát. Emellett meghatározó a növények légzésében, fehérje-képzésében és a fotoszintézisében is (Briat és mtsai., 2007).

## 3. Anyag és módszer

### 3.1 A kísérletnek teret adó gazdaság bemutatása

A kísérletnek a Horváth és társa-Agrár Kft. biztosított teret. Központja Baksa községben található, amely Baranya vármegyében fekszik. Gazdasági formát illetően östermelői tevékenységet folytatok, mint kiegészítő tevékenység. A kísérletet jómagam végeztem el külső konzulensem, Horváth Géza Béla segítségével, aki egyben a gazdaság élén is áll.

Ami a munkaeszközöket illeti, a gazdaság szinte minden erőgéppel és munkaeszközzel fel volt szerelve, amelyekkel a szükséges műveleteket el tudtam végezni. A kísérlet során használtam ekét, simítót, kombinátort, sorközművelő kultivatort, vetőgépet, műtrágyaszót, két féle permetezőgépet és egy pótkocsit. A műtrágyaszóró rendkívül korszerű, a sebességalapú szórás automatikus kalibrálással segített az egységes kijuttatásban. A szemenkénti vetőgép alkalmas soronként műtrágya adagolására. A talajt kellőképpen le tudta zárni, így a szokásosnak mondható vetés utáni hengerezést nem kellett elvégezni. A simító és a kombinátor feladatait egy hat méteres Vaderstad Agressiv munkaeszköz látta el. Alkalmas volt a morzsás talajszerkezet kialakítására, viszont nem porosította azt, szerkezete nem esett szét, aprómorzsák nem keletkeztek. A vontatott permetezőgép képes fúvókánként szakaszolni, ami segített a homogén állomány kialakításában. A másik permetezőgép egy Kverneland iXtra volt, amit az erőgépek elejéhez lehet csatlakoztatni. A szerkezet munkaszélessége hat méter, ezért a kombinátorral egymenetben alkalmazva tökéletesen tudtam használni a kísérletemben, így nem tapostam feleslegesen a talajt. A betakarítási munkák egy helyi gazdatársunk segítségével valósultak meg. A szállításban egy 20 tonna teherbírású forgózsámolyos pótkocsit használtam. A parcellák mérése egy mérőkocsival történt. A kísérlet kezdetétől figyeltem arra, hogy minél kevesebb munkamenetben végezzem el a szükséges műveleteket, a nem szükséges műveleteket kihagytam, ha lehetett, több műveletet egy menetben végeztem el.

## 3.2 A kísérlet leírása

A címben említett kísérleti terület Baksa és Pécsbagota között fekszik közvetlenül a két falut összekötő út mellett. Földrajzi helyzetét tekintve a Baranyai-Domság tájkörzetében található, ami a Dunántúli-dombság része. Minden szempontot figyelembe véve, ezt a területet találtam a legalkalmasabbnak kísérletem elvégzésére. 2023 szeptemberében megkezdtem a talaj előkészítését a következő évi kukoricavetés időszakára.

A terület kiválasztásánál fontos kitétel volt a megközelíthetősége is, ugyanis rendszeres adatgyűjtés nélkül nem lehetne megfelelően figyelemmel kísérni a növények fejlődését. A tábla négyzet alakú, nagysága 11.5 ha, viszont a kísérlet nem az egész táblát érintette. Az öt parcella összesen 3,6 hektárnyi területet fedett le. Ebből kifolyólag egy téglalap alakú terület egység 7200 négyzetméter volt, amelyek két oldala 300, két oldala pedig 24 méter volt. A talaj típusa raman-féle barna erdőtalaj. Ez az erdőtalajtípus lényegében átmenetet képez a löszön képződő réti csernozjom és a tényleges barna erdőtalajok között. A táblára 2022-ben őszi búza lett vetve, amit 2023-ban takarítottunk be 7,1 t/ha-os termés eredménnyel.

A betakarítás után a területre másodvetésben facélia (*Phacelia tanacetifolia*) és alexandriai here (*Trifolium alexandrinum*) zöldtrágya növények kerültek. A két növény termesztésének elsődleges célja a szervesanyag felhalmozása volt, ugyan is ez sok előnye mellett segít növelni a talaj vízmegtartó-képességét, ami az elmúlt éveket alapul véve egy nagyon fontos tényező. A facélia vetése azért is lehet jó választás aszályosabb években, mert közepes vízigénye végett akkor is képes nagy zöldtömeget fejleszteni, amikor szárazabb időszak uralkodik. Az alexandriai here egy pillangósvirágú növény, ami szimbiózisban él a gyökérgümőkben lévő Rhizobium-baktériumokkal, amelyek képesek megkötni a levegő nitrogénjét. Ennek köszönhetően jelentős mennyiségű szerves nitrogént hagy maga után a talajban, ami a következő termesztési kívánt kultúra számára jó minőségű, könnyen felvehető N-forrást biztosít.

A szokottnál csapadékosabb nyárnak és a talajban lévő elegendő víznek köszönhetően a zöldtrágya-növények nagyot fejlődtek, jelentős zöldtömeget produkáltak. Értékes ásványi nitrogént hagytak maguk után a területen. A talajba dolgozást forgatásos módszerrel valósítottuk meg, amin utána hengerrel átmentünk a talaj lezárása céljából. A gazdaságban a szántást szinte teljesen leváltotta a forgatás nélküli művelés, azonban ebben az esetben kivételt kellett tennünk annak érdekében, hogy a talajlakó mikroszervezetek a lehető leghatásosabban

tudják lebontani a hatalmas zöldtömeget, amely a szántás pillanatában nagyon sűrű volt és derékig ért. A zöldtrágya-növények is felérték a földben található víz egy részét. A 2023-es gazdasági évben összesen 1006 milliméter csapadék hullott Baksa térségére, a talajvízréteg raktárai teljesen feltöltődtek vízzel.

A 2024-es évben a kísérleti területen lévő legelső művelet a talaj elegyengetése, elsimítása volt. Ezt követően felkerestük az Agrolabor-Z Kft. névre hallgató vállalatot, akik különféle talajvizsgálati, talajmintavételi és környezetvédelmi szolgáltatások végrehajtásával foglalkoznak. A cég központja Zalaegerszegben található. A vállalat mintavevő alkalmazottjai március 12-én meg is érkeztek a kísérletnek teret adó földterületre, ahonnan három mintát vételeztek 0-30 centiméteres mélységben. A laborban vizsgált eredmények az 1. táblázatból leolvashatók.

1. táblázat: A kísérleti terület talajvizsgálati eredményei

Mélység (cm)	0-30	0-30	0-30
pH (KCl)	6,23	5,37	4,9
KA	42	45	46
Összes só (%m/m légsz. a.)	<0,01	<0,01	<0,01
CaCO <sub>3</sub> (%m/m légsz. a.)	<0,10	<0,10	<0,10
Humusz (%m/m légsz. a.)	1,48	1,37	1,23
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (AL oldható) (mg/kg légsz. a.)	256	88	60
K <sub>2</sub> O (AL oldható) (mg/kg légsz. a.)	196	179	250
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> - N (KCl oldható) (mg/kg légsz. a.)	12,1	13,6	12,9
Na (AL oldható) (mg/kg légsz. a.)	41	45	43
Cu (EDTA oldható) (mg/kg légsz. a.)	2,76	3,08	3,02
Mg (KCl oldható) (mg/kg légsz. a.)	267	282	277
Mn (EDTA oldható) (mg/kg légsz. a.)	354	343	351
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S (KCl oldható) (mg/kg légsz. a.)	5,82	6,13	4,38
Zn (EDTA oldható) (mg/kg légsz. a.)	2,17	1,53	1,42

A táblázatból kiderül, hogy a termőföld átlagos pH szintje 5,5, ami a savanyú tartományba esik, átlagos humusztartalma 1,36 tömegszázalék. Ami a terület foszfortartalmát illeti, hatalmas eltérések voltak a három minta értéke között. Volt olyan táblarész, ahol több, mint 250 milligramm található egy kilogramm talajban, viszont olyan rész is akadt, ahol ez a szám 60 volt. A kálium eloszlása is viszonylag heterogén volt a területen. Ami a felvehető nitrogén mennyiségét illeti, a táblázatban jól látszik, hogy a zöldtrágya-növényeknek is köszönhetően a szántóföldön jelentős mennyiségű ásványi nitrogén halmozódott fel. A magnézium-tartalom az optimálisnál magasabb volt, ami a körzetben lévő területekre jellemző is. A rézellátottság alacsonynak számított a mintavételi eredmények szerint. A cink mennyisége a mikroelemek

közül a legmeghatározóbb, ami a kukorica termesztését illeti, viszont ebből a nyomelemből is az optimálisnál kevesebb volt a talajban.

A simítózás és a mintavételezés után, a vetést megelőzően egy héttel a területen elvégeztük a magágykészítést kombinátor segítségével. Éppen időben, hiszen a környékre másnap három, harmadnapra pedig tíz milliméter csapadék hullott. A kombinátorozással egy menetben lett kijuttatva a ProHumin névre hallgató talajkondicionáló készítmény is. A szer a talajmunkát végző erőgép frontjára felszerelt permetező-tartály segítségével lett kijuttatva, így az előírásoknak megfelelően rögtön a termőföldbe lett dolgozva. A vetés pillanatáig a talaj kellőképpen ülepedett, szerkezete ideális volt a kukorica vetéséhez, köszönhetően a magágyelőkészítés utáni csapadéknak és a megfelelően időzített talajmunkáknak is.

Az állomány vetésére végül április 7-én került sor, ekkor ugyan is a talaj hőmérséklete elérte a vetéshez optimális értéket. A kísérleti területre a Pioneer által forgalmazott, 410-es FAO számú, P9960-as hibrid vetőmag került, ami a korábbi években mindig benne volt a három legtöbb termésmennyiséget produkáló hibridek között az országban és már a gazdaságban is bizonyította, hogy érdemes termesztetni, hiszen az aszályos években is kiemelkedő eredményeket hozott. A magok csávázása a Force 20 CS nevű csávázószerrel történt. A kukoricát 74 000 tőszámmal vetettük el hektáronként, 75 centiméteres, hagyományos kapás sortávolságra. A vetőgép nagyszerűen végezte a dolgát. Nem tért el lényegesen a tőszámtól, tudta tartani a beállított négy-öt centiméteres mélységet, a talajt kellőképpen lezárta. A vetéssel egy menetben 46 százalékos karbamid nitrogén műtrágya is került kijuttatásra. Ezt a magas nitrogén-tartalmú granulátum a csírázást gátló hatása miatt nem közvetlenül a csoroszlyák által megnyitott magárokba került, hanem öt centiméterrel a magok mellé. Erre azért volt szükség, mert ha a műtrágya túlságosan közel lenne vagy érintkezne a magokkal, akkor képes lehet kárt tenni bennük, ami kihatással lenne a csírázásukra és a későbbi fejlődésükre is.

A megfelelő körülményeknek köszönhetően az állomány csírázása a vetés után szinte azonnal megindult. A növények kelése a vetés utáni tizedik-tizenegyedik napra rajzolódott ki teljesen. A növekedést tovább segítette az időjárás, hiszen az állomány kelése előtti napokban összesen tizenkét milliméter csapadék hullott. Azonban május elején a hőmérséklet rendkívüli módon visszaesett, olyannyira, hogy néhány éjszaka elérte a mínusz két Celsius fokot is. Ez meg is látszott a növényeken. Színük sokkal visszafogottabb, világos zöldes-sárgás volt, de szerencsére a vörösödés-lilulás jelei sehol sem voltak tapasztalhatók.

A hideg periódus után néhány nap múlva visszatért a melegebb időszak. A növények onnan tudták folytatni növekedésüket, ahonnan abbahagyták, hamar kiheverték ezt az átmeneti időszakot. Ami a gyomnövényeket illeti, a kukorica négy leveles állapotban lett kezelve Successor TX, illetve Principal Gold Plus gyomirtószerekkel, május 13-án. A területen túlnyomó részt az alábbi gyomfajok szaporodtak fel: fehér libatop (*Chenopodium album*), szőrös disznóparéj (*Amaranthus retroflexus*), apró szulák (*Convolvulus arvensis*), fenyércirok (*Sorghum halepense*), muharfélék (*Setaria spp.*). A gyomirtás sikeres volt, a gyomnövények többsége hamarosan hervadni kezdett, majd végül teljesen elszáradtak.

A szántóföldön lévő következő művelési menet a sorközművelő kultivátorozás volt, amire május 23-án került sor, a növények hat leveles állapotában. Ezzel egy menetben korszerű kultivátorunknak hála DAM 30 folyékony halmazállapotú nitrogén-műtrágyát is ki tudtunk juttatni, ami amellet, hogy egyből a talajba tudta dolgozni a szert, csökkentette a gyomok számát, fellazította a talaj legfelső rétegét és földdel temette be a felszínen található kisebb repedéseket, ezáltal csökkentette a belőlük való víz párolgását. A művelet az összes parcellát érintette.

A betakarítás előtti utolsó művelet a Bluen és a Bioalga levéltrágya készítmények permetezővel való kijuttatása volt. Erre június legelején került sor, a növények kilenc-tíz leveles állapotában, 70-80 centiméteres növénymagasságnál akkor, amikor még épphogy be lehetett menni a táblába traktorral úgy, hogy nem teszünk kárt az állományban. Az kísérletben kórokozók, illetve kártevők ellen szerencsére nem kellett beavatkozást végezni. Ugyan a kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis*) kártételével és hernyóival elvétve lehetett találkozni egyes növények szárán, illetve szárában, e térségben azonban a két nemzedékben is előforduló kártevők száma nem érte el a beavatkozást indokló küszöbértéket. A szántóföldön még felfedezni véltem vetési pattanóbogarat (*Agriotes lineatus*), néhány kukoricabarkót (*Tanymericus dilaticollis*) és zöld kukorica-levéltetveket (*Rhopalosiphum maidis*) is. Az 1. ábrán a növények fejlődése látható.



*1. ábra: Az állomány 9-10 leveles állapotban*

### 3.3 A kísérlet beállításának leírása

A teljes kísérleti időszak alatt a parcellákat azonos mennyiségű és összetételű anyagokkal kezeltem, ez alól természetesen kivételt képeznek a különböző tápanyagok. A kísérletben kijelölt parcellákra a következő készítményeket és mennyiségeket alkalmaztam, amik a 2. táblázatból leolvashatók.

*2. táblázat: A kísérleti parcellákra kijuttatott készítmények és mennyiségeik*

1. Parcella	200 kg/ha Karbamid, 200 kg/ha DAM 30
2. Parcella	100 kg/ha Karbamid, 100 kg/ha DAM 30
3. Parcella	100 kg/ha Karbamid, 100 kg/ha DAM 30, 333 g/ha Bluen
4. Parcella	100 kg/ha Karbamid, 100 kg/ha DAM 30, 20 l/ha Prohumin, 20 l/ha Bioalga
5. Parcella	100 kg/ha Karbamid, 100 kg/ha DAM 30, 30 l/ha Prohumin, 30 l/ha Bioalga

A 3. táblázatban pedig az látszik, hogy ezek hatóanyagjuk alapján miként alakultak, ami a nitrogén mennyiségét illeti.

3. táblázat: A parcellák összes nitrogéntartalmának alakulása

1. Parcella	152 kg N
2. Parcella	76 kg N
3. Parcella	106 kg N
4. Parcella	76 kg N
5. Parcella	76 kg N

### 3.4 A kísérletben alkalmazott készítmények jellemzése

A BlueN WP a Corteva Agriscience cégcsoportnak egy por formában kapható, vízdíszható mikrobiológiai készítménye, amelyet a növényi nitrogén-hasznosulás optimalizálására fejlesztettek ki. 2024-től engedélyezett hazánkban, így az első között alkalmazhattuk a szert Magyarországon. A kísérletemben egy parcellát kezeltem vele. A BlueN-ben található baktériumok a *Methylobacterium symbioticum* SB23 törzsbe tartoznak, amelyek szimbiózisban élnek a növényekkel. Egyik legfontosabb tulajdonságuk, hogy képesek megkötni és átalakítani a légkörben található nitrogént úgy, hogy a növények számára hasznosítható legyen, hasonló a jól ismert Rhizobium baktériumokhoz. Miután ezek a baktériumok a nyitott gázcsere-nyílásokon (sztómákon) keresztül bejutnak a kultúrnövény belsejébe, a növények földfelszín feletti részében mozogva nitrogénnel látják el a növényeket attól függetlenül, hogy van-e felvehető N a talajban, vagy nincs. A túléléshez és a fejlődéshez a növények által kibocsátott metanolt hasznosítják. A cég szerint a készítmény alkalmazása minimum 30, kedvezőbb esetben pedig akár 50-70 kg nitrogéntöbbletet is tud biztosítani hektáronként. Azonban fontos megjegyezni, hogy eddigi tudomásunk szerint a szer nem helyettesíti teljes mértékben a nitrogén-műtrágyázást, csak kiegészítő N-forrásként működik. Kukorica-állományban a készítményt az intenzív növekedési fázisban kell kipermetezni, négy-nyolc leveles állapot között. Az ajánlott dózis 333 gramm hektáronként, melyet 100-250 liter vízzel célszerű kijuttatni. Fontos, hogy a permetlé pH értéke öt és nyolc közé essen, illetve a klórtartalma legyen kevesebb, mint 2 ppm. A szer kijuttatására optimális hőmérséklet a 10 és 25 Celsius fok

közötti tartomány, továbbá érdemes magasabb páratartalmú időjárásban alkalmazni, hiszen ekkor a növények sztomái aktívabban működnek, ezáltal a baktériumok könnyebben be tudnak jutni a növényekbe.

A Prolansys által forgalmazott Bioalga egy olyan élő mikroalgából álló növénykondicionáló levéltrágya, amelynek feladata javítani a növények tápanyagellátását, ellenállóképességét. Ezek a szerves formájú mikroalgák saját anyagcseréjük révén egyfolytában tápanyagokat állítanak elő. Képesek szintetizálni rengeteg vitamint, enzimet, aminosavat, illetve szinte az összes mikro- és makroelemet, amelyekre a növényeknek szükségük van. Segíti növelni a növények aszálytűrő-képességét, használata nem okoz stresszt a kultúrákban. A Liebig féle törvényt alapul véve, a növények több tápanyagot fognak tudni felvenni, mivel az algák által szinte mindent megkapnak, ezért a többi tápelem számára nem lesz korlátozó tényező, feltéve persze ha elegendő víz áll rendelkezésre. Egy hagyományos lombtrágyázással szemben azért lehet hatékonyabb, mert az csak néhány tápelemre szűkül, ráadásul többségük szerves formájú. A szervesanyag-tartalmú készítmények azért terjednek el egyre jobban, mert sokkal hatékonyabban képesek hasznosulni, mint a szerves anyag tartalmúak, illetve kevésbé függenek az abiotikus tényezőktől, mint például a talaj kémhatásától. A készítményt permetezéssel juttatják ki a levelek felszínére. A mikroalgák a leveleken lévő sztomákon át tudnak bejutni és a növény nedvkeringésével eljutni a megfelelő helyekre. A Bioalgával termelt növények íze finomabb, színük erőteljesebb, sötétebb zöld lesz, a beltartalmi értékeik magasabbak lesznek, mivel az algák növekedésért felelős hormonokat is termelnek. Magas klorofill-tartalmuknak köszönhetően csökkentik a betegségek és a káros baktériumok elszaporodását, lassítják a sejtek öregedését, hatékonyabbá teszik a növényeken belüli oxigén-szállítást. Nagy mennyiségben termelnek antioxidánsokat is, amelyek bizonyítottan védik az állományt a gombás fertőzésektől. Például a legtöbb Fusarium betegség nem tudott tovább szaporodni akkor, amikor a területet Bioalgával kezelték. A növényeknek a különböző fejlődési szakaszaikban némely tápelemből annyi mennyiségre van szüksége, amit a talajból a gyökereken keresztül nem tudnak felvenni, emiatt a levélzeten keresztüli tápanyag-utánpótlás egy nagyszerű lehetőség ennek orvoslására. Sokszor, például aszály idején a vízhiány miatt korlátozott a gyökerek tápanyagfelvevő-képessége, ennek orvoslására nagyszerű megoldás lehet a lombtrágyázás. A Bioalgával kezelt növényeken kisebb valószínűséggel kell különböző deszikkáló-szereket alkalmazni, ugyanis sós műtrágyák vizet kötnek meg a növényekben, ami szükségesszerűvé teheti az ilyen állományok szárítását mind a betakarítás elvégzéséhez, mind a terménytároláshoz megfelelő nedvességtartalom miatt. Tehát a szer alkalmazásával

csökkenthetjük a szárítási költségeket. A készítményt egy tenyészidőszak alatt kétszer javasolt alkalmazni, mindig tapadásfokozóval kiegészítve Az első kijuttatás ideje kukoricában hat-nyolc leveles állapotban, a másodiké pedig az első dózis után három-négy héttel ajánlott. Az előírás szerint a szerből mindkét alkalommal 15-20 litert kell kijuttatni hektáronként. A víz klórtartalmára szerencsére nem kell ügyelnünk, hiszen az algák nem érzékenyek a klórra.

Kísérletemben a harmadik alkalmazott készítmény szintén a Prolansy által forgalmazott ProHumin volt. A ProHumin egy barnásfekete színű talajkondicionáló koncentrátum. Talajaink évről-évre veszítenek humusztartalmukból, ami nagyrészt a helytelen talajművelés technikáknak köszönhető. A készítmény méregtelenítő hatású fulvosavat- és huminsavat tartalmaz, melyeket természetes ásványi anyagokból vonnak ki nagyon magas tisztasággal, így a szer rendkívül sok, 70 féle ásványi anyagot tartalmaz. Lignit és/vagy leonardit felhasználásával, melyek a humuszalkotók természetes forrásai. A humin-savak (természetes kelátképzők), melyek a humusz legalapvetőbb alkotóelemei, képesek a talajban lévő szerves és szerves tápanyagokat is felvehető állapotban tartani. A szer által ígért magas huminsav-koncentráció segít megtartani a talajban már meglévő elemeket, nagymértékben csökkentik a tápanyag kimosódás veszélyét, amit a talajkolloidokhoz kapcsolódva ér el. A talaj pH értékét semleges irányba tolja el, előnyt jelent a stressztűrésben is. Viszont a földben lévő toxikus fémekkel, nehézfémekkel, amelyek a hazánkban jellemző savanyú talajokban könnyen oldódnak, a huminsavak olyan erős kötést képeznek, hogy azt a kultúrák már nem fogják tudni felvenni, ezzel segítve fejlődésüket. Nem mellesleg a növényeken keresztül mi emberek sem tudjuk elkerülni őket, így az emberi egészség védelme érdekében is előnyös alkalmazni, hogy elkerüljük az ezzel kapcsolatos betegségeket. Kísérletek és gyakorlati tapasztalatok is igazolják, hogy a ProHuminnal kezelt termőterületeken termesztett növények toxintartalma mindig alacsonyabb volt, mint a kezeletlen, kontroll területeken lévő növényekben. A készítmény még a DON toxin ellen is eredményes volt, ami manapság nagy problémát jelent a kukoricatermesztő gazdák körében. A készítményt kijuttatni vetés előtt magágykészítésnél és aratás után ajánlatos, de állományban is lehet alkalmazni tápoldatozás céljából. Vetés előtt 30-50 liter/hektáros dózisban, minimum tízszeres hígításban kell kijuttatni és bedolgozni a talajba. Ennek eredményeként a növények csírázási ideje felgyorsul, mert a magasabb humusztartalom miatt a talaj legfelső rétege hamarabb melegszik fel, ezért a csírákori betegségek megjelenésére kevesebb esély lesz. A robbanékonyabb növekedés miatt a kultúra gyomelnyomó-képessége is növekszik, ezzel csökkentve a gyomirtási beavatkozások számát. A későbbi esetleges megdőlések sem jellemzők a ProHuminnal kezelt növényekre, hiszen gyökérzetük gyorsabban

fejlődik, többek között az értékes kálium-tartalom miatt is. Több oldalgyökeret fejlesztenek, ezáltal stabilabb lesz a tartásuk. A termőföld szerkezete javul, könnyebben művelhetővé válik, vízgazdálkodása pozitív irányba tolódik, hiszen megnő a humuszkolloidok mennyisége. Használata különösen eredményes lehet humuszban szegény talajokon. Minden kultúrában kockázatmentesen használható, kiváló kiegészítése a műtrágyázásnak.

A karbamid (kémiai képlete:  $(\text{CO}(\text{NH}_2)_2)$ ) egy szilárd, fehér, vízben kiválóan oldódó kristályos anyag, amely 46 százalék nitrogéntartalmának köszönhetően a legnagyobb nitrogén-tartalmú szilárd műtrágyának számít. A legelterjedtebb N-tartalmú műtrágya világszerte. Elsősorban kedvező ár-érték aránya miatt választottuk. A kísérletben mind az öt parcellában alkalmaztam. Vetés előtti alap- és fejtrágyázásra is alkalmas. A kijuttatási mennyiség gyakran meghaladja a hektáronkénti 200 kilogrammot is. A karbamid tárolásánál fokozottan kell figyelni arra, hogy ne érje víz, mivel mérsékelt higroszkóposzású készítmény, így ha a zsákok beáznak a tárolás folyamán, akkor az a hatékonyság romlása mellett rendkívül megnehezítheti a kijuttatását, hiszen ilyenkor a szemcsék összetapadva csomósodnak, nagy tömböket képeznek. A műtrágya talajba kerülve egy úgynevezett enzim hidrolízisen megy keresztül, karbamidáz (ureáz) enzim segítségével. Ez azt jelenti, hogy a talajban lévő mikroorganizmusok egy ureáz nevű enzimmel víz hatására bontják le a karbamidot. A folyamat során ammónium-karbonát keletkezik, majd ezekből később a talajban ammónium és nitrátion képződik. Végül ez a két forma lesz az, ami N-forrásként szolgál a növények számára. Fontos, megemlíteni, hogy kijuttatása után a műtrágyát minél előbb a talajba kell dolgozni. Erre azért van szükség, mert ha a felszínen marad, akkor a nap sugarainak erejétől függően a hatékonysága rohamos mértékben csökken. A karbamidot felszínen hagyva ammónia szabadul fel, ami könnyedén el tud párologni, ezzel nagy veszteségeket okozva. Ha a műtrágya nincs a földbe keverve, akkor nem tud megfelelően oldódni, és a növények gyökerei nem tudnak hozzáférni feltáródása után sem. Karbamidot folyékony halmazállapotban lombtrágyaként is lehet alkalmazni alacsonyabb koncentrációban, főként gyors zöldítés vagy fehérjeképzés fokozására, azonban az ilyen formában lévő kijuttatás közel sem terjedt el annyira, mint a hagyományos verziója. A karbamid további előnye még, hogy nedves talajba kerülve gyorsan feltáródik, és kijuttatáskor kombinálható más tápanyagokkal, például foszforral is. Kiváló vízdoldhatósága miatt manapság már öntöző rendszerekkel együtt is kijuttatható, ahol erre a körülmények adottak. Egyik legnagyobb hátránya az, hogy savanyító hatása van, ezért erősen savanyú talajoka, így hazánk egyes területein sem ajánlott használata. Ha nincs más megoldás, akkor talaj pH növelő, például egyes mésztartalmú készítményekkel a kémhatást növelni lehet a semleges irány felé.

A DAM 30, más néven karbamid-ammónium-nitrát nevű sárgás-barnás színű folyékony nitrogén-műtrágya egy több nitrogénformát tartalmazó műtrágya. Nevében a 30-as szám a N-tartalmára utal. Ez a forma folyékony alternatívája a szilárd karbamidnak vagy pétisónak. Kijuttatható permetezőgéppel, injektálóval vagy akár öntözőrendszeren keresztül is. Három féle N-formát tartalmaz. Legnagyobb mennyiségben a hosszú hatású karbamid található benne, amely aránya 14 százalék. A másik két forma pedig a növények számára azonnal hozzáférhető nitrát ( $\text{NO}_3^-$ ) és a fokozatosan felvehető ammónium ( $\text{NH}_4^+$ ), amikből nyolc-nyolc százalék található a műtrágyában. Ez a kombináció biztosítja, hogy a növények rövid és hosszú távon is elegendő nitrogénhez jussanak. A készítmény kémhatása enyhén lúgos, sűrűsége 1,28 gramm/liter. Vízoldhatósága a karbamidhoz hasonlóan kiváló, jól keverhető vízzel és más tápanyagokkal. Eloszlása egyenletes, nincs porzás vagy szórási veszteség. A zöldtömeg növekedését látványosan serkenti. Nem illékony, tehát nincs ammónia-párolgási veszteség, mint a karbamid esetében, viszont nitrát-kimosódás így is előfordulhat. Meleg, napos időben nem célszerű kijuttatni, mert ilyenkor a szer a levelekre kerülve perzselést idézhet elő, ezért kora reggel, vagy késő délután ajánlatos alkalmazni. Erősen higroszkópos, emiatt nyitott tartályban nem hagyható. Ritkán talajra permetezve is alkalmazzák, viszont ekkor ügyelni kell arra, hogy a készítmény a talajba jusson bedolgozással vagy esővel. Nagyobb mennyiségben is alkalmazzák, más N-forrás kiegészítése nélkül.

A magok csávázása a talajlakó kártevők ellen kiemelt hatékonysággal bíró Force 20 CS nevű, teflutrin hatóanyagot tartalmazó csávázószerrel lettek kezelve, 200 gramm/liter koncentrációban. A szemes kukoricán kívül még számos kultúra vetőmagjára alkalmazható. Ez a rovarölő szer vízi szervezetekre kifejezetten veszélyes, viszont mivel a tábla egy kilométeres körzetében nem található semmilyen állóvíz vagy vízfolyás, ezért bátran alkalmaztuk a készítményt. 1000 szem vetőmagra 1 milliliter hatóanyag került, ami Magyarországon az ajánlott dózis is. A CS angol rövidítés magyar megfelelője kapszulázott szuszpenziót jelent, vagyis a hatóanyag mikrokapszulák formájában kerül rá a vetőmagokra. Talajba kerülve a szer gőz formában terjed a vetőmag körül, így képes fellépni a kártevők ellen.

A Successor TX gyomirtó szert az FMC Agricultural Solutions nevű cég forgalmazza Magyarországon. Az állomány kelése előtt és után is használható, két fő hatóanyaga a Pethoxamid és a Terbuthylazin, amelyek a talajban fejtik ki hatásukat. A már kikelt egy- és kétszikű gyomnövényeket is elpusztítja, de a még csíranövény stádiumban lévő gyomokat is kontrollálja. A többéves gyomok, például a ragadós fűfélék ellen korlátozottabban fejtheti ki hatását, aminek sikerességét a talaj laza, morzsás szerkezete is segíti.

A Principal Plus Gold a Corteva Agriscience által forgalmazott gyomirtó szere, amelynek használata csak kukoricában engedélyezett. Sok tulajdonságában megegyezik a Successor TX-el. Három szerkombinációt tartalmaz, posztemergens, egy és kétszikű, még nem túl fejlett gyomok ellen hatásos. Ezek a kombinációk a megfelelő alkalmazás és szerrotáció mellett hozzájárulhatnak egyes gyomok rezisztensé válásának kimaradásában is, de fontos, hogy a szerek rotálása ne maradjon el. Fontos, hogy a permetlé formájában kijuttatott vegyszer jól fedje a gyomokat. A készítmény úgynevezett acetolaktát-szintáz (ALS) gátló hatóanyagokat tartalmaz, amelyek blokkolják a gyomnövényekben található ALS enzimeket. Emiatt a gyomok nem tudnak fehérjéket építeni, ezért a növekedésük lelassul, leáll, majd idővel elpusztulnak. A készítmény szelektív, a kukorica fejlődésére semmilyen veszélyt nem jelent.

### 3.5 A kísérlet értékelésének, adatfeldolgozásának metodikája

A parcellák kijelölését követően heti rendszerességgel ellenőriztem a kísérletet. Céлом a minél több információ gyűjtése, a kísérleti terület alapos megfigyelése volt. Figyelemmel követtem az egyes parcellákon belüli növények növekedését. Minden kilátogatás alkalmával a teljes területet bejártam, szemrevételeztem az állományt, feljegyeztem az észrevételeket és fényképeket is készítettem. A vegetációs időszakban véletlenszerűen kiválasztottam minden területrészről három növényt, kihúztam őket a talajból, és megvizsgáltam a magasságukat a gyökereiktől felfelé. Ezután parcellánként átlagot vontam és az eredményeket az Excell alkalmazás segítségével diagrammba foglaltam. A gyökerek fejlettségét, hosszát és tömegét is figyeltem. Termésbecslést is végeztem a betakarítás előtt. Folyamatosan feljegyeztem a térségre hulló csapadékmennyiséget. Bár a csapadékmérő a gazdaság telephelyére lett kihelyezve, ez érdeemben elenyészően befolyásolta az adatok pontosságát, mivel a kísérlet és a telep között a légvonalbeli eltérés kevesebb, mint egy kilométer. Az okostelefonom segítségével a napi hőmérsékleti maximumokat is feljegyeztem. Végül kiszámoltam, ahogy az egyes területi egységeken alkalmazott készítmények hektáronként mennyibe kerültek, amely alapján értékelhető a különböző kezelések gazdaságossága és költséghatékonyasága. A számításokba kizárólag a 2. táblázatban látható készítményeket vontam bele, a többi alkalmazott termékeket, mint például a gyomirtószereket nem vettem figyelembe. A 2. ábrán a csövek állapota látható a termésbecslés ideje alatt.



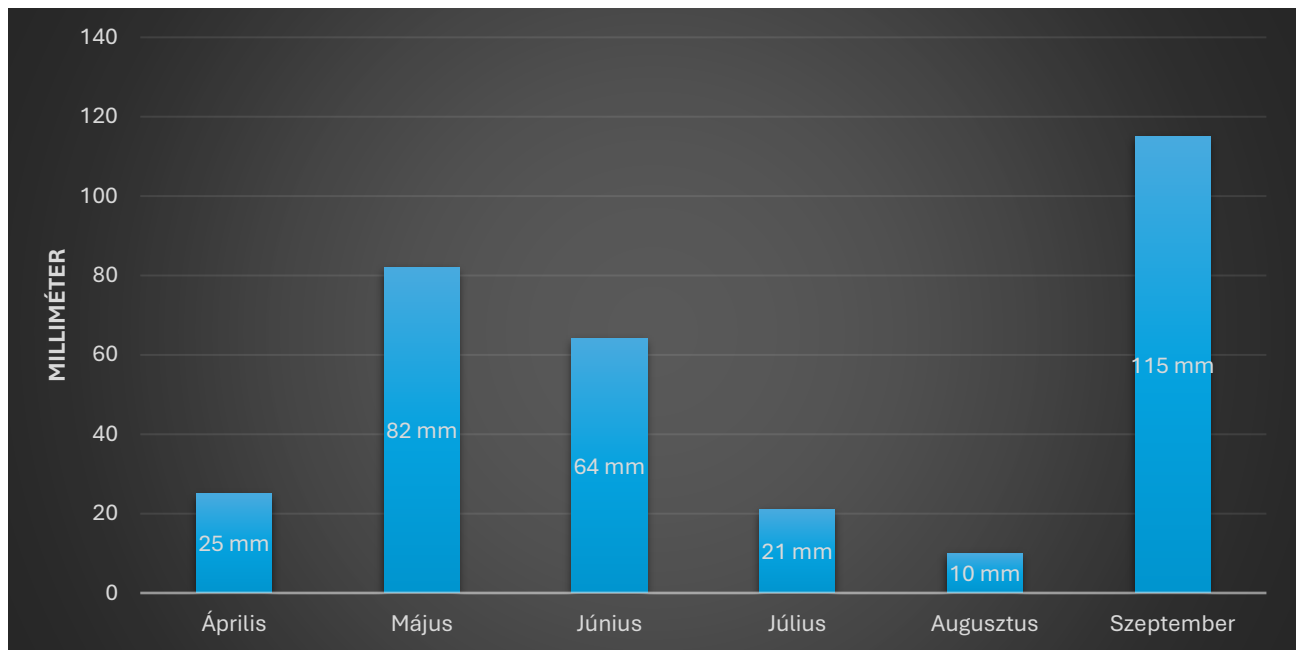
*2. ábra: A kukoricacsövek állapota a termésbecslés idején*

## 4. Eredmények és értékelésük

Ami a 2025-ös kísérleti év csapadék mennyiségét illeti, kereken 500 milliméter eső hullott Baksa községre és környékére. Ez a mennyiség még nem is számít olyan kaotikusnak, viszont a csapadék eloszlása már jóval nagyobb problémát okozott országszerte is. A kukorica vetésénél még a talajban megfelelő mennyiségű nedvesség volt.

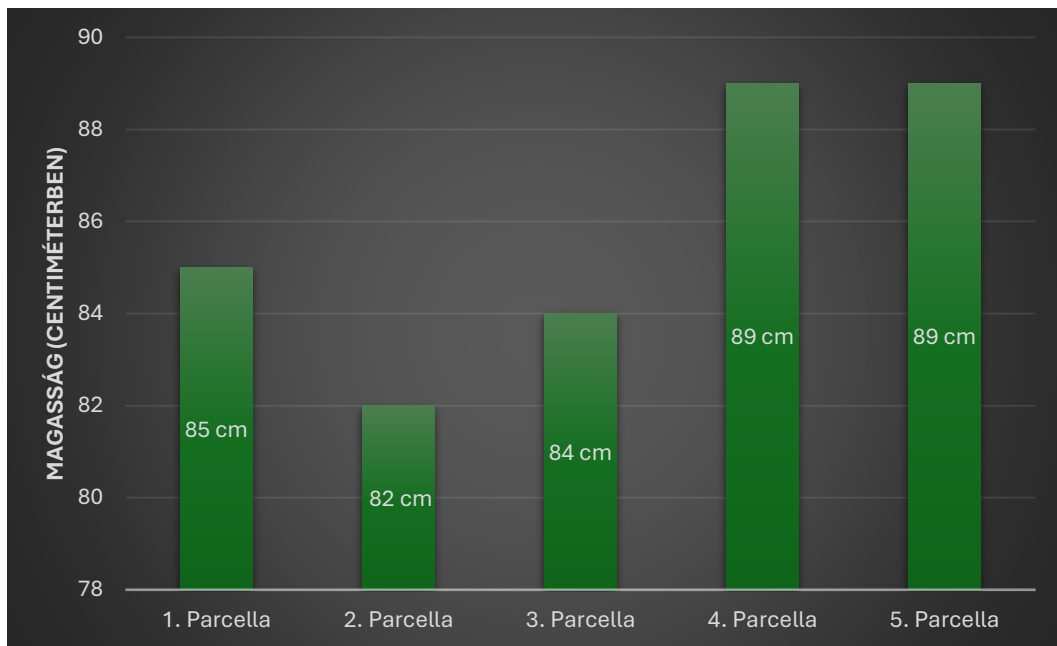
A 3. ábráról leolvasható, hogy májusban és júniusban még nem volt probléma a csapadék hullásával, viszont a nyári nagy melegek bekövetkeztével párhuzamosan csökkent a területre érkező eső. Június elején egy kisebb jégeső sújtotta a területet, de szerencsére az általa okozott károk elhanyagolhatónak tekinthetők, ugyanis csupán csak néhány lyukas levélen lehetett észrevenni jég okozta károkat. A júliusi és az augusztusi hónapban összesen 31 milliméter esett, ami nem segített a viszonylag magas vízigényű kukoricákon. Mivel a szántóföldek öntözésére nincs lehetőségünk, ezért ezt a környezeti tényezőt sehogyan sem tudtuk befolyásolni. A növényeken a rettentő nyári hőség sem segített. A napi csúcshőmérséklet rendszeresen 35 Celsius fok fölé emelkedett, ami csak tovább rontott a helyzeten. Ekkorra már talajaszály és légköri aszály is érintette a térséget. A kukorica csövein található szemek méretére, teltségére és számára nem lehetett panasz, viszont ezen szemek már július végén teljesen sárga színűvé változtak, mivel a növény érése felgyorsult az időjárás miatt. Ezután már hamar a növények levelei és szárai is sárgulni kezdtek. Augusztus közepére az egész tábla sárgába borult.

A kísérlet betakarítására végül szeptember 11-én került sor. Az aratás időzítése megfelelő volt, hiszen rá két nappal egy közel három hétig tartó csapadékos időszak érkezett a térségbe, ami miatt körülbelül egy hónapig nem lehetett volna betakarítani a parcellákon található növényeket. Ekkor az egész évi csapadékmennyiségnek több mint az egyötöde hullott le. Sajnos ez az esőmennyiség későn érkezett, így nem tudott hozzátenni a termésminőség- és mennyiség javításához, nem tudott segíteni a növényeken. Az 3. ábra a kísérleti területre hulló csapadékmennyiséget szemlélteti a növények vetési hónapjától a betakarítás hónapjáig.



3. ábra: A kísérleti területre hulló csapadék mennyisége a vetés hónapjától a betakarítás hónapjáig

Miután a területrészek megkapták az összes tervezett tápanyagot és kezelést, kíváncsi voltam, hogy vajon már látható-e valami különbség a parcellák között. Szemrevételezéssel azonban nem értem be, mivel semmilyen különbség nem volt észlelhető, ránézésre mind az öt parcella ugyan olyan homogén volt. Ezért amellett döntöttem, hogy minden parcellából feláldozok három-három növényt, amiket óvatosan kihúzok a földből, hogy minél több gyökértömeg maradjon a növényeken és megmértem azok magasságát, illetve szemrevételezéssel megvizsgálom a gyökerek fejlettségét is. Bár három növény átlagából nem lehet túlzottan pontos vizsgálatot csinálni, az eredményeken még is szépen látszott az, amire számítottam. Erre a vizsgálatra június első felében került sor. A növények fejlettsége ekkora elérte a tíz leveles állapotot. A méréshez csupán egy mérőszalagot használtam, amivel lemértem mind a 15 növény föld feletti hosszát. A gyökerek méretét nem vettem figyelembe, illetve azokat a leveleket sem, amelyek a szár tetején lévő címerkezdemény fölé hajoltak. Az azonos parcellákból kihúzott növényekből pedig átlagot számoltam, melynek eredményei a 4. ábrán láthatók.



4. ábra: A növények magasságának mérési eredményei parcellánként

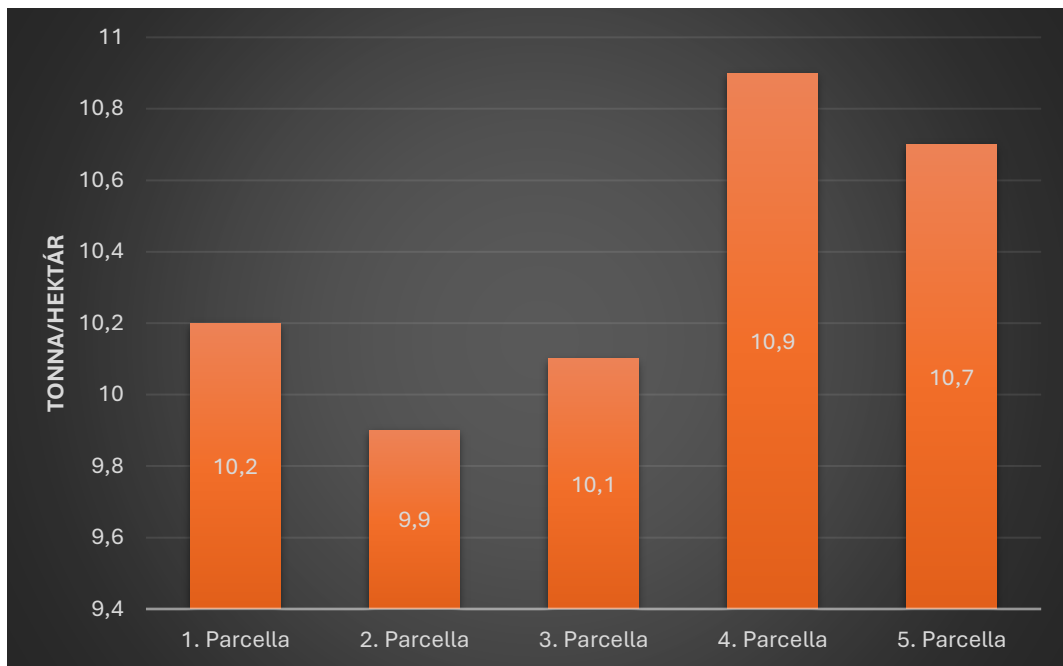
Ami szemmel is látható volt, a parcellák között csak néhány centiméteres eltérések voltak. Méréseim alapján a 4. és az 5. parcella növényei nőttek a legmagasabbra június elejéig, viszont köztük nem volt különbség, pedig az 5. terület egység növényei 33 százalékkal több ProHumin és Bioalga készítményeket kaptak, mint a 4. számú terület kukoricái. Az 1. és a 2. terület között 3 centiméter eltérés volt megfigyelhető számításaim alapján a növénymagasságban. Ez első ránézésre egy érdekes adat lehet, mivel az 1. parcellára dupla annyi nitrogén lett kijuttatva, mint a közvetlen mellette lévőre. Viszont ez nem jelenti azt, hogy az 1. területen lévő növények ennyivel többet is tudtak felvenni és növekedésükre fordítani, hiszen a kukoricák tápanyagfelvételi képességének is van egy határa, amit a lehető legkedvezőbb körülmények között sem tudnak növelni. Ebben az esetben is ez történt. Ilyen nagy tápanyagszint-eltéréseknél a különbségek csak a növényfejlődés későbbi stádiumaiban tudnak kijönni akkor, ha a feltételek továbbra is kedvezőképpen alakulnak.

A szemrevételezéssel végzett gyökérvizsgálat eredményeit már nem lehetett ennyire pontosan elkülöníteni. Megfigyeléseim alapján az összes parcellában megegyezett a föld alatti részek hossza, viszont tömörségükben és az oldalgyökerek fejlettségében eltérés volt tapasztalható. Az utolsó két parcellából kihúzott kukoricák gyökértömege és szélessége ugyanis nagyobb volt, mint az első háromé. Az 5. ábrán az látható, hogy miként zajlott a növények magasságának mérése.



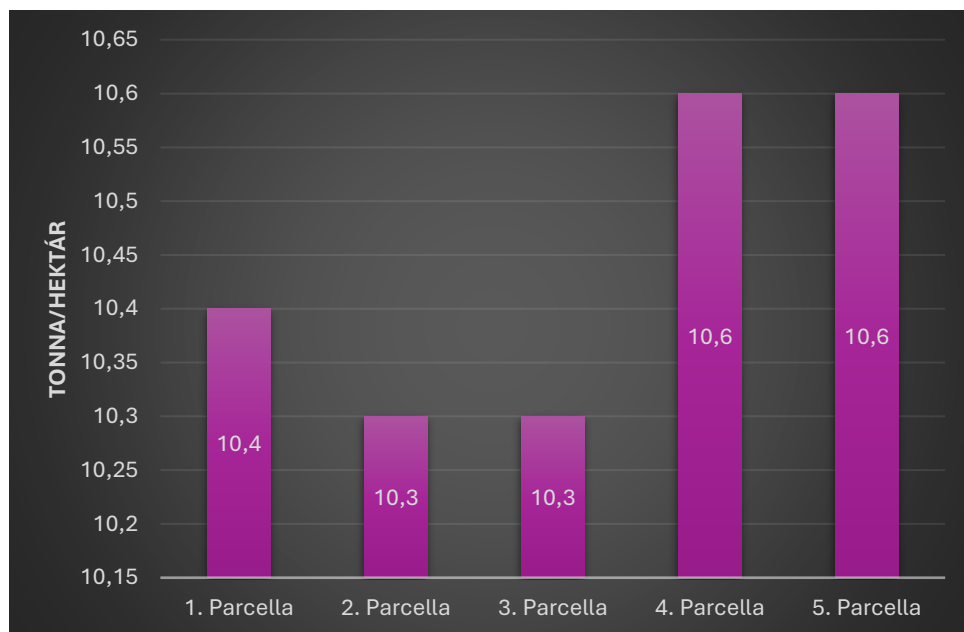
*5. ábra: A növények magasságának mérése*

A termésbecsléshez a növénytermesztéstani gyakorlatok során megismert módszereket vettem alapul, ezek segítségével tudtam elvégezni a méréseket. A parcellák közepéről két, nem egymás mellett lévő, átlagosnak vélt folyóméterről gyűjtöttem be csöveket. Az összes vizsgált növényen egy-egy cső volt található, tehát összesen 50 kukoricacsövet kellett lemorzsolnom, ami meglehetősen nagy munka volt. Ezután külön lemértem a szemek tömegét, majd megvizsgáltam a nedvességük értékét, amit ezután levontam 13 százalékra, a májusi morzsolt kukorica értékének megfelelően. A becsült eredmények a *6. ábrán* tekinthetők meg.



6. ábra: A becsült terméseredmények parcellánként

A kísérleti terület betakarítására végül 2024. szeptember 11-én került sor. Minden parcella 32 sorból állt, ezekből azonban mindössze két kombájnvágoasztal gépaljnyi, azaz 12 sor kukorica lett learatva, ami végül minden parcella után egyesével a mérőkocsiba került ürítésre és mérésre. A szemek nedvességtartalma 11 százalék volt, ezért itt már nem volt szükség külön számításokat végezni. Az eredmények a 7. ábráról leolvashatók, a 8. ábrán pedig az egyes parcellák betakarításának mérése látható.

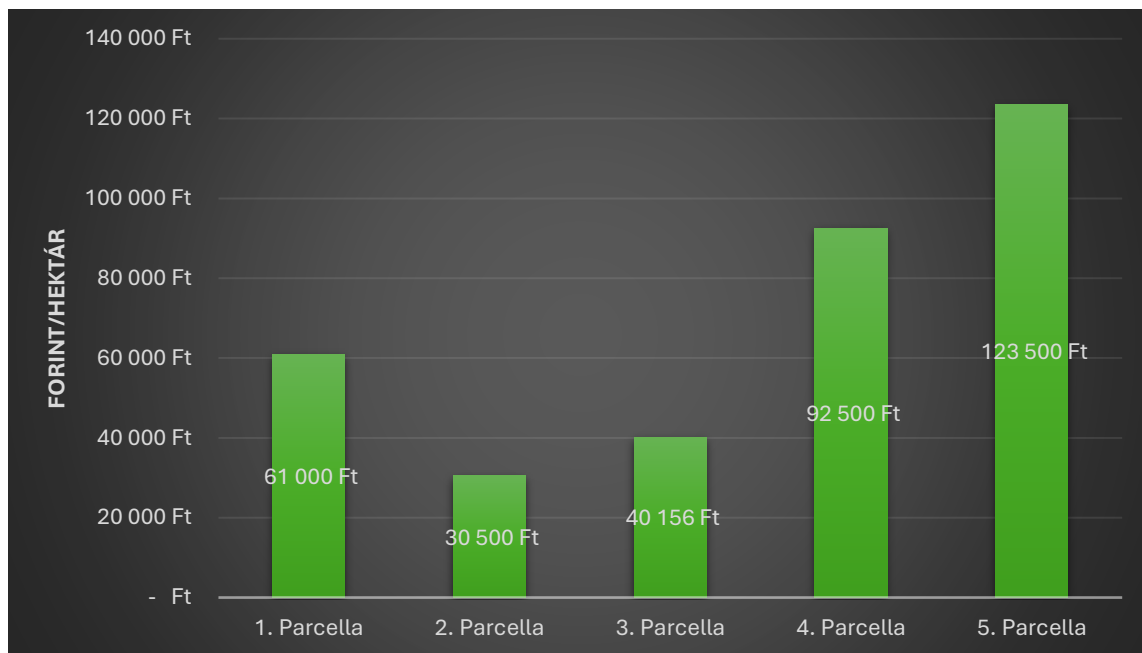


7. ábra: A kísérleti parcellák terméseredményei



8. ábra: A kísérleti parcellák termésmennyiségének mérése

A 9. ábrán az látható, hogy az egyes parcellákra kijuttatott készítmények mennyi pénzt emésztettek fel. Az ábra csak a műtrágyákat és a talajkondicionáló szereket tartalmazza, a kísérletben alkalmazott gyomirtó-szereket nem vettem bele az elemzésbe.



9. ábra: A különböző kezelések hektáronkénti költségösszehasonlítása az egyes parcellákon

A termények eladása után minden paramétert figyelembe véve, összeadtam a parcellák hektáronkénti összes költségét, majd a kettő különbségéből kiszámoltam a területegységek által elért hasznot. Szerencsére minden parcellából profitálni tudtunk, viszont eltérő mértékben. A legtöbb profitot a 2. parcella érte el annak ellenére is, hogy erről a területről arattuk le a legkevesebb kukoricát, bár a termés mennyisége csak 300 kilogrammal maradt alul a legtöbbet termő parcellával szemben. A hektáronkénti költségek az alacsony műtrágya-kijuttatás és árak miatt itt voltak a legalacsonyabbak. A Liebig-féle törvény szerint a csapadék volt a limitáló tényező, és a 2023-as évi zöldtrágyázás miatt a talajban sok ásványi nitrogén halmozódott fel, ezért a hektáronkénti 100 kilogramm karbamid és DAM 30 nitrogéntartalmú készítmények is elegendő N-forrásnak bizonyultak. Mivel a betakarított kukorica felvásárlási ára a vizsgált időszakban 76 000 forint volt tonnánként, a számítások alapján ez a parcella mutatta a legjobb költség-hozam arányt, így ennek a termesztése bizonyult a leginkább gazdaságosnak. A 4. táblázatban a különböző területek jövedelmezőségének összehasonlítása látható.

4. táblázat: A különböző parcellák jövedelmezőségének összehasonlítása

	1. Parcella	2. Parcella	3. Parcella	4. Parcella	5. Parcella
Bevétel	790 400 Ft	782 800 Ft	782 800 Ft	805 600 Ft	805 600 Ft
Készítmények	61 000 Ft	30 500 Ft	40 156 Ft	92 500 Ft	123 500 Ft
Üzemanyag, amortizáció, munkabér	136 000 Ft	136 000 Ft	136 000 Ft	136 000 Ft	136 000 Ft
Növényvédőszer	26 000 Ft	26 000 Ft	26 000 Ft	26 000 Ft	26 000 Ft
Kukorica vetőmag	70 000 Ft	70 000 Ft	70 000 Ft	70 000 Ft	70 000 Ft
zöldtrágya vetőmag	18 000 Ft	18 000 Ft	18 000 Ft	18 000 Ft	18 000 Ft
Betakarítás	35 000 Ft	35 000 Ft	35 000 Ft	35 000 Ft	35 000 Ft
Tisztítás, betárolás, kitárolás	20 000 Ft	20 000 Ft	20 000 Ft	20 000 Ft	20 000 Ft
Haszon	424 400 Ft	447 300 Ft	437 644 Ft	408 100 Ft	377 100 Ft

## 5. Következtetések, javaslatok

A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a kukorica tápanyagellátása egy komplex folyamat, amelyet számos tényező, mint például a talaj szerkezete jelentősen befolyásol. Az öt parcella közül a 4. és az 5. adta a legmagasabb terméshozamot, hektáronként átlagosan 10,6 tonnát. Ugyanakkor a 4. parcella termesztési költsége mintegy 30 000 forinttal alacsonyabb volt hektáronként, mint az 5. parcelláé. Tehát az alkalmazott készítmények mennyiségi különbségei egyáltalán nem eredményeztek eltérést, emiatt végül a kevesebb dózisú parcella térült meg jobban. A legkevesebb kijuttatott nitrogén hatóanyaggal rendelkező 2. és a 3. területi egység terméseredményei is szinte pontosan megegyeztek egymással, pedig utóbbinak nagyjából 10 000 forinttal volt magasabb a hektáronkénti költsége. Ebből az a következtetés vonható le, hogy nem érte meg ennyivel többet költeni a parcellára, legalább is rövid távon. A kultúrnövény 2024-es vegetációs idejét tekintve a csapadékmennyiség már az áprilisi hónapban is elmaradt a kukorica fejlődéséhez kedvező mennyiségtől, de a júliusi és az augusztusi hónap rettentően kevés mennyiséget eredményezett. A vetés és a betakarítás közti időszakban ugyan is összesen 202 milliméter eső esett a területre az optimálisnak mondható 400-450 milliméter helyett, ami azt eredményezte, hogy ez a paraméter lett a limitáló tényezője az állománynak. A zöldtrágyanövényeknek köszönhetően hiába volt a talaj feltöltve ásványi nitrogénnel és tápelemekkel, a növények jelentős részüket nem tudták felvenni a nyári hosszan tartó hőség és csapadékhiány miatt. Ezért történt az, hogy a 2. parcelláról, amely a legkevesebb ráfordítást kapta, közel ugyanannyi kukoricát lehetett betakarítani, mint a többiről. Tehát az eredmények alapján az szűrhető le, hogy az a parcella térült meg a legjobban, amelyik a legkevesebb nitrogént kapta, mivel közel olyan termésmennyiséget produkált, mint a többi parcella. A többi terület egység hektáronkénti költsége sokkal magasabb volt ehhez a parcellához képest, amit a 76 000 Ft/t felvásárlási ár nem tudott kiküszöbölni.

A vizsgálati eredmények rávilágítottak arra, hogy a magasabb tápanyag-ráfordítás nem minden esetben jár együtt nagyobb terméshozamokkal. Az egyre több aszályos periódus, illetve a kiszámíthatatlan időjárás miatt a tápanyag-utánpótlást mérsékelt adagok kijuttatásával célszerű véghez vinni. A fentiekben is tárgyalt 2. parcellára kijuttatott 76 kg/ha-os N-dózissal is tíz tonna feletti terméseredményt lehetett elérni ilyen körülmények között is. Ha a talajban már van elegendő ásványi N, akkor felesleges 80-90 kg-nál többet kijuttatni műtrágyázással, mert ha beköszönt a száraz időszak, akkor a növények nagy részüket úgy sem fogják tudni hasznosítani.

## 6. Összefoglalás

Szakedolgozatom célja az eltérő fajtájú és dóziszú nitrogén-hatóanyagok és különböző talajjavító készítmények alkalmazásának hatása volt a kukorica termésmennyiségére és minőségére. A kultúrnövény kiválasztásánál azért a kukorica mellett döntöttem, mert rendkívül jól, és nagy terméstöbbitel reagál az egyes tápanyagdózisok változására optimális körülmények esetén. Sajnos azonban nagy terméskülönbségeket nem észlelhattunk a parcellák között, mivel bár minden egyéb tényező optimális volt, a legfontosabb – a vízellátás – mennyisége elmaradt a kívánatostól. Ha minden más tényező mellett az időjárás is kedvezett volna a növényeknek, akkor azt sem lehet kizárni, hogy a magasabb N-tartalmú parcellákról 13-14 tonnás termésmennyiségeket takarítottunk volna be hektáronként. Azonban nem csak a megfelelő víz és a nitrogén optimális mennyisége fontos, hanem a kukoricatermesztés szempontjából a további makro, mezo és mikroelemek megléte is elengedhetetlen a növények zavartalan fejlődéséhez és a természintek maximalizálásához.

Az első parcella 10,4, a második és harmadik parcella 10,3, míg a negyedik és ötödik parcella 10,6 tonna/hektáros terméseredményeket hozott, tehát a legtöbbet és a legkevesebbet termő terület között csupán 300 kiló eltérés volt hektáronként. A több nitrogén műtrágya adagolás ugyan némi termésnövekedést eredményezett, viszont ebben az esetben a területegységekre fordított költségek rendkívül megemelkedtek. Az első területről 424 400 forintos, a másodikról 447 300, a harmadikról 437 644, a negyedikről 408 100, az ötödikről pedig 377 100 forintos hasznot könyvelhettünk el. Ez azt jelenti, hogy a legjövedelmezőbb területegységről több, mint 70 000 forintra tettünk szert hektáronként, mint a legkevesebb profitot hozóról.

A különböző szerves trágyák, mint például az istállótrágyák a termésminőség- és mennyiség növelése mellett szerves anyagokat juttatnak a talajba, ami mind a növényekre, mind a talajra kedvezőbben hatnak. A benne található rengetek tápelem a növények számára sokkal könnyebben hozzáférhető, mint a műtrágyázásnál, és még a talajvizeket, illetve a környezetet sem terhelik annyira. A kísérlet előtti 2023-as évi zöldtrágya vetése még ilyen száraz körülmények között is rengeteget hozzáadott a talajszerkezet javításához és az egyes parcellák végső terméseredményeihez. A zöldtrágya-növények által a talajban hagyott tápelemeket és ásványi anyagokat könnyebben fel tudták venni, mint közvetlenül a kukorica vetése előtt és után kijuttatott műtrágyákat. A kukoricaföldek öntözése egy nagyszerű megoldás lenne, csakhogy a talaj- és felszíni vizek a nyári időszakban lecsökkennek, így nincs elegendő ekkora

területek öntözésére. Korlátozó tényező még, hogy a legtöbb kukoricaföld nincs kiépített öntözőrendszerrel ellátva, az új rendszerek kiépítése pedig rengetek pénzt emésztene fel, amit a termény árak nem lennének képesek fedezni.

Ha a csapadék mennyisége és eloszlása nem változik pozitív irányba a jövőben a 2024-es évhez képest, akkor előbb-utóbb hazánkban a kukorica termesztése csak öntözött körülmények mellett lehetne sikeres, viszont a jelenből kiindulva ennyi terület öntözésének a megvalósítására nagyon kevés esély mutatkozik.

## 7. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném kifejezni hálámat mindazoknak, akiktől rengeteg segítséget és támogatást kaptam a szakdolgozatom elkészítésében. Ez a dolgozat nem készülhetett volna el a megannyi segítség és biztatás nélkül, amit kaptam. Szeretném megköszönni elsősorban Dr. Mikó Péter egyetemi docens segítségét, aki építő jellegű tanácsaival hozzájárult ahhoz, hogy a dolgozat a jelenlegi formában elkészülhessen. Mindig büszke leszek arra, hogy az ő tanítványa lehettem. Hálásan köszönök mindent! Rendkívül hálás vagyok Horváth Gézának, aki mindvégig türelmes volt hozzám és akinek megannyi ötletet köszönhetek. Nélküle sem a kísérlet, sem a szakdolgozat nem készülhetett volna el. Külön köszönet illeti Horváth Boglárkát a számos tanácsért, amivel a dolgozat írása alatt ellátott. Köszönöm édesapámnak, Kasza Zsoltnak a támogatását és a talajmunkálatokban való segítségét. Albrecht Péternek a betakarítási munkálatokért. Neubauer Gergőnek a szakdolgozat írásában való útmutatásáért. Végül, de nem utolsó sorban szeretném megköszönni családomnak és barátaimnak a témérdek mennyiségű támogatást és segítséget, amit értem tettek. Édesanyám, Horváth Ildikó lelkesítését, illetve testvérem, Kasza Dorina motiválását. Azt a sok támogatást, elfogadást, amelyek nélkül nem jutottam volna el idáig. Mindent megtettek azért, hogy a dolgozat a lehető legkiválóbban készülhessen el.

Hálásan köszönöm mindenkinek a sok segítséget!

## 8. Szakirodalmi jegyzék

Alley, M. M., Martz, M. E., Davis, P. H., & Hammons, J. L. (2009). Nitrogen and phosphorus fertilization of corn. Virginia Cooperative Extension, Blacksburg, Virginia, USA.

Antal, K. (2000). Transzportfolyamatok élő és élettelen porózus kolloid rendszerekben (Doctoral dissertation, Debreceni Egyetem, Hungary).

Berzsenyi, Z. (2009). A nitrogén műtrágyázás hatásának vizsgálata a kukorica (*Zea mays* L.) hibridek növekedésére Richards-függvénnyel. *Növénytermelés*, 58(2), 5–21.

Berzsenyi, Z., Ragab, A. Y., & Lap, D. Q. (1998). Effect of sowing date on the dynamics of vegetative growth in maize hybrids in 1995 and 1996. *Növénytermelés folyóirat*. 47(2), 165–180.

Bindraban, P. S., Dimkpa, C. O., & Pandey, R. (2020). Exploring phosphorus fertilizers and fertilization strategies for improved human and environmental health. *Biology and Fertility of Soils*, 56(3), 299–317.

Buzás, I. (1983). A növénytáplálás zsebkönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 78, 109–111.

Briat, J. F., Curie, C., & Gaymard, F. (2007). Iron utilization and metabolism in plants. *Current opinion in plant biology*, 10(3), 276–282.

Chen, C., Xiang, Y., Jiao, X., & Gong, H. (2024). Enhancing maize phosphorus uptake with optimal blends of high and low-concentration phosphorus fertilizers. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1451073.

Ciampitti, I. A., & Vyn, T. J. (2013). Grain nitrogen source changes over time in maize: A review. *Crop Science*, 53(2), 366–377.

Csaba, G. (2014). A talaj- és környezetminőség javítása és fenntartása növénytermesztési módszerekkel (Doctoral dissertation). Magyar Tudományos Akadémia (MTA), Gödöllő, Szent István Egyetem (SZIE)

Csathó, P., Kovács, A., Vágó, I., & Németh, T. (2024). Effect of potassium supply and plant density on maize (*Zea mays* L.) in terms of leaf Ca content. *Agrochemical Research*, 70(2), 145–156.

- Csaláné, K. I. (1992). A hektáronkénti tőszámjavaslatunkat a hibridek specifikus tőszámreakciója alapján adjuk meg. *Kutatás és Marketing*, 6(3), 3.
- Dhillon, B. S., Sharma, R. K., Malhotra, V. V., & Khehra, A. S. (1988). Evaluation of maize germplasm for tolerance to low temperature stress under field and laboratory conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 160(2), 89–93.
- Dong, L., Han, X., Zheng, J., Liu, X., Liu, Z., Luo, Y., ... & Wang, L. (2022). Long-term no-tillage enhanced maize yield and potassium use efficiency under spring drought year. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 82(4), 564–574.
- Dong, S., Zhang, B., Wang, Z., Zhou, X., & Gao, Q. (2024). Responses of soil bacterial communities and maize yields to sulfur application across four soil types. *Frontiers in Microbiology*, 15, 1329938. Lausanne, Svájc.
- Dölger, J. L., Henningsen, J. N., & Mühling, K. H. (2024). Antagonistic K/Mg ratios: Is foliar application of MgSO<sub>4</sub> a superior alternative to root resupply? *Plant and Soil*, 505(1), 747–761.
- Dölger, J. L., Sagervanshi, A., Pitann, B., & Mühling, K. H. (2025). The magnesium-specific uptake and translocation transporters ZmMGT10 and MGR6 are upregulated not only by magnesium deficiency but also by high potassium concentrations in maize. *Plant Physiology and Biochemistry*, 109977.
- Duvick, D. N. (1997). What is yield. In *Developing drought and low N-tolerant maize* (pp. 332–335). Proceedings of a Symposium, March 25-29, 1996. CIMMYT (International Maize and Wheat Improvement Center), El Batán, Mexico.
- Farhat, N., Elkhouni, A., Zorrig, W., Smaoui, A., Abdelly, C., & Rabhi, M. (2016). Effects of magnesium deficiency on photosynthesis and carbohydrate partitioning. *Acta Physiologiae Plantarum*, 38(6), 145.
- Goldbach, H. E., Huang, L., & Wimmer, M. A. (2007, June). Boron functions in plants and animals: recent advances in boron research and open questions. In *Advances in plant and animal boron nutrition: Proceedings of the 3rd International Symposium on all Aspects of Plant and Animal Boron Nutrition* (pp. 3-25). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Győrffy, B. (1976). A kukorica termésére ható növénytermesztési tényezők értékelése. *Agrártudományi Közlemények*, 35(1–3), 239–266.
- Győri, D. (1984). A talaj termékenysége. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

Huber, D. M., & Army, D. C. (1985). Interactions of potassium with plant disease. In Potassium in Agriculture, Madison, Wisconsin, USA: American Society of Agronomy (via the symposium proceedings) – St. Paul, Minn. (pp. 467–488).

I'só, I. (Ed.). (1958). Kukoricatermesztési kísérletek, 1953–1957. Akadémiai Kiadó, Budapest

Jia, X., Li, F., Miao, Z., Li, X., Sun, L., Wei, Y., ... & Wang, Q. (2024). Cultivar mixtures of maize enhance grain yield and nitrogen use efficiency by promoting canopy photosynthetically active radiation and root growth. KeAi Communications Co., Ltd. Journal of Integrative Agriculture, 2352-3425

Johnston, A. E., Lane, P. W., Mattingly, G. E. G., Poulton, P. R., & Hewitt, M. V. (1986). Effects of soil and fertilizer P on yields of potatoes, sugar beet, barley and winter wheat on a sandy clay loam soil at Saxmundham, Suffolk. The Journal of Agricultural Science, 106(1), 155–167.

KáDár, I. M. R. E., & Akadémia, M. T. (2008). A levéltrágyázás jelentősége és szerepe a növénytáplálásban. Acta Agronomica Óváriensis, 50(1), 19.

Könczöl, P. (2018). Az állománysűrűség hatása a kukoricahibridek terméseredményeire, illetve a terméskomponensekre (Doctoral dissertation, Debreceni Egyetem, Hungary).

Központi Statisztikai Hivatal online adatbázis: [Központi Statisztikai Hivatal](#)

Krämer, U., & Clemens, S. (2005). Functions and homeostasis of zinc, copper, and nickel in plants. In Molecular Biology of Metal Homeostasis and Detoxification: From Microbes to Man (pp. 215–271). Springer Berlin Heidelberg.

Liu, J., Fan, Y. F., Sun, J. Y., Gao, J. L., Wang, Z. G., & Yu, X. F. (2023). Effects of straw return with potassium fertilizer on the stem lodging resistance, grain quality and yield of spring maize (*Zea mays* L.). Scientific Reports, 13(1), 20307.

Loch, J., & Nosticzius, Á. (1983). Alkalmazott kémia. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

Magyar, L. J. (2024). Zöldtrágyázási kísérlet zöldtrágya keverékkel Érd térségében (Doctoral dissertation, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem).

Mikó, P. (2009). A zöldtrágyázás talajállapotra és utóveteményre gyakorolt hatásainak vizsgálata (Doctoral dissertation, Gödöllő).

- Nagy, J. (2021). *Kukorica: a nemzet aranya: élelmiszer, takarmány, bioenergia*. Szaktudás Kiadó. Budapest
- Neild, R. E., & Seeley, M. W. (1977). Growing degree days predictions for corn and sorghum development and some applications to crop production in Nebraska. Nebraska Agricultural Experiment Station (University of Nebraska-Lincoln) Research Bulletin No. 280
- Ortas, I., & Islam, K. R. (2018). Phosphorus fertilization impacts on corn yield and soil fertility. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 49(14), 1684–1694.
- Pál, V., & Zsombik, L. (2023). Effect of common vetch (*Vicia sativa* L.) green manure on the yield of corn in crop rotation system. *Agronomy*, 14(1), 19.
- Papini, R., Valboa, G., Favilli, F., & L'abate, G. (2011). Influence of land use on organic carbon pool and chemical properties of Vertic Cambisols in central and southern Italy. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 140(1–2), 68–79.
- Pepó, P., & Murányi, E. (2015). Tenyészterület vizsgálatok eltérő genotípusú kukorica (*Zea mays* L.) hibrideknél. *Növénytermelés*, 64. évfolyam (3). szám, 2015. (oldalszám: 59–75)
- Pepó, P., & Sárvári, M. (2013). Agrotechnikai változások. *Magyar Mezőgazdaság*, 68(14), 24–26.
- Péret, B., Desnos, T., Jost, R., Kanno, S., Berkowitz, O., & Nussaume, L. (2014). Root architecture responses: In search of phosphate. *Plant Physiology*, 166(4), 1713–1723.
- Pintér, J. (2019). Hogy teremjen többet?! – Szót kapnak a technológusok. *Agro Napló*, 01, 39–41.
- Roszík, P. (2003). Az ökológiai gazdálkodás helyzete, a fejlődés kilátásai és kihívásai a növényvédelem területén. *Növényvédelmi Tanácsok*, 12(11), 8–10.
- Sager, M. (2007). Trace and nutrient elements in manure, dung and compost samples in Austria. *Soil Biology and Biochemistry*, 39(6), 1383–1390.
- Suranyi, J., & Mandy, G. Y. (1955). *A kukorica*. Magyarország kultúrflórája. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Széles, A., Harsányi, E., Kith, K., & Nagy, J. (2018). The effect of fertilisation and weather extremities caused by climate change on maize (*Zea mays* L.) yield in Hungary. *Journal of Agriculture Food and Development*, 4(1), 1–9.

- Tavčar, R., & Lieber, R. (1939). Mais. *Zea mays*. In *Handbuch der Pflanzenzüchtung II*. Parey, Berlin, 75–129.
- Tejada, M., Gonzalez, J. L., García-Martínez, A. M., & Parrado, J. (2008). Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. *Bioresource Technology*, 99(6), 1758–1767.
- ten Huf, M., Reinsch, T., Zutz, M., Essich, C., Ruser, R., Buchen-Tschiskale, C., ... & Olf, H. W. (2023). Effects of liquid manure application techniques on ammonia emission and winter wheat yield. *Agronomy*, 13(2), 472.
- Teshome, T., Worku, M., Bekele, A., et al. (2024). Agronomic and physiological efficiency of maize (*Zea mays* L.) hybrids as influenced by nitrogen fertilization in semi-arid areas of Ethiopia. *Agriculture, Forestry and Fisheries, Science Publishing Group (SciencePG)*, 13(6), 308–319.
- Tomazela, A. L., Favarin, J. L., Fancelli, A. L., Martin, T. N., NETO, D. D., & DOS REIS, A. R. (2006). Doses de nitrogênio e fontes de Cu e Mn suplementar sobre a severidade da ferrugem e atributos morfológicos do milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 5(02).
- Tóth, Z., & Kismányoky, T. (2001). A trágyázás hatása a talaj szervesanyag-tartalmára és agronómiai szerkezetére vetésgörögökben és kukorica monokultúrában. *Agrokémia és Talajtan*, 50(3–4), 207–225.
- Wang, H., Dong, Y., Yang, Y., Toor, G. S., & Zhang, X. (2013). Changes in heavy metal contents in animal feeds and manures in an intensive animal production region of China. *Journal of Environmental Sciences*, 25(12), 2435–2442.
- Weber, E. J. (1985). Role of potassium in oil metabolism. In *Potassium in Agriculture* (pp. 425–442).
- White, P. J., & Broadley, M. R. (2003). Calcium in plants. *Annals of Botany*, 92(4), 487–511.
- White, P. J., & Broadley, M. R. (2009). Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets – iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine. *New Phytologist*, 182(1), 49–84.
- Yu, B., Zhou, C., Wang, Z., Bucher, M., Schaaf, G., Sawers, R. J. H., ... & Yu, P. (2024). Maize zinc uptake is influenced by arbuscular mycorrhizal symbiosis under various soil phosphorus availabilities. *New Phytologist*, 243(5), 1936–1950.

Zhang, L., Yan, M., Li, H., Ren, Y., Siddique, K. H., Chen, Y., & Zhang, S. (2020). Effects of zinc fertilizer on maize yield and water-use efficiency under different soil water conditions. *Field Crops Research*, 248, 107718.

Zs, P. (2017). A sokoldalú kalcium: érdemes-e kukoricának adni. *Agrofórum Extra*, 72, 50–51.

## 9. Ábrák és táblázatok jegyzéke

1. táblázat: A kísérleti terület talajvizsgálati eredményei – 24. oldal
  2. táblázat: A kísérleti parcellákra kijuttatott készítmények és mennyiségeik – 27. oldal
  3. táblázat: A parcellák összes nitrogéntartalmának alakulása – 27. oldal
  4. táblázat: A különböző parcellák jövedelmezőségének összehasonlítása – 41. oldal
- 
1. ábra: Az állomány 9-10 leveles állapotban – 26. oldal
  2. ábra: A kukoricacsövek állapota a termésbecslés idején – 34. oldal
  3. ábra: A kísérleti területre hulló csapadék mennyisége a vetés hónapjától a betakarítás hónapjáig – 36. oldal
  4. ábra: A növények magasságának mérési eredményei parcellánként – 37. oldal
  5. ábra: A növények magasságának mérése – 38. oldal
  6. ábra: A becsült terméseredmények parcellánként – 39. oldal
  7. ábra: A kísérleti parcellák terméseredményei – 39. oldal
  8. ábra: A kísérleti parcellák termésmennyiségének mérése – 40. oldal
  9. ábra: A különböző kezelések hektáronkénti költségösszehasonlítása az egyes parcellákon – 40. oldal

## 10. Nyilatkozatok

### MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

#### III. Hallgatói Követelményrendszer

##### III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

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

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

#### NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>1</sup> nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: Kasza Kornél Zsolt  
A Hallgató Neptun kódja: ZR7PRS  
A dolgozat címe: Különböző tápanyagszintek hatása a kukorica termésmennyiségére -és minőségére  
A megjelenés éve: 2025  
A konzulens intézetének neve: Növénytermesztési-tudományok Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Agronómia Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>1</sup> egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

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

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

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

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

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

Kelt: 2025. október 31.

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

<sup>2</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

*Kasza Kornél Zsolt*  
Hallgató aláírása

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

**1. Általános adatok**

Hallgató neve:	Kasa Kornél Zolt
Neptun-kódja:	ZR7PR5
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
A munka címe:	Különböző tápanyagszintek hatása a kukorica termésmennyiségére -és minőségére

\* 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 korrekcióra, ötletelés stb.)**

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

A felhasználás célja	Alkalmazott eszköz neve és verziója	MI-eszköz neve,	Érintett rész (ha nem a szöveg vonatkozik)	A egészére
Excel, Word használati segítség	ChatGPT5		Táblázatok, diagrammok, szövegszerkesztés	

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

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

A felhasználás célja	Alkalmazott eszköz neve, verziója, elérhetősége	MI-neve, ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma

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

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

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


Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

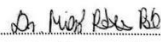
.....  
 .....  
 .....

**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: 2025. október 31.

  
 .....  
 Hallgató aláírása

  
 .....  
 Konzulens/Témavezető aláírása

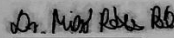
## NYILATKOZAT

Kasza Kornél Zsolt (hallgató Neptun azonosítója: ZR7PR5) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom<sup>1</sup>.

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

Kelt: 2025. október 31.



belső konzulens

<sup>1</sup> A megfelelő aláhúzendő.  
<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendő.

### MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

#### III. Hallgatói Követelményrendszer

##### III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

###### 6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat /

###### diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

###### 7. sz. melléklete: Műszaki Intézet külső konzulensi nyilatkozat

## KÜLSŐ KONZULENSI NYILATKOZAT

Kasza Kornél Zsolt (hallgató Neptun azonosítója: ZR7PR5)

külső konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon rendszeresen megjelent.

Kelt: 2025. október 31.

  
külső konzulens