

# **SZAKDOLGOZAT**

**Fejes Ádám**

**2023**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**  
**Szent István Campus**  
**Növénytermesztési-tudományok Intézet**  
**Mezőgazdasági mérnöki alapképzési szak**

**Nitrogén kijuttatás időzítése őszi búzánál**

**Belső konzulens:** Dr. Mikó Péter Pál  
egyetemi docens

**Belső konzulens  
intézete/tanszéke:** Növénytermesztési-  
tudományok Intézet

**Készítette:** Fejes Ádám

**Gödöllő**  
**2023**

## Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	2
2. Szakirodalmi áttekintés .....	4
2.1. Őszi búza felvételi potenciálja, tápanyagok rá gyakorolt hatása.....	4
2.2. Kén hatása a nitrogén felvételre .....	5
2.3. Nitrogénellátás.....	6
2.4. Tápanyagok kijuttatásának időzítése őszi búzánál .....	7
2.5. A nitrogén körforgása.....	7
2.6. Nitrogén műtrágyák.....	9
2.7. Műtrágyázási stratégia.....	9
2.8. Nitrogén veszteség (Kimosódás és Volatilizáció).....	10
2.9. Inhibitorok .....	11
2.10. Klímaváltozás .....	14
2.11. Green deal (Európai zöld megállapodás) .....	15
2.12. Precíziós gazdálkodás.....	15
3. Anyag és módszer .....	17
3.1. Időjárási adatok .....	17
3.2. A vizsgálatba bevont őszi búza fajta leírása.....	18
3.3. Vizsgált kísérleti táblák fenológiai változásai.....	19
3.4. A 2021/2022-es kísérlet.....	22
3.4.1. Az 1. kezelési stratégia .....	22
3.4.2. A 2. kezelési stratégia .....	22
3.4.3. A 3. kezelési stratégia .....	23
3.5. 2022/2023-as kísérlet .....	23
3.5.1. Az 1. kezelési stratégia .....	24
3.5.2. A 2. kezelési stratégia .....	24
3.5.3. A 3. kezelési stratégia .....	25
3.6. Nitrogén hatóanyag kijuttatások időzítése .....	25
4. Eredmények és értékelésük .....	27
4.1. A 2021/2022-es kísérlet eredményei.....	27
4.2. A 2022/2023-as kísérlet eredményei.....	27
5. Következtetések és javaslatok .....	31
5.1. A 2021/2022-es kísérlet következtetései.....	31
5.2. 2022/2023-as kísérlet következtetései.....	31
6. Összefoglalás.....	32
7. Köszönetnyilvánítás .....	34
8. Irodalomjegyzék.....	35
9. Ábrák és táblázatok jegyzéke .....	39
9.1. Ábrajegyzék.....	39
9.2. Táblázatok jegyzéke .....	40
10. Nyilatkozatok .....	41
10.1. Hallgatói nyilatkozat .....	41
10.2. Konzulensi nyilatkozat.....	42

# 1. BEVEZETÉS

A termés betakarítása után folyamatosan pótolni kell a talajból kivont tápanyagokat. Kettős célja van a trágyázásnak: visszaszolgáltatja a növényi tápanyagokat és javítja a talaj struktúrát, valamint humusztartalmát. A műtrágyák képesek pótolni a növényi tápanyagokat, de humuszképzésre, továbbá a talaj szerkezetének helyreállítására, illetve javítására önmagukban nem alkalmasak. Az olyan anyagokat, amelyek ezeknek a céloknak az eléréséhez megfelelők, szerves trágyának nevezzük (istállótrágya, komposzt, zöldtrágya). „Azt kapsz, amit adsz!” Ha a földnek és a növénynek minél többet adunk, annál több, továbbá talán minőség tekintetében jobb terméssel köszöni azt meg (Http7).

A növények a nitrogént  $\text{NH}_4^+$  és  $\text{NO}_3^-$  ion formában veszik fel (Hoffmann, 2011). A nitrogénnek feltűnően nagy termés- és hajtásnövelő hatása van (Gaile et al., 2018), a hiánya pedig óriási terméscsökkenéssel és minőségromlással jár, mivel lelassul a protoplazma és a sejtmagfehérje képzése, ezekkel együtt a növény növekedése. Viszont a nitrogén felesleg is nagy kárt tud okozni az anyagcserefolyamatokban, ha felhalmozódik a növényben, mivel a fotoszintézisben keletkező szénhidrátvegyületek nagyobb mértékben használnak fehérjeképzésre, így más vegyületek szintézisére kisebb mértékben állnak majd rendelkezésre. A túlzott fehérjeszintézis hatására a sejtek megnyúlnak, így a betegségekre fokozottan érzékenyebb, illetve szár megdőlésre hajlamosabb lesz a növény. A kiszáritott növényekben a nitrogén általában 15%-ban fordul elő. A nitrogén a növénynek több szerves vegyületeiben is előfordul, például az örökletes tulajdonságokat hordozó vegyületekben (kromozómák, riboszómák, gének, enzimek), amino- és nukleinsavakban, egyszerű és összetett fehérjékben, nukleotidok, klorofilok és alkaloidokban is (Botz, 1996).

A növények, szemben az állatokkal, képesek előállítani az összes számukra fontos aminosavat, amelyek képződhetnek a levelekben, a száruk csúcsi részeiben, illetve a gyökerekben. Az aminosavak a legintenzívebben a fiatal növekvő szervezetekben képződnek. A fehérjeszintézis egyik feltétele, hogy a nitrogénforrás biztosított legyen. Ha a növények fiatal korukban szenvednek nitrogénhiányban, abban az esetben fejlődési zavarok lépnek fel a szervezet felépítésében és a szervképződésben. Viszont, ha a hiány később lép fel, inkább összetételben és tartalék fehérjék képződésében mutat visszamaradottságot a növény. A nitrogén könnyen mozog a növénysejtek között, amikor a növény nitrogénhiánnyal szembesül, hajlamos arra, hogy a rendelkezésre álló nitrogént a fiatalabb hajtásokhoz vagy új szövetekhez szállítja a régebbi, kevésbé fontos szervekből. Ez a növényi erőforrások hatékonyabb kihasználását eredményezi. A növények hatásos fejlődéséhez azonban nem elég a jó

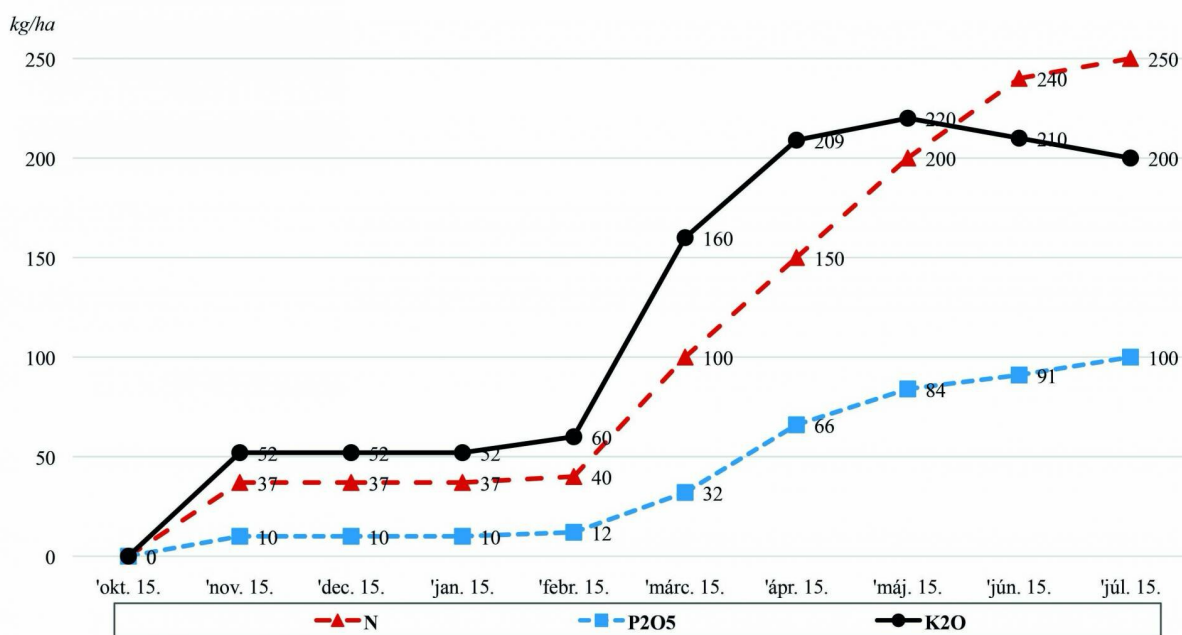
nitrogénellátottság, a nitrogéntrágya terméshozzájárulása is csak akkor eredményesebb, ha minél kedvezőbb a növények többi tápelemmel való ellátottsága. A Liebig féle minimumtörvény kimondja, hogy a tápanyagfelvétel mindig a legkevésbé rendelkezésre álló tápanyag mennyiségéhez igazodik (Allaby, 2010). A nitrogénfelvétel a növények gyökerei által a talajból ammónium-ion, illetve nitrát-ion formában történik (Füleky, 1999).

Dolgozatom célja különböző nitrogén kijuttatások időzítésének és formátumának összehasonlítása a legmagasabb terméseredmény elérése érdekében őszi búzáknál úgy, hogy a különböző módszerek alkalmazásánál ugyanannyi nitrogént juttatunk ki. Az emelkedő műtrágya árak mellett ki szeretném deríteni, hogyan tudjuk a nitrogént kijuttatni gazdaságilag legoptimálisabb módon. A kísérleteknél azt szeretném megtudni, hogy a többszöri kijuttatás (a legjobb időpontokban) és a megfelelő nitrogén formátumok ténylegesen mennyire segítik a nitrogén hasznosulását.

## 2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2.1. Őszi búza felvételi potenciálja, tápanyagok rá gyakorolt hatása

Az őszi búza az egyik legnagyobb termesztési kultúrával, illetve termőterülettel rendelkező növényeink közé tartozik (Htt2). Egyedi dinamikát mutat az őszi búza tápanyagfelvétele bizonyos makroelemek esetében (1. ábra).



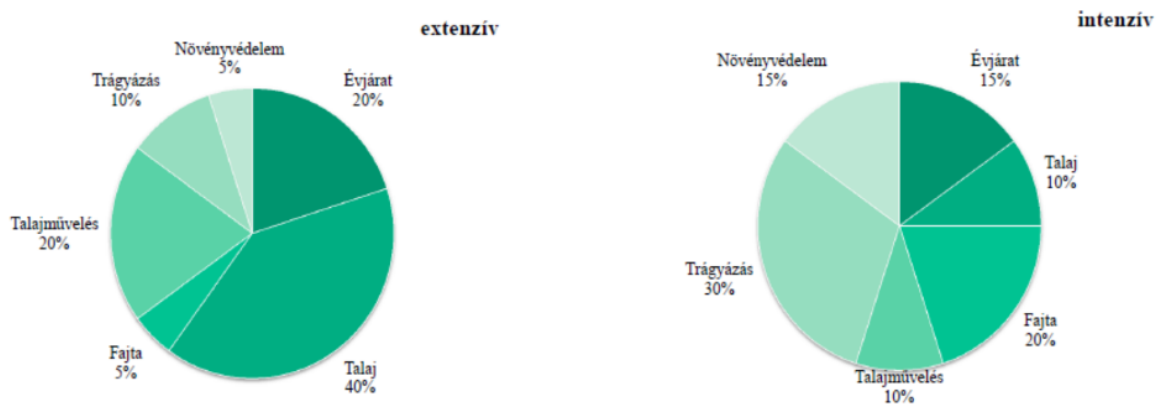
1. ábra: Őszi búza tápanyag felvételi diagramja

Forrás: Pepó, 2019

Az 1. ábrán látható módon ősszel rendkívül mérsékelt a nitrogén felvétele, viszont ezután megnövekszik egészen kora tavaszig, a szentelítődés időszakáig (március-június). A foszfor felvétele ősszel is rendkívül fontos a gyökérképződéshez, illetve az átteleléshez, ezután tavasszal kiegyenlített ütemben egészen az érésig ez folytatódik. Fontos a kálium ősszel a szénhidrátok képződéséhez, melyek elengedhetetlenek a biztonságos átteleléshez. Tavasszal a nagy mennyiségű vegetatív tömeg létrehozásához az őszi búza márciustól-májusig jelentős mennyiségű káliumot vesz fel, ezután a tenyészidőszak legvégén kálium leadása következik be a növényállományban. Az optimális tápanyagellátás azért is nagy jelentőséggel bír az őszi búza termesztésében, mivel ezzel tudjuk az állományok termését determináló terméskomponensek kialakulását a leghatékonyabban befolyásolni. A trágyázással tudjuk elérni a növényi állományok megfelelő bokrosodását (kalász/m<sup>2</sup>), a kalászképződését, valamint fejlődését és megtermékenyülését (szemszám/kalász), illetve az érés során a szentelítődési folyamatokat (ezerszemtömeg). Ezen terméskomponensek optimális intervallumának értékei biztosíthatják nekünk a nagy terméseredményeket az őszi búzánál. A tápanyagellátás esetén figyelembe

szükséges venni azt, hogy a műtrágyákkal kijuttatott tápanyagoknak át kell alakulniuk a talajban ahhoz, hogy a növények számára felvehetővé váljanak (Http18). Ez rendkívül fontos tél végén, illetve tavasszal, amikor a növény szervezetében hamar megtörténik a kalászkedzdemények, ezután a kalászok kialakulása (Pepó, 2019).

Az őszi búza intenzív termesztése esetén az ember által okozott tényezők nagyobb mértékben befolyásolják a terméshozamot, mint a környezeti tényezők, ami a 2. ábrán is látható, ahol az extenzív, illetve az intenzív termesztés van összehasonlítva.



2. ábra: Őszi búza termesztési tényezők szerepe  
 Forrás: Szabó, 2016

## 2.2. Kén hatása a nitrogén felvételre

A talajokban a kén (S) hiánya világszerte egyre gyakoribbá válik az agronómiai gyakorlatok, a nagy biomassza exportálása és a csökkentett S-kibocsátások miatt. A világon elfogyasztott összes S 55%-át műtrágyagyártásra használják fel. Braziliában ez az arány meghaladja a 65 %-ot. A legtöbb S-t kénsav formájában használják a kőzetfoszfát feloldására és ammónium-szulfát előállítására (Lucheta et Lambais, 2012).

Azt, hogy a földekben a kén mennyisége fokozatosan csökken, nagyban befolyásolja az, hogy a növények által egyedülként hasznosítható kénforma, a szulfát-ion (eső mennyiségétől és a földek szerkezetének függvényében) átszivárog az alsóbb szintekre. Amikor a kén is jelen van a kiszórt nitrogén műtrágya mellett, sokkal hatásosabb lesz a végeredmény, emiatt mindkettő elemet érdemes egyazon termékben használnunk. Abban az esetben, ha S-hiány merül fel, a NO<sub>3</sub>- szint megemelkedik a növényekben, emiatt a N-metabolizmus meg lesz gátolva. Hiánya a növényben első sorban az újabb leveleken fog megnyilvánulni, mivel a kén nem annyira mozgékony elem, mint a nitrogén (melynek hiánya az öregebb leveleken tűnik

fel). Ezáltal, hogy ezekkel tisztában vagyunk, illetve azzal is, hogy az őszi búzának a növekedése során a nitrogén és a kén igényének egymáshoz viszonyított aránya 8,5N : 1S (repce esetében 4N : 1S), kijelenthetjük, hogy ezeknek az elemeknek nemcsak a közös jelenléte, hanem az arányai is nagyon fontosak. Abban az esetben, ha a nitrogén hatóanyagot egyoldalúan juttatjuk ki, akkor tovább növeljük a két elem arányait, amivel csak tovább rontunk a meglévő kénhiányon. Azt vizsgálva, hogy milyen hatást gyakorol a minőségi paraméterekre, az lehet mondani, hogy a repce esetében az olajképzésben, a búza esetében pedig a fehérjeképzésben fontos. A sütőiparban jelentős szerepet játszik például a cisztein, amely fontos kén tartalmú aminosav (Http6).

### 2.3. Nitrogénellátás

A nitrogén évenkénti használata szükséges mind alaptrágyaként, mind a kiegészítő műtrágyázás különféle eljárásai szerint (Howell, 2013). Az ammónium-szulfátot, valamint a karbamidot célszerűbb alaptrágyaként a talajba dolgozni. Az ammónium-nitrátot alap- és kiegészítő trágyaként, a kalcium-nitrátot csupán kiegészítő trágyaként felhasználni. Különbképp nagy dózisu N-műtrágyázás esetén - ámbár kolloidokban szegényebb és egyben éghajlatilag csapadékosabb viszonyok közt kisebb adagot is -, mind az őszi, mind a tavaszi vetésű növényeknél célravezetőbb megosztva adagolni. A vályogtalajnál lazább talajon 10 kg/ha-nál kisebb, a kolloidokban gazdagabb talajokon több nitrogén juttatható ki egyszerre. Az őszi vetésű, sűrűbb állományú vetések alá ősszel is kiadható körülbelül 30 kg/ha adag. A tavaszi N-fejtrágyázás, illetve egyéb kiegészítő trágyázás idejének és adagjának - minél precízebb meghatározását elősegíti a talaj felvehető N-tartalmának ismerete, továbbá a levelek N-koncentrációjának ismerete is. A búzának a fajlagos és átlagos nitrogénszükséglete egy tonna szemtermés, illetve a hozzá tartozó szár és gyökértömegére vetítve 25-29 kg/t. (MÉM NAK, 1979) A potenciális termésének nitrogén optimuma 160-180 kg/ha. A nagyobb szervesanyag-tömeget visszahagyó és jellemzően később aratott elővetemények (pl.: kukorica, cukorrépa stb.) átlagos nitrogén igényét nagyjából 40-50 kg/ha-ral növelik. Az ilyen csoportba tartozó előveteményeket követően elméletileg a felhasználható dózis: 170-190 kg/ha N. A nyár derekán betakarítandó, kisebb szervesanyag-tömeget visszahagyó elővetemények után (pl.: napraforgó stb.) csak a búza átlagos nitrogén igényét 120-140 kg/ha nitrogént szükséges kijuttatni. Viszont a búzát, ha önmaga után termesztik nagyobb nitrogén adag kijuttatását igényelné. A relatíve korábban learatott hüvelyesek (pl.: burgonya, mák, len stb.) a búza átlagos N-igényét 40-50 kg/ha nitrogénnel csökkentik. Ezen csoportba tartozó elővetemények után felhasználható N dózis: 75-95 kg/ha. Az előbb felsorolt kategóriákban a nitrogén adagot tudja növelni, ha egy



adott termőhely gyenge kultúrállapotban van, ha pedig jó (vegyszerreziisztens gyomok nincsenek, jó minőségű talajművelés, jó talajerő-állapot stb.), ebben az esetben csökkenteni célszerű a N-adagot. Az öntözés a legtöbb termesztett növényeknél növeli a N-igényt, viszont a búza és más kalászosok esetében az öntözés a nitrogén felhasználásra csökkentőleg hat. Segíti a tápanyagok hasznosulását, illetve a jobb feltáródását. Viszont rettentő kevés búzafajta hálálja meg az öntözést, viszont az olyan fajtáknál, amelyek igen, a N adagját kb. 40 kg-mal csökkenteni szükséges (Bocz, 1996).

#### **2.4. Tápanyagok kijuttatásának időzítése őszi búzánál**

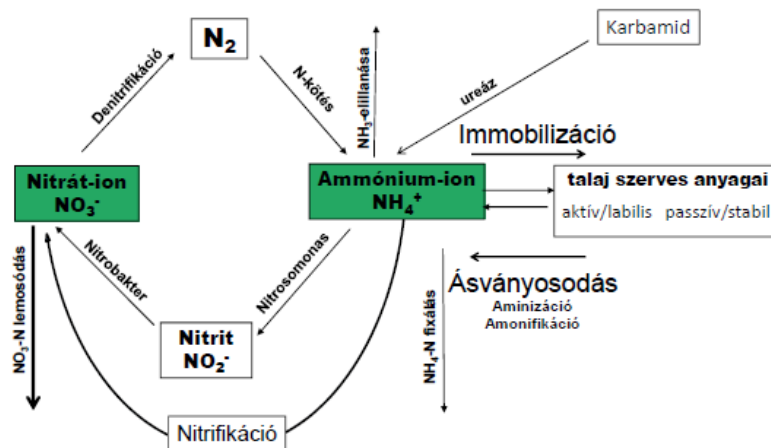
A különböző tápelemek kijuttatásának megfelelő időzítése rendkívül fontos az időjárási viszonyok figyelembevétele mellett, a legmagasabb terméshozam eléréséhez. Ehhez figyelembe kell vennünk a növény növekedési szakaszait. A fejlődési szakaszokban igényli a növény a leginkább a káliumot, a nitrogént, a foszfort, a kén, a kalciumot és a magnéziumot. A szárbaindulás előtt fejlődik ki 8, 9 levél és kialakul 3 vagy 4 tőhajtás is. A legnagyobb fiatal kori fejlődési fázis elérését a minél hamarabbi tápelemekkel való ellátás szavatolja. A vetés utáni hónapban a megfelelő fejlődésű növényi állományt a kén, a kálium a foszfor és a nitrogén biztosítja, melyeket helyezhetünk a magágyba vagy kiadhatjuk a vetéssel egyidőben is. A vetést követő 6 vagy 7 hónap elteltével fokozottan elkezd növekedni a növény tápanyag felvétele, melyhez alkalmazkodni kell. A hirtelen fenológiai változáshoz szükség van nagyobb mennyiségű magnézium, réz, cink és mangán felhasználására. Lombtrágyázással orvosolni tudjuk az ideiglenesen jelentkező különböző tápanyag hiányokat. A kalászhányás időszakában a gabona rendkívül produktív, ilyenkor fejlődnek ki a kalászban a szemek. A fotoszintézis szolgáltató állandó tápanyagot annak érdekében, hogy a szemek megfelelően tudjanak növekedni, viszont ehhez betegségtől mentes zöld színű lombozat szükséges. Folyamatosan biztosítani kell a levélnek a nitrogén ellátását a virágzás kezdetéig, odafigyelve a tápanyagok, például bór, magnézium és foszfor optimális felhasználására (Http15).

#### **2.5. A nitrogén körforgása**

A talajban lévő nitrogén folyamatos körforgásban van, amelyet a 3. ábra vizuálisan szemléltet. Az élőlények által beépített nitrogén primer eredete a légkörben található nitrogén molekula, amely nagy része csapadékkal jut a talajba (Http3) de a felhasználhatósága, amely metabolizmussal valósul meg csupán mikrobák segítségével lehet véghez vinni. A földön belül élő mikrobák lehetnek aerob, ezen kívül anaerob élőlények is, amelyeknek hatalmukban áll az  $N_2$ -t ammóniumsókká, továbbá nitritekké változtatni. Azok között, amelyek szorosan

együttműködnek egymással, a pillangósvirágúak családjába tartozók gyökérgümőiben a Rhizobium nevű baktériumok segítségével  $\text{NH}_3$ -vá alakított nitrogén mértéke a legnagyobb, megközelíti akár hektáronként a 200 és 250 kilogramm/évet is. Az együttműködés nem pusztán az együttműködő egyedek részére jár előnyökkel, de esszenciális fontossága van a bioszférának a N körforgásában egyaránt. Azt állította Dashora (2011), hogy a pillangós virágúak által beépített  $\text{N}_2$  tömege éves szinten a 35 vagy akár 40 M tonnát is megközelíti (Veres et al., 2008).

A növények a talajból  $\text{NH}_4^+$  (ammónium), továbbá leginkább  $\text{NO}_3^-$  (nitrát) ionokat vesznek fel saját testük felépítésére (Crawford et Glass, 1998). Javarészt a növény számára azonban a talajoldatban oldott  $\text{NO}_3^-$  a fő szervesetlen nitrogénforrás, melyet a nitrátredukcióval  $\text{NH}_4^+$ -vá redukálnak, amit ezt követően szerves vegyületekbe építenek be. A nitrátfelvétel a gyökérszinten következik be. Két nitrátranzporter-rendszer létezik, továbbá funkcionál együtt a növényekben, koordinálva a talajoldatból való nitrát felvételt, valamint elosztását az egész növényben (Tsay et al., 2007). A felvett nitrát asszimilációja a gyökéren belül is zajlik, de nagyobb mennyiségben transzportálódik tovább a hajtások irányába. A húszféle aminosav szénváza a fotoszintézis, továbbá a légzés valamennyi köztes termékéből képződik, ez a tény önmaga is igazolja azt, hogy a szén- és nitrogénanyagcsere szoros kapcsolatban van, egymásra vannak utalva. Az állatok szervezetében a növények által szintetizált, valamint táplálékként elfogyasztott fehérjék előbb különböző fehérjékké alakulnak át, később az életfolyamatok során elhasználódnak, elbomlanak, ezen kívül egyszerűbb nitrogéntartalmú vegyületek (húgysav, karbamid stb.) formájában kijutnak a szervezetből. Az állati ürülék, illetve az elhaló növényzet a talajba jutva idővel elrothad, és a bennük lévő nitrogéntartalmú vegyületekből az ammonifikáció során ammóniumsók jönnek létre. Ez utóbbiakat a növények újra hasznosítani tudják, ez által a körforgás újrakezdődik. A ciklus hátrányaként jelenik meg az ammonifikáció során képződő  $\text{NH}_3$  volatilizációja, ami becslések szerint jelentős nitrogén veszteséget jelent. A savas, nem megfelelően szellőző talajokban történő denitrifikációs folyamatok szintén jelentős veszteséget eredményezhetnek. A veszteséghez hozzá ad a nitrát talajból való könnyű kimosódása is. (Veres, 2018).



3. ábra: Nitrogén körforgása  
 Forrás: Szabó, 2016

## 2.6. Nitrogén műtrágyák

A földnek a táplálékszolgáltató ereje folyamatosan csökken termelési ciklusonként, mivel a termést betakarítjuk a területről, a különböző makro- és mikroelemekkel együtt. A nitrogén rendkívül mobilis (kimosódik és elillan), ezért minden egyes évben gondoskodni kell a pótlásáról (Scott et Daryl, 2022). A nitrogén tartalmú műtrágyáknak széles körű választéka létezik halmazállapot, hatóanyag, valamint felhasználás szerint is. A leginkább ismert N műtrágyák a karbamid (46%), ammónium-nitrát (34%), a kalcium ammónium-nitrát (27%), az ammónium szulfát - nitrát (26%), az ammónium-szulfát (21%) és a nitroszol (UAN) oldat (28-32%) (Http4).

## 2.7. Műtrágyázási stratégia

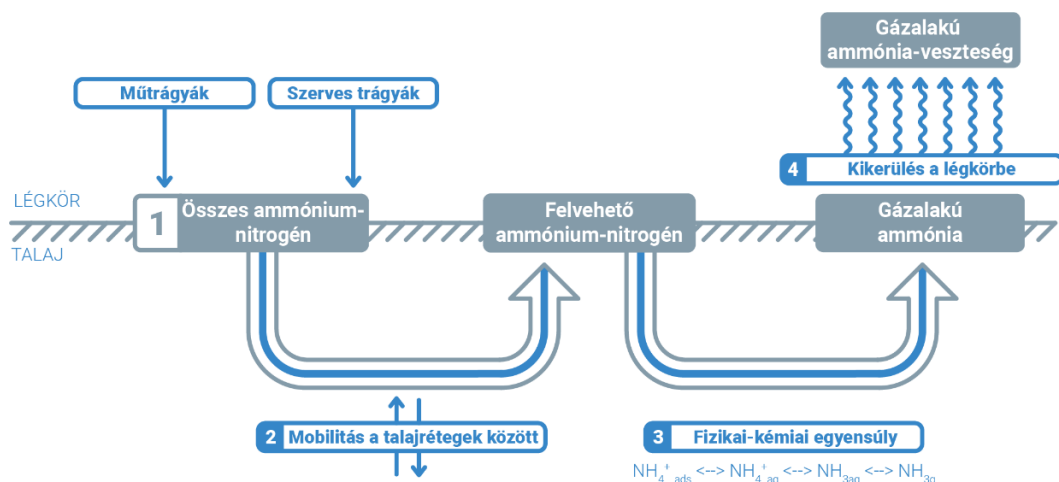
A tápanyaghiányban szenvedő földek minőségét különféle trágyák kijuttatásával tudjuk javítani, de a növénykultúrák betakarítása után is gondolnunk kell a tápanyagok visszapótlására. Minden esetben figyelembe kell venni, hogy melyek azok a területek, amelyek egy adott táblán belül tápanyagokkal kevésbé ellátottak, illetve azt, hogy a tápanyagok a megfelelő időpontban és mennyiségben rendelkezésre álljanak a növény számára. A talaj termékenysége pozitívan befolyásolja a trágyázás hatékonyságát. Minél termékenyebb a föld, annál mélyebbre eresztik a növények a gyökereiket és ez kedvez a növény vízfelvevő és tápanyagfelvevő képességének. Azonban fontos szem előtt tartanunk, hogy a tápanyagok kijuttatását minimális környezetszennyezéssel hajtsuk végre bízva a nem hasznosított elemek visszatartásában és a mérgező elemek földben való megkötésében (Németh, 2019).

Az őszi búza optimális N-szükségletéhez szükséges műtrágyának a mennyiségét négy alkalommal szokás általában kijuttatni: Az ősszel alaptrágya kijuttatás, bokrosodás fázisában fejtrágyázás tél végeztével, szárbaindulás fázisában történő fejtrágyázás tavasszal, majd szintén fejtrágyázás tavasszal amikor előbújik a zászlós levél. Az olyan búzánál, amit takarmányozási célokra termesztünk, ott inkább magasabb hozamot szeretnénk elérni, a fehérje tartalmát pedig csökkenteni kívánjuk. Ebből adódóan ilyenkor egy határozottabb mennyiségű 2. fejtrágyázás szükséges tavasszal. A javító minőségű őszi búzánál 1 t hozamhoz 10 kg mennyiségű nitrogén tápanyag szükséges a később kijuttatandó fejtrágyázáskor, ami azért nagyon lényeges, hogy később kellő fehérje tartalommal rendelkezessen. Ott, ahol rendelkezésre állnak megfelelő időjárási körülmények, például az eső megfelelően van elosztva, ott a harmadik fejtrágyázás és az őszi alaptrágyázással kijuttatott nitrogén mennyiségéhez igazodva kell meghatározni az első és a második fejtrágyázás dózisát. Az őszi búza különböző fajtái 450 vagy akár 600 kalászt produkálnak 1m<sup>2</sup> területen. Döntő jelentőséggel bír a nitrogén mennyisége és hogy tavasszal, második alkalommal hajtjuk végre a műveletet, mert ezek vezetnek az optimális kalász mennyiségének kialakulásához. Előfordulhat, hogy tavasszal az első művelet során több nitrogént juttatunk ki, ilyenkor türelmesen várunk és figyeljük, hogy a korábban jött levelek világosabbak lesznek-e. Ha ezt tapasztaljuk, akkor még várunk kell a következő kijuttatással, nehogy túlbokrosodjon a növény. Türelmünknek köszönhetően a gyengébb levélkezdemények visszább maradnak, az erősekből pedig nagyobb eséllyel fejlődik egészséges kalász. Ha a kalászhányáskor szórjuk ki a harmadik fejtrágyát, akkor növelhetjük a fehérjetartalmat. Ezt akkor alkalmazzuk, ha malmi búzát szeretnénk előállítani. Amennyiben a mennyiséget szeretnénk növelni, akkor már a zászlós levél kibújásával egy időben kell megfelelő nitrogénnel ellátni (Http1).

## **2.8. Nitrogén veszteség (Kimosódás és Volatilizáció)**

Úgy lehet hatékonyabbá tenni a nitrogén felhasználását, hogy a legmegfelelőbb nitrogén formátumú terméket juttatjuk ki, optimális időben és módon. Ezáltal a nitrogén veszteség elkerülhető. Nitrogén veszteség több módon is előfordulhat, mivel a nitrogén gyorsan mozog a talajban. A talajból a levegőbe történő kikerülést volatilizációnak nevezzük, amikor pedig a talajnak a mélyebb rétegeibe, illetve talajvízbe jut be, kimosódásnak nevezzük. Mindenféleképpen gazdasági veszteség történik, valamint környezetvédelmi problémát is okoz. Az ammóniának az elillanása (volatilizációja) úgy történik, hogy az NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (ammónium-ion) gáznemű NH<sub>3</sub>-vá (ammóniává) alakul át, ezután a légkörbe távozik. A nitrogénveszteség az ammónia elillanása miatt szorosan összefügg a talajállapottal (Saggar et al., 2012), illetve a

helyi időjárási viszonyokkal (hőmérséklet, csapadék, levegő páratartalma, szélsébség stb.). Az ammónia elillanását előidéző fontos paraméterei közé tartoznak a műtrágya kémiai formája, illetve a halmazállapota. Fontos még az optimális nitrogén forma használata is, a gáz formájú ammónia veszteség kihathat minden karbamid- és ammóniatartalmú műtrágya hatékonyságára is. Legfőképpen a karbamid és a folyékony nitrogén műtrágyáknál meglehetősen magas az ammónia elillanásának mértéke. A növényeknek a nitrogén szükséglete függ a fajtól, fajtától és hozam elvárástól is. A szükséglet alapú műtrágyázás figyelembe veszi egyrészt a növények igényeit, másfelől pedig a talajnak a tápanyag szolgáltató képességét is. A jó eredmény elérésének a tápanyag utánpótlási alapelve az, hogy a tápanyag akkor rendelkezésre kell, hogy álljon, amikor a növényi állomány azt igénybe veszi. Abban az esetben, ha sikeresen az adott nitrogén mennyiséget a növények igényeihez tudjuk igazítani, képesek vagyunk hozamot maximalizálni, káros környezeti hatásokat minimalizálni, és a profitot pedig optimalizálni (Htp17). A 4. ábra részletesen bemutatja egyszerűen, a nitrogén talajból való kikerülésének elemeit.

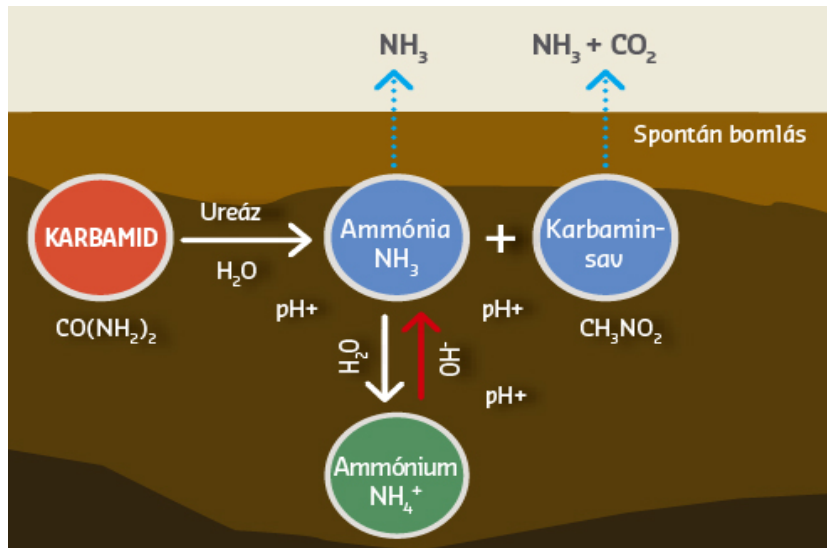


4. ábra: Nitrogén veszteség  
 Forrás: Htp17

## 2.9. Inhibítorok

Az inhibítorok olyan vegyületek, amely a nitrogén alapú műtrágyákhoz hozzá vannak adva és amelynek szerepe, hogy lecsökkentsse a növényeknek szánt műtrágya veszteségeit. Az aktív időszak megnyújtásával a műtrágya nitrogén összetevője a talajban marad (akár karbamid-N, akár ammónium-N formában), ezáltal az inhibítor javítja a nitrogén hasznosulásának a hatékonyságát, illetve csökkentőleg hat a környezeti terhelésre és kibocsátásokra. Két főbb típusa létezik a nitrogén inhibítoroknak: Ureázgátlók (UI), ezek az ureázenzim karbamidra gyakorolt hidrolitikus hatását gátolják. Nitrifikáció gátlók (NI), amelyek megakadályozzák az

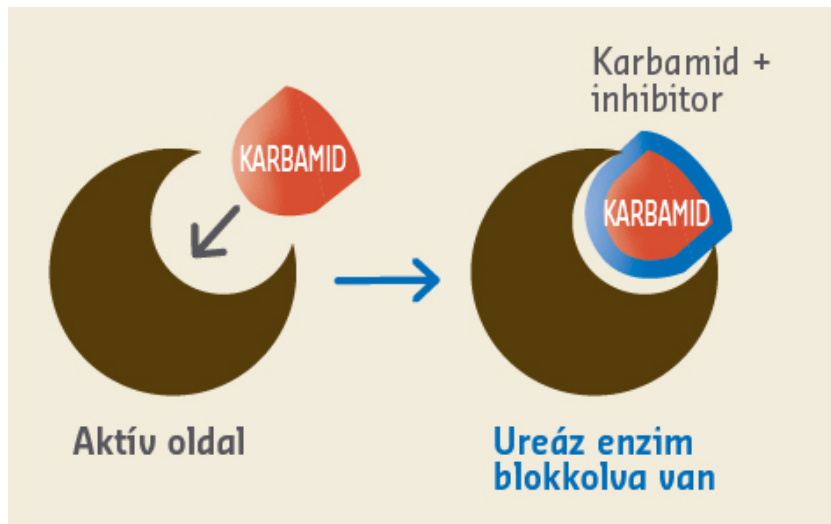
ammónium-nitráttá való biológiai oxidációját. Az átalakítás első lépéséért a talajban az ureáz enzimek a felelősek. Az átalakulási folyamat legtöbbször azonnal elindul, mivel a karbamid instabil a víz jelenlétékor, de nem közvetlen ammóniummá fog átalakulni. A karbamid első sorban ammóniává és karbaminsavvá alakul át, melyek aztán spontán esnek szét tovább ammóniává és szén-dioxiddá, ahogy azt az 5. ábrán lehet látni (Http8).



5. ábra: A karbamid átalakulása a talajban

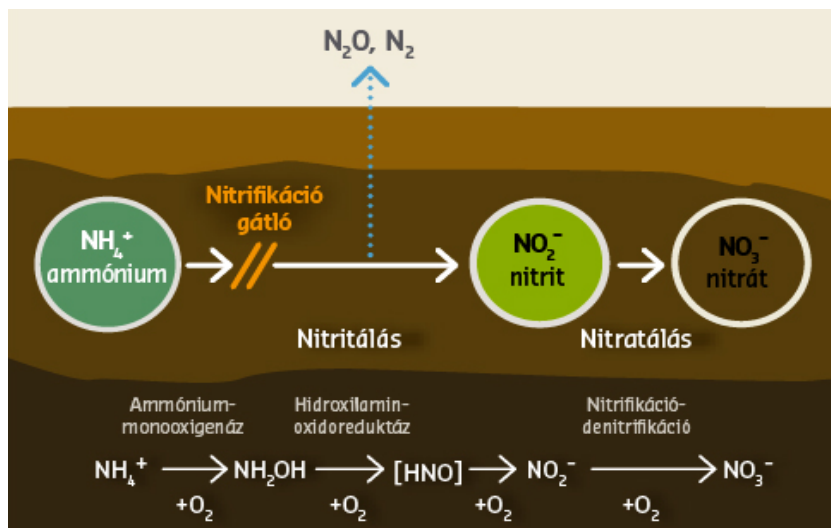
Forrás: Http8

Számos tényező játszik szerepet az ammónium átalakulási aránya és az ammóniaveszteség mögött: a legjelentősebb a talaj hőmérséklete és nedvesség tartalma, a növényi maradványok tömege a talajfelszínen, kation cserélő képessége a talajnak és a talaj pH-értéke. A nagy mennyiségű ammóniaveszteség hajlamos, hogy előfordul a könnyű talajokban és talajművelési zónákban. Habár különböző laboratóriumi vizsgálatok közben regisztráltak még akár 80% -os ammónia-veszteséget is, átlagban 24% (20% ammónia-N) ammónia-veszteség feltételezhető elpárolgással (EEA, 2013). A karbamid-alapú műtrágyák kezelése ureázgátlókkal, amit a 6. ábra szemléltet az egyik módja annak, hogy csökkenteni tudjuk az ammónia-veszteséget. Ez a módszer hatékony abban, hogy késleltetni tudjuk ammóniává és karbaminsavvá történő átalakulásukat, ezáltal hozzávetőlegesen két héti erejéig képesek vagyunk blokkolni az ureázenzim működését. Ezen technológia használatával átlagosan akár 70% -kal lehet csökkenteni az ammónia-veszteséget (Fernandez, 2021).



6. ábra: Ureázgátlók működése  
 Forrás: Htp8

A karbamidban jelen lévő ammónium, illetve az ammónium-nitrát műtrágyák nitrifikáció által gyorsan alakulnak át nitráttá, a hőmérséklettől függően. Nagy mértékben csökkenti tudja a nitrát kimosódásának kockázatát, a nitrifikációt gátló műtrágyák használata. Ennek megértéséhez nyújt segítséget a 7. ábra. A nitrifikáció gátlók késleltetni tudják a földben jelen lévő ammónium-nitrogén nitráttá átalakulását úgy, hogy ideiglenesen a Nitrosomonas ssp. talajbaktériumok ammónium-monooxigenáz enzimjének elnyomja a hatását, ami név szerint felelős a nitrifikációs folyamatnak az első lépéséért (az ammónium nitritté formálása) (Htp8).



7. ábra: Nitrifikációs gátlók működése  
 Forrás: Htp8

Nagy mértékben függ a környezeti hőmérséklettől a nitrifikáció idejének hossza. Alacsony talajhőmérsékleten ez az időszak meglehetősen meg van nyúlva, viszont magasabb

hőmérsékleten az időszak viszonylag rövid. A növényeknek a közvetlen nitrogénforrása is lehet a nitrát mellett az ammónium. Szemben a nitráttal viszont rosszul transzlokálódik a rizoszférába, amely meggátolja annak gyors felvételét. A nitrifikáció gátlók részlegesen támogatják az ammóniumtáplálásban a növényt (Http8).

Az Agrárágazat szerkesztőségének azonban más véleményük van az inhibitorok kapcsán: Már a huszadik század közepén olyan kísérleteket kezdtek elvégezni, amelyek a nitrifikáció gátló vegyületeket hivatottak kutatni, ilyen például a Nitrapyrin. Az említett anyag a Nitrosomonas baktériumoknak a különböző életfolyamatait megakadályozza, ezáltal megfékezve a talajban az  $\text{NH}_4^+$ -nak nitritté válását (nitrifikáció). Az enzimek visszatartása által nagyban gátolja a fejlődésüket és anyagcseréjük működését. A Nitrobacterek azért felelősek, hogy a nitritet nitráttá változtassa, viszont ezeknek a fajoknak a működése nincs gátolva. A Nitrosomonasok fejlődése mivel nagyban lecsökkent, így az a kis mennyiségű nitrit gyorsabban átalakul nitráttá. Ezáltal sosem lesz bőségesen jelen a nitrit és az egész körforgásnak a sebességét a Nitrosomonas baktériumok fogják meghatározni. Ez abban az esetben okozhat gondot, ha a földterületen nagy rendszerességgel van használva Nitrapyrin, mivel tönkre teheti a termőföld mikrobiológiai egyensúlyát és okozhatja a baktériumok szaporodásának lassulását, valamint szükséges energia ellátásuk megszűnését is. Az itthoni éghajlati viszonyok mellett a légkörbe gáz formájában történő távozás esélye nagyobb, mint az, hogy a nitrogén kimosódik. A kimosódást viszont el lehet kerülni, ha a különböző nitrogén tartalmú műtrágyák formáját jól választjuk meg, illetve a kijuttatásokat többfelé osztjuk. Viszont nem a levegőbe történő kijutást előzik meg az inhibitorok, hanem a nitrátok lemosódását, valamint a nitrifikációt. Országos szinten Magyarországon hektáronként körülbelül 100 kilogramm N hatóanyag van felhasználva a búza, illetve kukorica termesztése esetében. Ez jóval kevesebb, mint amennyit az intenzív hibridek vagy fajták felhasználnának. A mikro tápelemek nincsenek kellő mértékben visszaszolgáltatva, de olyan is megtörténik, hogy a tápanyagok kijuttatásának aránya, formája vagy ideje nincs jól megválasztva. Mindezek tudatában már érthető, hogy a profitábilis gazdálkodáshoz nem az inhibitorok a jó út (Http9).

## **2.10. Klímaváltozás**

A klímaváltozás Magyarországon is érezhető hatását, az átlaghőmérséklet folyamatosan nő. A hazai statisztikai adatokat elemezve, száz évre visszatekintve, az éves középhőmérséklet  $1,23^\circ\text{C}$ -al nőtt. Az átlagember is érzékeli, hogy forróbbak a nyarak és az évszakok is valamelyest eltolódnak, illetve átmenet nélkül váltják egymást. Ezekre a tendenciákra a jövőben még fokozottabban számíthatunk, előre jelzések szerint, 50-60 év múlva az átlag hőmérséklet



3-4°C-al is emelkedhet. A csapadék eloszlása sem lesz kiszámíthatóbb, tapasztaljuk, hogy egyre kevesebb eső esik nyáron, ősszel és télen pedig több. A csapadék mennyiségét viszont nehezebb lesz megjósolni, hiszen nem tudjuk, hogy az éghajlat változás hatására, hogy alakul. Minden esetre a jövőben is számíthatunk jégesőre, szélviharra, heves zivatarokra. A klímaváltozás nemcsak az időjárásra, a környezetre és az emberi szervezetre van hatással. Nagymértékben befolyásolja a gazdaságot, különösképpen a mezőgazdaságot (Http11).

### **2.11. Green deal (Európai zöld megállapodás)**

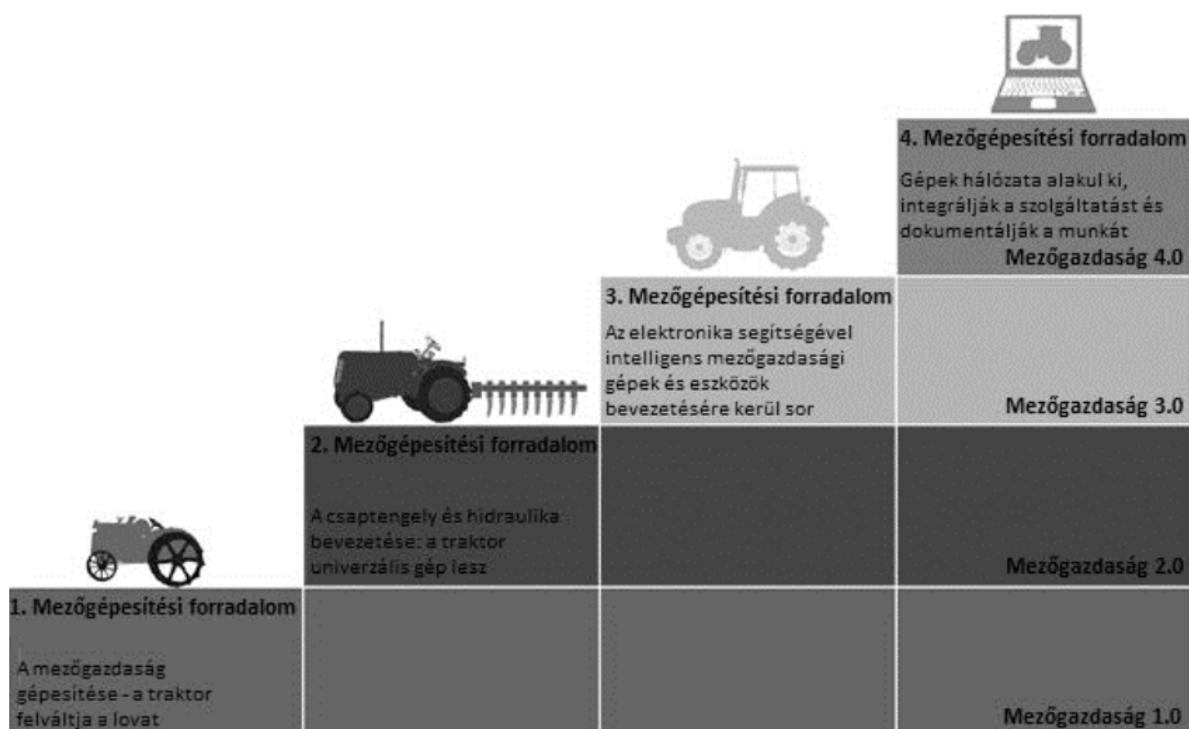
„Bolygónk egészsége Európa jövőjének záloga. Az uniós országok ezért vállalták, hogy a Párizsi Megállapodás keretében tett kötelezettségvállalásaik teljesítése érdekében 2050-re megvalósítják a klímasemlegességet. Az európai zöld megállapodás a 2050-re kitűzött cél elérését biztosító stratégia elnevezése.” (Http12).

Ezen stratégiának a mezőgazdaságra irányuló vonatkoztatása az, hogy 2050-re a növényvédőszer használatot 50%-kal kell csökkenteni, 2030-ig pedig 20%-kal kell csökkenteni a műtrágyahasználatot, az olyan területek arányát, amelyek pedig ökológiai gazdálkodással érintettek, 8-ról meg kellene emelni legalább 25%-ra, a jelenlegi termőterületek 10%-át pedig ki kell vonni a művelés alól (Gribek, 2022).

### **2.12. Precíziós gazdálkodás**

A mezőgazdaságnak a precíziós gazdálkodás jelentheti a jövőt, mivel egyszerre járhat a jövedelmek növekedésével, illetve a környezetterhelés mérséklődésével. A statisztika alapján a precíziós gazdálkodással igazolható többlettermelést hozamban, bevételben, eredményben, de nem rövid idő alatt. A többletjövedelem potenciál 20-50% között várható. A precíziós gazdálkodásra leginkább amiatt is térnek át a gazdaságok, hogy tehermentesítsék a munkavállalókat. Sok gazdálkodó viszont továbbra is tart az újabb technológiával működő eszközök alkalmazásától, pedig a mezőgazdaságban sem lesz megkerülhető az informatika használata, mivel az idő előrehaladtával folyamatosan újulnak és fejlődnek az eszközök, ahogy a 8. ábrán is látható. A technológia valamilyen szinten drága, még nem terjedt el, sőt a gazdák a fokozatosság elvét követve nem túl sok technológiai elemet alkalmaznak, még hozzá az óvatosság jegyében a technológia mezőgazdasági területük csupán egy részére terjed ki (Popp et al., 2018).

„A precíziós gazdálkodás olyan műszaki, informatikai, információs technológiai és természettechnológiai alkalmazások összessége, amelyek hatékonyabbá teszik a termelést, valamint a mezőgazdasági gépüzemszervezést” (Erdeiné, 2020).



8. ábra: Mezőgépesítési forradalmak szakaszai  
*Forrás: Popp et al., 2018*

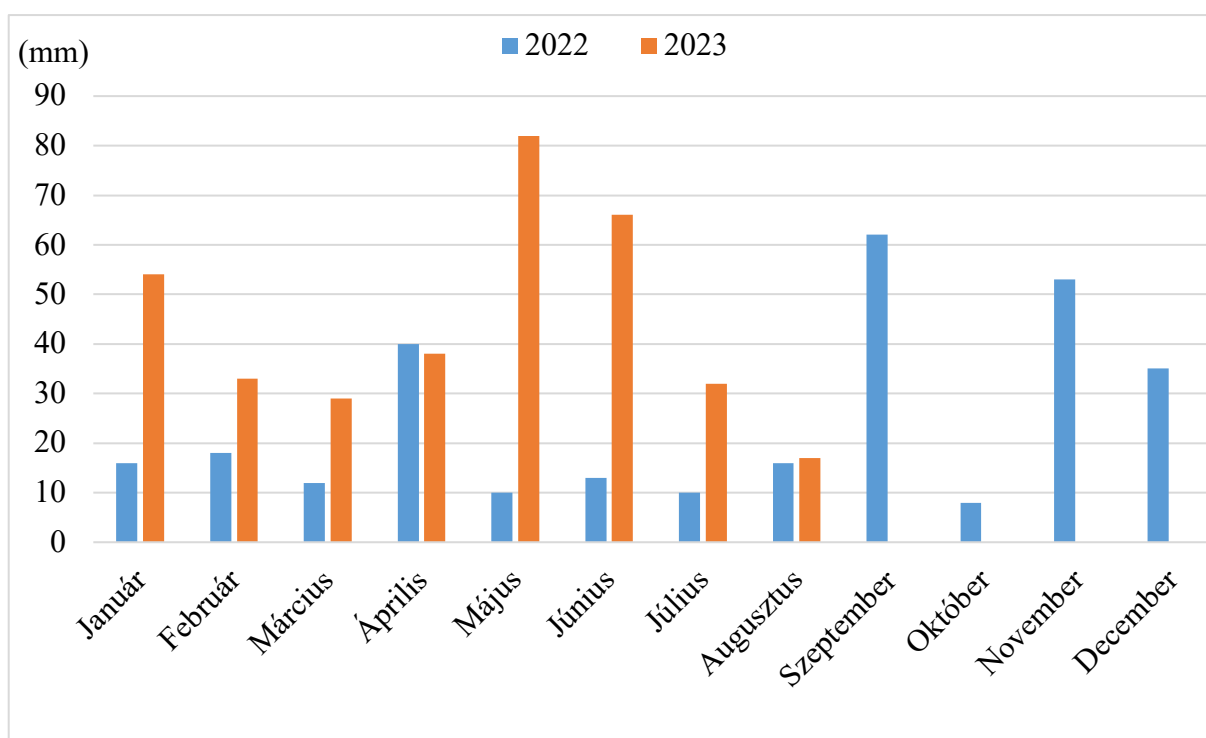
Ezek az alkalmazások közé tartoznak a táblakontúrok, amelyek egy terület körvonalát tartalmazzák. A táblakontúrokhoz társíthatunk nyomvonalakat, avagy A-B vonalakat, melyeket akár az adott területen létre lehet hozni, így például vetésnél minden évben ugyan azokon a nyomokon képes a traktoros végig haladni. Ezzel meg könnyíthetjük a dolgozók munkáját, akár a szomszédokkal való konfliktust is el lehet kerülni, de évről évre a vetett terület se fog megváltozni. Ehhez viszont szükséges, hogy a traktor rendelkezzen RTK (Real-time kinematic positioning) antennával, amellyel a traktor helyzetét meg lehet határozni 2 cm pontossággal. Ha rendelkezésre áll automata kormányrendszer, ebben az esetben magától tud végig haladni az A-B vonalakon a traktor, de akár kombájn is, így a vetések alapján a betakarítás is precízebb lesz. (Poncet, 2011) A modern technológia lehetővé tette, hogy képesek legyünk differenciált vetés, növényvédőszer kijuttatás és műtrágya kijuttatási terveket létrehozni (biomassza térkép és hozamtérképek alapján), amellyel egy adott területen belül különbözőképpen valósulnak meg a kijuttatott dózisok és vetőmag mennyiségek, amellyel elérhetjük azt, hogy egy táblán belül minél nagyobb legyen az egyszínűség, vagyis homogén legyen a terület a termésre nézve, vagy akár azt is, hogy a nagyobb terméspotenciállal (termékenységgel) rendelkező termőföldek több tápanyagot kapjanak, a rosszabb minőségű területek kevesebbet. Ezzel a módszerrel akár a tápanyag veszteség is csökkenthető (Http14).

### 3. ANYAG ÉS MÓDSZER

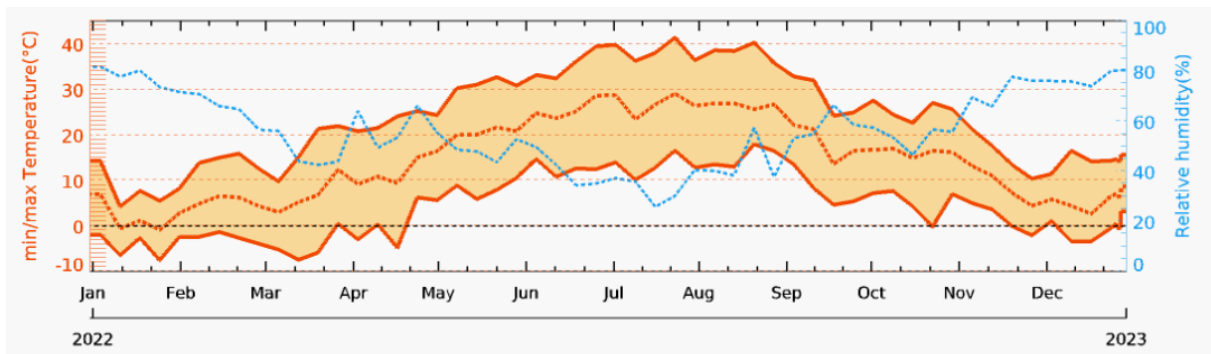
Két kísérletet is végeztem Makó környékén, két külön évben, 2022 és 2023-ban. A vetést 6 méteres Simba flower flow vetőgéppel végeztük. A különböző kijuttatások John Deere 6100 R típusú erőgéppel lettek elvégezve, Amazone műtrágyaszóróval és Amazone UX 3200 permetező géppel, 5 lukas Lechler folyékony műtrágya kijuttató fűvókával. A betakarítás 2022-ben Class Tucano 440 aratógéppel, 2023-ban pedig Class Lexion 6700 (17. ábra) hozammérős aratógéppel történt.

#### 3.1. Időjárási adatok

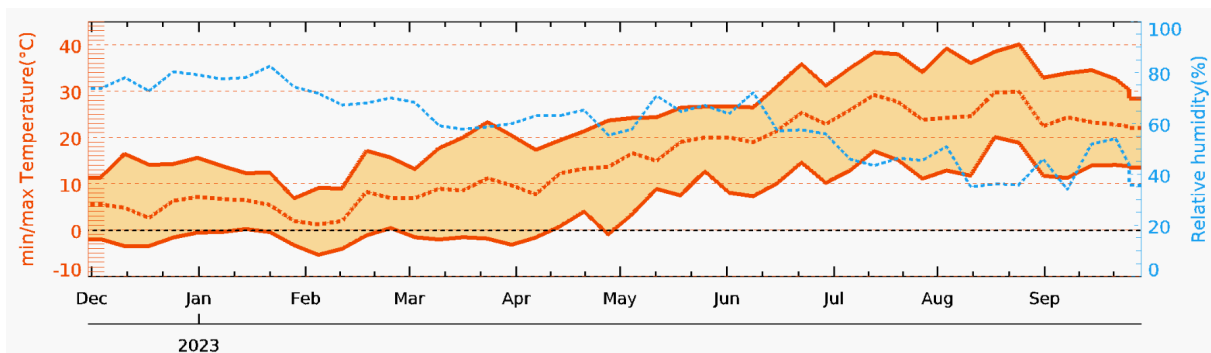
A vizsgálat éveiben, 2022-ben és 2023-ban az időjárási viszonyok nagyban különböztek, így fel tudtam mérni az időjárás, különböző módszerekre gyakorolt hatását. Az időjárási adatokat a 9-es, 10-es és 11-es ábra mutatja. A 9. ábra a csapadékmennyiség adatokat csak 2023. augusztusáig tartalmazza, mivel az azt követő adatok nem relevánsak a kísérlet szempontjából, továbbá az ezt követő adatok dolgozatom készítésekor még nem álltak rendelkezésemre. Látható, hogy 2023-ban jelentősen nagyobb volt a csapadék mennyiség, mint az azt megelőző év azonos időszakában.



9. ábra: Csapadékmennyiség Makón 2022-ben és 2023-ban  
Forrás: Saját szerkesztés a Meteoblue (Http10) adatai alapján



10. ábra: Makó környéki hőmérséklet 2022-ben  
 Forrás: Http10



11. ábra: Makó környéki hőmérséklet 2023-ban  
 Forrás: Http10

### 3.2. A vizsgálatba bevont őszi búza fajta leírása

A SY Falado a Syngenta legszélesebb körben termesztett, malmi (B1-B2) minőséget képviselő fajtája. Rendkívül jó kinézetű szálkás kalászokat képez, az aktuális fajtakinálat közül az egyik legmagasabb terméspotenciállal és kiváló stabilitással rendelkezik. Vizsgálati adatokat figyelembe véve évről évre a legmagasabb hozamot produkáló fajták közé sorolhatjuk, nem csak belsős, de független kísérletekben is minden évben bizonyít, ezt annak is lehet köszönni, hogy korai fajta és nagy ellenálló képességgel rendelkezik a megdőléssel, valamint a betegségekkel szemben. E feltételek mellett garantált a jó minőség. Ellenálló a különböző levélen és kalászon fellelhető betegségekkel szemben, viszont az esőben dúsabb időjárási körülmények esetében előfordulhat szeptóriás pelyvabarnulás tünete. Korai típusú fajtájának köszönhetően nem éri erőteljes napsugárzás nyár elején. Erős bokrosodásra képes, megbízható a télállósága. Hektáronként 4 vagy akár 4,5 millió csíra az optimális csíraszám. Növénymagassága átlagos. Fehérje tartalma általában 12 vagy akár 13,5 százalék, fehérje minősége rendkívül jó, farinográf értékei pedig nagyok. A GOSZ-VSZT-NAK Posztregisztrációs Fajtakísérletében 2022-ben a korai fajták kategóriában 3. helyezést ért el (Http5).

### 3.3. Vizsgált kísérleti táblák fenológiai változásai

Az évek alatt több rendszer is született, amelyek alkalmazásával be tudjuk kategorizálni az őszi búza növekedési és fejlődési fázisait. 3 rendszert említenek a szakirodalmak: a Haun, a Feekes és a Zadoks. A felsoroltak között a Zadoks a legjobban ismert (Http16). Emiatt a Zadoks rendszert vettem alapul, az őszi búza fejlődési szakaszainak elnevezéséhez. A 12-17. ábrákon a 2022/2023-as kísérleti táblákon az őszi búza különböző fejlődési szakaszait követhetjük nyomon: a 12. ábrán a csírázási, a 13. ábrán a kelés-bokrosodási, a 14. ábrán a szárbaindulási, a 15. ábrán a tejesérési, a 16. ábrán pedig a viaszérési fázisban levő őszi búza állomány látható. A 17. ábrán az érett őszi búza állomány aratása látható.



12. ábra: Őszi búza csírázási fázisa közelről és távolról a 2022/2023-as kísérletben  
*Forrás: Saját fotó*



13. ábra: Őszi búza kelés-bokrosodási fázisa a 2022/2023-as kísérletben  
*Forrás: Saját fotó*



14. ábra: Őszi búza szárbaindulási fázisa a 2022/2023-as kísérletben  
*Forrás: Saját fotó*



15. ábra: Őszi búza tejesérési fázisa a 2022/2023-as kísérletben  
*Forrás: Saját fotó*



16. ábra: Őszi búza viaszérési fázisa a 2022/2023-as kísérletben  
*Forrás: Saját fotó*



17. ábra: Az érett őszi búza állomány aratása a 2022/2023-as kísérletben  
*Forrás: Saját fotó*

### **3.4. A 2021/2022-es kísérlet**

Csongrád-Csanád vármegyében, Igás környékén egy 15,4 hektáros tábla három részre lett osztva. Talajvizsgálati eredmények alapján, a táblán szinte egyformán voltak elosztva a tápanyagok, a táblán belül nem voltak számottevő különbségek.

A táblán az elővetemény napraforgó volt, betakarítás után tarlólántás lett végezve rajta. Szeptember elején altalajlazítást végeztünk rajta 40 cm mélyen, majd a talaj el lett munkálva. Hektáronként 200 kg összetett műtrágya (NPK 6-12-24) lett kijuttatva, ami be lett dolgozva a magágykészítéssel együtt Wäderstadt aggressive nehéz kombinátorral, majd 2021. október 8-án 4 millió csírával SY Falado fajtájú búza lett elvetve.

Mikor a növény három leveles korba lépett, 2 l/ha Legato trio gyomirtószer lett rá kijuttatva. A különböző kezelési stratégiáknál a tábla mindhárom részére egyaránt 140 kg/ha nitrogén hatóanyag lesz kijuttatva, a csak a kijuttatás módszere és formája fog eltérni.

#### **3.4.1. Az 1. kezelési stratégia**

A 15,4 hektár táblának ezen 5 hektáros részébe háromszor lett kijuttatva nitrogén: kétszer folyékony, egyszer pedig szilárd formában. Ezeken felül, mint az összes többi táblarészben, alap műtrágyázás történt (200 kg/ha), amiben 12 kg/ha nitrogén hatóanyag volt.

- 2021. november 15.: 100 liter/ha 30%-os nitroszol lett kijuttatva, ami 39 kg/ha nitrogén hatóanyagának felel meg.  
(100 liter/ha = 130 kg/ha nitroszol,  $130 \text{ kg/ha} \times 0,3 = 39 \text{ kg/ha}$ )
- 2022. február 5.: 250 kg/ha ammónium-szulfát lett kijuttatva, ami 50 kg/ha nitrogén hatóanyagának és 60 kg/ha kén hatóanyagának felel meg.
- 2022. március 5.: 100 liter/ha nitroszol lett ismét kijuttatva, ami szintén 39 kg/ha nitrogén hatóanyagának felel meg.

Így összesen 140 kg/ha nitrogén hatóanyag és 60 kg/ha kén hatóanyag lett kijuttatva.

#### **3.4.2. A 2. kezelési stratégia**

A 15,4 hektár táblának ezen 5 hektáros részébe kétszer lett kijuttatva nitrogén: egyszer folyékony és egyszer szilárd formában. Ezeken felül, mint az összes többi táblarészben, alap műtrágyázás történt (200 kg/ha), amiben 12 kg/ha nitrogén hatóanyag volt.

- 2022. február 5.: 250 kg/ha ammónium-szulfát lett kijuttatva, ami 50 kg/ha nitrogén hatóanyagának és 60 kg/ha kén hatóanyagának felel meg.



- 2022. március 5.: 200 liter/ha 30%-os nitroszol lett kijuttatva, ami 78 kg/ha hatóanyagnak felel meg.

Így összesen 140 kg/ha nitrogén hatóanyag és 60 kg/ha kén hatóanyag lett kijuttatva.

### **3.4.3. A 3. kezelési stratégia**

A 15,4 hektár táblának ezen 5,4 hektáros részébe szintén kétszer lett kijuttatva nitrogén: mindkét alkalommal szilárd formában. Ezekon felül, mint az összes többi táblarészben, alap műtrágyázás történt (200 kg/ha), amiben 12 kg/ha nitrogén hatóanyag volt.

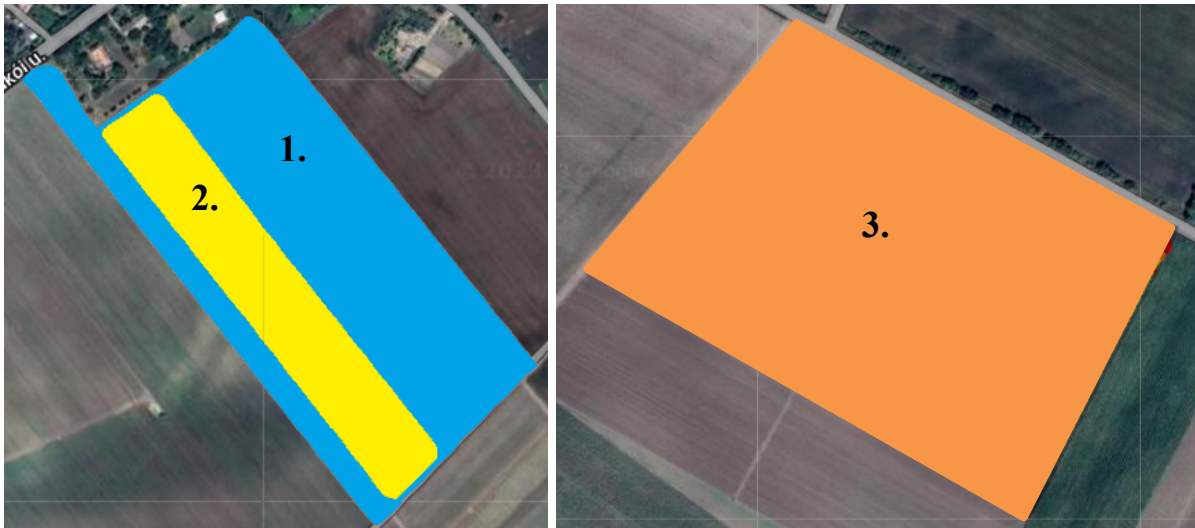
- 2022. február 5.: 300 kg/ha ammónium-szulfát lett kijuttatva, ami 60 kg/ha nitrogén hatóanyagnak és 72 kg/ha kén hatóanyagnak felel meg.
- 2022. március 6.: 260 kg/ha pétisó lett kijuttatva, ami 68 kg/ha nitrogén hatóanyagnak felel meg.

Így összesen 140 kg/ha nitrogén hatóanyag és 72 kg/ha kén hatóanyag lett kijuttatva.

### **3.5. 2022/2023-as kísérlet**

Csongrád-Csanád vármegyében Makó-Rákos környékén egy 10,5 hektáros tábla két részre osztott területe, illetve egy tőle kb. 500 méterre található, 4,6 hektáros terület lett kiválasztva a kísérlet elvégzéséhez. Ezek a területek a 18. ábrán láthatóak. Talajvizsgálati eredmények alapján, a táblákon szinte egyformán voltak elosztva a tápanyagok.

A táblákon az elővetemény napraforgó volt, betakarítás után tarlóhántás lett végezve rajtuk. Szeptember elején altalajlazítást ezúttal nem végeztünk rajtuk, mivel ebben az évben az adott terület a szárazság miatt nem volt megfelelő az altalajlazításhoz. Hektáronként 100 kg összetett műtrágya (NPK 6-12-24) lett kijuttatva, ami be lett dolgozva a magágykészítéssel együtt Horsch Terrano MT mulcskultivátorral 18-20 cm mélyen, majd 2022. október 8-án 4 millió csírával SY Falado fajtájú búza lett elvetve. Mikor a növény három leveles korba lépett, 2 l/ha Legato trio gyomirtószer lett rá kijuttatva. A különböző kezelési stratégiáknál mindhárom területre egyaránt 142 kg/ha nitrogén hatóanyag lesz kijuttatva, a csak a kijuttatás módszere és formája fog eltérni.



18. ábra: A 2022/2023-as kísérlet három kezelési területe  
*Forrás: Saját kép a John Deere Operations Center™ rendszerből*

### 3.5.1. Az 1. kezelési stratégia

- 2022. szeptember 23.: 100 kg/ha NPK lett kijuttatva, ami 6 kg/ha nitrogén hatóanyagának felel meg.
- 2022. november 12.: 156 kg/ha 30%-os Nitroszol lett kijuttatva, ami 46,8 kg/ha nitrogén hatóanyagának felel meg.
- 2023. február 1.: 80 kg/ha Kieserite lett kijuttatva, ami 20 kg/ha MgO és 41,6 kg/ha SO<sub>3</sub> hatóanyagának felel meg.
- 2023. február 6.: 100 kg/ha 46%-os karbamid lett kijuttatva, ami 46 kg/ha nitrogén hatóanyagának felel meg
- 2023. március 2.: 154 kg/ha 30%-os Nitroszol lett kijuttatva, ami 43,2 kg/ha nitrogén hatóanyagának felel meg

Így összesen 142 kg/ha nitrogén hatóanyag lett kijuttatva.

### 3.5.2. A 2. kezelési stratégia

- 2022. szeptember 23.: 100 kg/ha NPK lett kijuttatva, ami 6 kg/ha nitrogén hatóanyagának felel meg.
- 2022. november 12.: 156 kg/ha 30%-os Nitroszol lett kijuttatva, ami 46,8 kg/ha nitrogén hatóanyagának felel meg.
- 2023. február 1.: 80 kg/ha Kieserite lett kijuttatva, ami 20 kg/ha MgO és 41,6 kg/ha SO<sub>3</sub> hatóanyagának felel meg.

- 2023. február 6.: 100 kg/ha 46%-os karbamid lett kijuttatva, ami 46 kg/ha nitrogén hatóanyagnak felel meg
- 2023. március 13.: 160 kg/ha 27%-os Pétisó lett kijuttatva, ami 43,2 kg/ha nitrogén hatóanyagnak felel meg

Így összesen 142 kg/ha nitrogén hatóanyag lett kijuttatva.

### **3.5.3. A 3. kezelési stratégia**

- 2022. szeptember 23.: 100 kg/ha NPK lett kijuttatva, ami 6 kg/ha nitrogén hatóanyagnak felel meg.
- 2023. február 1.: 80 kg/ha Kieserite lett kijuttatva, ami 20 kg/ha MgO és 41,6 kg/ha SO<sub>3</sub> hatóanyagnak felel meg.
- 2023. február 6.: 150 kg/ha 46%-os karbamid lett kijuttatva, ami 69 kg/ha nitrogén hatóanyagnak felel meg
- 2023. március 13.: 248 kg/ha 27%-os Pétisó lett kijuttatva, ami 67 kg/ha nitrogén hatóanyagnak felel meg

Így összesen 142 kg/ha nitrogén hatóanyag lett kijuttatva.

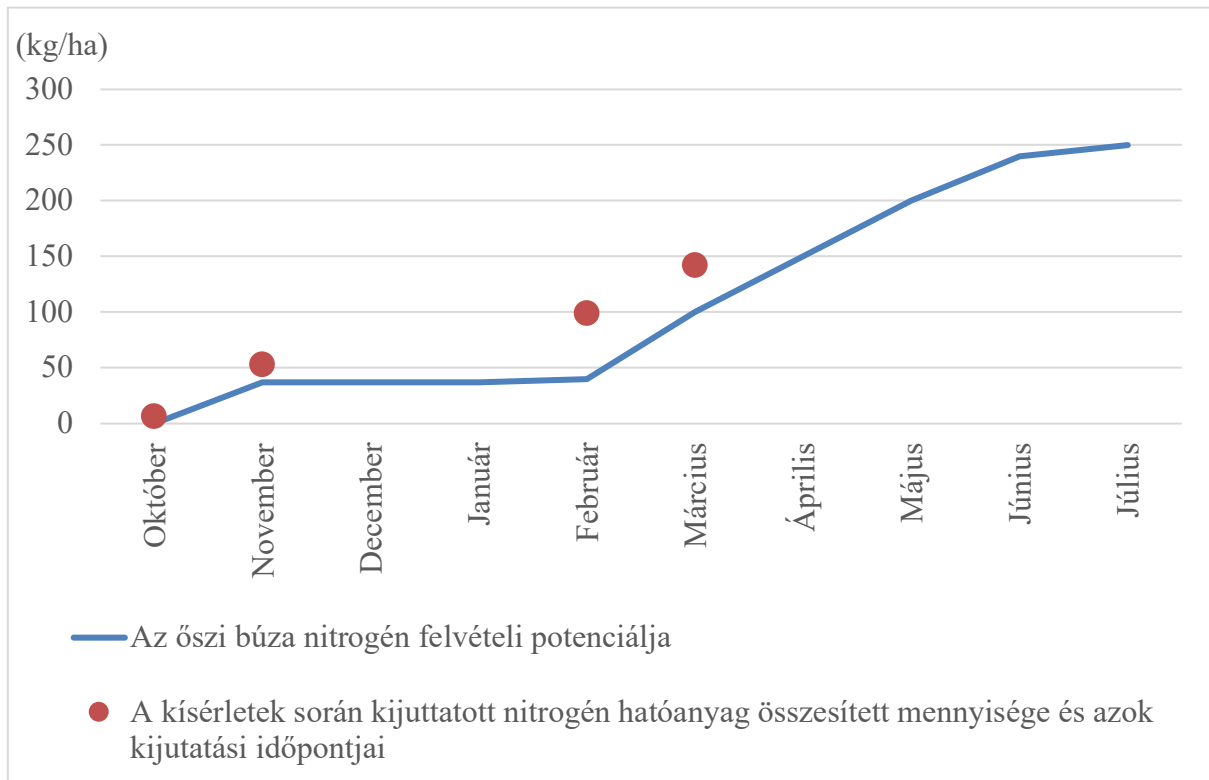
## **3.6. Nitrogén hatóanyag kijuttatások időzítése**

Annak érdekében, hogy a dolgozatomban 2.8-as fejezetében tárgyalt nitrogén veszteség minimális legyen, valamint a környezeti terhelést csökkentsük, a meghatározott nitrogén hatóanyag adag több kijuttatási dózissra lett szétbontva. A feltételezésem az volt, hogy a többszöri, kisebb dózissal optimális időpontban való kijuttatásával csökkenteni lehet a nitrogén kimosódását és egyéb módon való kikerülését a talajból. Így a kijuttatott nitrogén mennyiségek hatékonyabban fejtik ki hatásukat, mivel összességében a növény több tápanyagot tud felvenni növekedése során.

Dolgozatomban 2.1-es fejezetében bemutatott, Pepó (2019) által közölt diagram alapján készítettem el 19. ábrát, melyen a búza elméleti nitrogén felvételi potenciálja látható, vele párhuzamosan bemutatva a kísérletekben meghatározott összesített nitrogén dózissal időzítését. Mind a 2021/2022-es, mind a 2022/2023-as kísérlet során, az 1. kezelési stratégia esetében ezen kijuttatási időzítéseket követtük.

Az őszi műtrágya kijuttatással biztosítottuk, hogy a növénynek télen is rendelkezésére álljon elég tápanyag, hogy biztonságosan kicsírázhasson. Mivel a búza +1 °C felett fejlődik

(Hunyadi et al., 2017), így amikor az időjárás engedte a növénynek a növekedést, rendelkezésre állt megfelelő mennyiségű tápanyag a talajban.



19. ábra: Az őszi búza nitrogén felvételi potenciálja és a kísérletek során kijuttatott hatóanyag összesített mennyisége, valamint azok kijuttatási időpontjai  
*Forrás: Saját szerkesztés Pepó (2019) alapján*

## 4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

### 4.1. A 2021/2022-es kísérlet eredményei

Az első kezelési stratégia esetében 5,2 t/ha, a második kezelésnél 4,6 t/ha, míg a harmadik kezelésnél 3,8 t/ha lett a területenkénti hozameredmény. A megfelelő géppark, valamint térinformatikai felszereltség hiányában erről a kísérletről részletesebb kimutatásokat nem tudunk készíteni, szemben a második (2022/2023-as) kísérlettel, ahol részletesebb adatokkal rendelkezünk.

A nagyobb terméseredmény nem feltétlenül jelenti azt, hogy a profit is ezzel együtt megnövekszik. Az 1. táblázatban az Agrárközgazdasági Intézet (Http19) által kiadott, adott évi átlag műtrágyaárak alapján kiszámított 1 tonna/hektár termésre fordított költségek láthatóak. Csak azok a műtrágyák vannak itt számításba véve, amelyek a különböző kezelési stratégiák között eltértek. Az 1. táblázat alapján kijelenthetjük, hogy az 1. kezelési stratégia esetében volt a legkisebb anyagi ráfordítás hektáronként egy tonna termés megtermeléséhez, emellett ekkor érték el a legmagasabb terményhozamot is, így kijelenthető, hogy gazdaságilag ez a legoptimálisabb stratégia a vizsgált három stratégia közül.

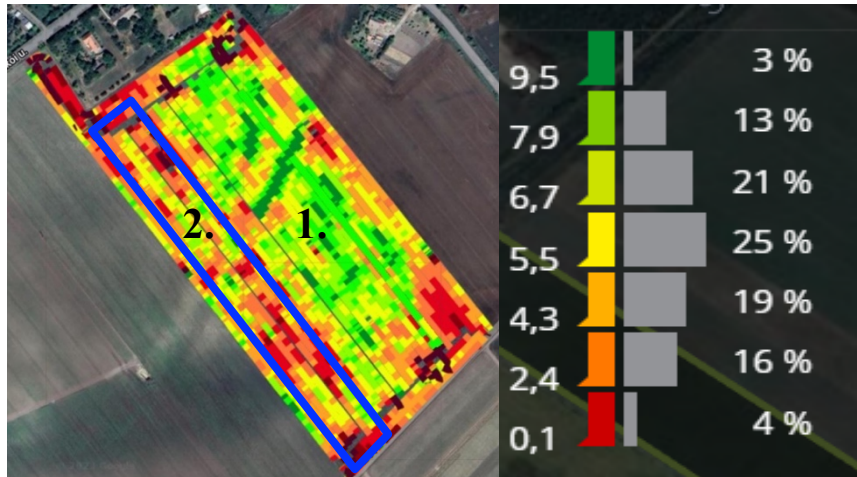
1. táblázat: A 2021/2022-es kísérlet ökonómiai elemzése

2021/2022-es kísérlet			
Hektáronkénti költségek	1. kezelési stratégia	2. kezelési stratégia	3. kezelési stratégia
Nitrogén műtrágya költsége	13 000 Ft	16 250 Ft	19 500 Ft
	16 250 Ft	72 800 Ft	65 000 Ft
	36 400 Ft		
Kezelés költsége	15 000 Ft	10 000 Ft	10 000 Ft
Összes költség	80 650 Ft	99 050 Ft	94 500 Ft
Terményhozam	5,2 t/ha	4,6 t/ha	3,8 t/ha
1 t/ha termés nitrogén műtrágya költsége	15 510 Ft	21 533 Ft	24 868 Ft

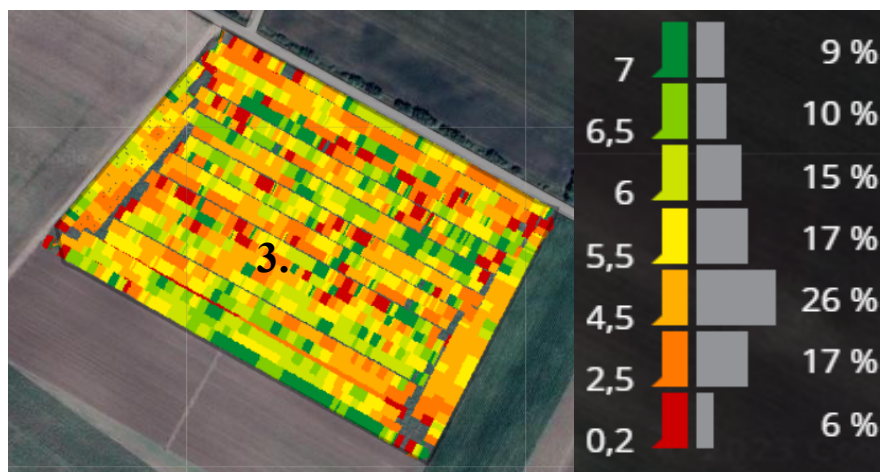
Forrás: Saját szerkesztés Http19 alapján

### 4.2. A 2022/2023-as kísérlet eredményei

A 20. és 21. ábrán láthatóak a kísérlet hozamterképei. Megfigyelhető, hogy az átlagnál jobb termésátlagú területek zöld színnel, az átlagnál rosszabb hozameredményű területek narancssárga és piros színnel vannak megjelenítve.



20. ábra: A 2022/2023-as kísérlet 1. és 2. kezelési stratégiáinak hozameredményei  
 Forrás: Saját kép a John Deere Operations Center™ rendszerből



21. ábra: A 2022/2023-as kísérlet 3. kezelési stratégiájának hozameredménye  
 Forrás: Saját kép a John Deere Operations Center™ rendszerből

Ezen adatokat a betakarító gép mérte, így mind a hozamtérképen, mind a nedvességtartalom térképen lehet egy minimális mérési hiba, mely akkor léphet fel, mikor például a kombájn nem teljes asztallal vágja a búzát. Ilyenkor kevesebbet mutat a térképen, így vélhetően a 20. ábrán látható, 4% lefedettségű 0,1 t/ha, valamint a 21. ábrán látható 6% lefedettségű 0,2 t/ha hozameredmény értékeket figyelmen kívül hagyhatjuk.

Az 1. és 2. stratégia esetén az átlag terméshozam 5,8 t/ha volt. A 20. ábrán zöld színnel jelzett részekon, melyek az átlagnál magasabb terméshozamot jelzik, 6,7-9,5 t/ha volt mérve, míg az átlagnál rosszabb hozameredményű területeken, melyek narancssárga és piros színnel vannak megjelenítve, a termésátlag 5,5 t/ha alatt volt. A 3. stratégia esetén 4,9 t/ha volt az átlagos terméshozam.

Fontos kiemelni, hogy a 20. és 21. ábrán az azonos színek nem ugyanazon termésátlag tartományokat jelzik. Mindegyik ábrán látható a színskála, mely segít dekódolni a színek mögött rejlő számadatokat. Leolvashatjuk, hogy a különböző kezelési stratégiákat termésátlag alapján rangsorolva az 1. kezelési stratégia hozta a legjobb eredményeket, ezt követi a 2., majd a 3. kezelési stratégia.

A 2. táblázatban az Agrárközgazdasági Intézet (Http19) által kiadott, adott évi átlag műtrágyaárak alapján kiszámított 1 tonna/hektár termésre fordított költségek láthatóak. Csak azok a műtrágyák vannak itt számításba véve, amelyek a különböző kezelési stratégiák között eltértek. A 2. táblázat alapján kijelenthetjük, hogy az 1. kezelési stratégia esetében volt a legkisebb anyagi ráfordítás hektáronként egy tonna termés megtermeléséhez, emellett ekkor érték el a legmagasabb terményhozamot is, így kijelenthető, hogy gazdaságilag ez a legoptimálisabb stratégia a vizsgált három stratégia közül.

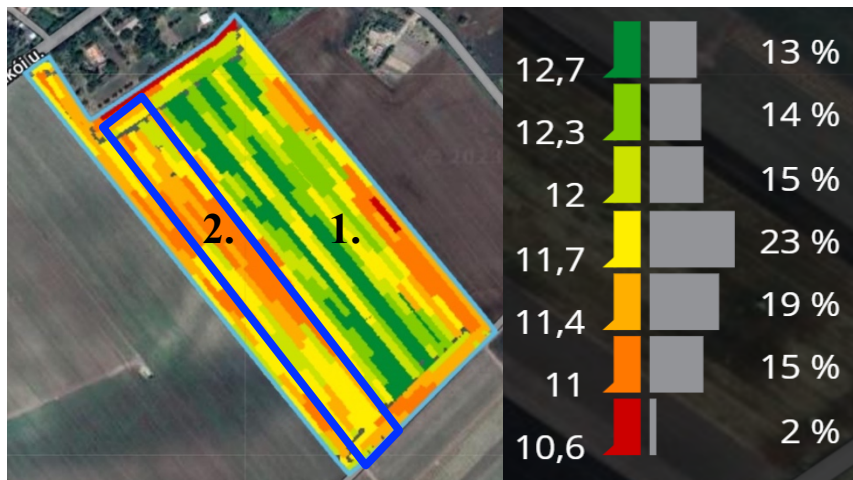
2. táblázat: A 2022/2023-es kísérlet ökonómiai elemzése

2022/2023-as kísérlet			
Hektáronkénti költségek	1. kezelési stratégia	2. kezelési stratégia	3. kezelési stratégia
Nitrogén műtrágya költsége	43 680 Ft	43 680 Ft	34 500 Ft
	23 000 Ft	23 000 Ft	54 560 Ft
	36 960 Ft	35 200 Ft	
Kezelés költsége	15 000 Ft	15 000 Ft	10 000 Ft
Összes költség	118 640 Ft	116 880 Ft	99 060 Ft
Terményhozam	<b>6,9 t/ha</b>	5,2 t/ha	4,9 t/ha
1 t/ha termés nitrogén műtrágya költsége	<b>17 194 Ft</b>	22 477 Ft	20 216 Ft

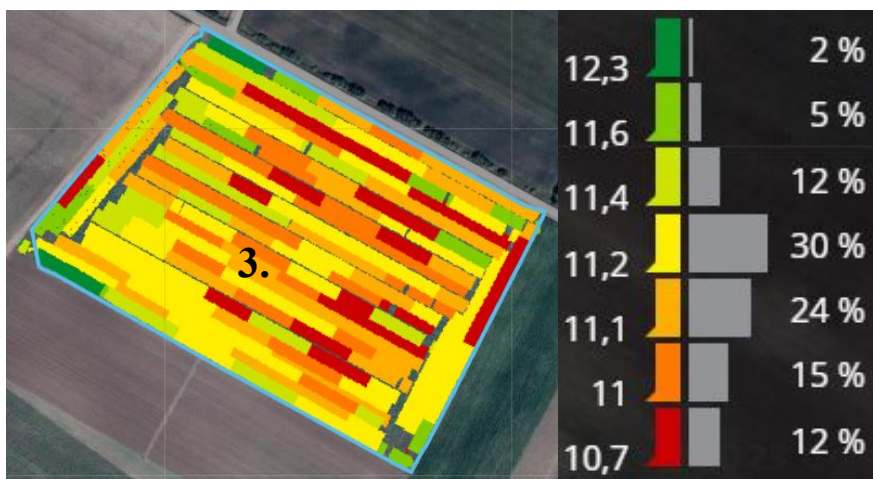
*Forrás: Saját szerkesztés Http19 alapján*

A 22. és 23. ábrán a területeken betakarított őszi búza a nedvességtartalmát lehet látni. A fent már említett mérési hiba miatt vélhetően a 22. ábrán látható, 2% lefedettségű 10,6%-os terménynedvességi értéket figyelmen kívül hagyhatjuk.

Az 1. és 2. kezelési stratégia esetén az átlag nedvességtartalom 12%, míg a 3. stratégia esetén 11,2% volt. Itt is fontos kiemelni, hogy a 22. és 23. ábrán az azonos színek nem ugyanazon nedvességtartalom tartományokat jelzik. Mindegyik ábrán látható a színskála, mely segít dekódolni a színek mögött rejlő számadatokat.



22. ábra: A 2022/2023-as kísérlet 1. és 2. kezelési stratégiáinak nedvességadatai  
 Forrás: Saját kép a John Deere Operations Center™ rendszerből



23. ábra: A 2022/2023-as kísérlet 3. kezelési stratégiájának nedvességadatai  
 Forrás: Saját kép a John Deere Operations Center™ rendszerből



## **5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK**

### **5.1. A 2021/2022-es kísérlet következtetései**

Ahogy a dolgozatomban 3.1-es fejezetében bemutatott 9. ábrán látszódik, az akkori év nagyon száraz volt, a talaj alig kapott esőt. Ez alapján azt az eredmény várhatom, hogy a folyékony formájú műtrágya hatékonyabb lesz a szilárd műtrágyához képest, mivel eső hiányában a szilárd nem tud kellően hasznosulni. Azt vártam továbbá, hogy minél többször juttatunk ki kevesebb mennyiségű hatóanyagot, annál kevesebb lesz az elmosódott, kihasználatlan nitrogén. A kísérlet eredményei az elvártakhoz megfelelően alakultak, az eredmények alátámasztják kezdeti feltevések helyességét.

### **5.2. 2022/2023-as kísérlet következtetései**

Ez a búzatábla, már olyan (a 17. ábrán látható) betakarító géppel lett aratva, ami képes hozamtérkép készítéséhez, így képesek vagyunk a hozambéli különbségeket jobban átlátni. Ennél a kísérletnél, ezt vettem alapul a konklúzió levonásához. Tisztán látható, hogy azon a területen, ahol márciusban pétisó, vagyis szilárd nitrogén műtrágya lett kijuttatva (2. és 3. kezelési stratégia), ott alacsonyabb lett a termés hozam, mint ahol nitroszol, vagyis folyékony nitrogén műtrágya lett kijuttatva (1. kezelési stratégia). Ebben az évben több csapadék esett (a 9. ábrán látható módon), mint az előző évi kísérlet esetében, így következtetésként levonható, hogy az esőben dúsabb időjárás esetében is magasabb termés hozamot tudunk elérni, ha inkább több folyékony nitrogén műtrágyát használunk.

A 20-21. és 22-23. ábrákról leolvasható, hogy azon a területen, ahol magasabb a termésátlag, magasabb is volt a termés nedvességtartalma is. Ez alapján arra következtetek, hogy a termésmennyiség és a nedvességtartalom arányosságban állnak egymással. Maximum 2-2,5 % nedvességkülönbség van a területen, ez a mennyiség pedig nem elég ahhoz, hogy nagy mértékben befolyásolja a termés tömegét. Ez alapján arra következtetek, hogy azokon a területeken, ahol egészségesebb a növény (nagyobb a szár és a kalász méret), nehezebben szárad ki, mint ott ahol kevésbé vastagabb, teltebb a növény.

A Kite szerint „A megkésve kezdett betakarítás során holtérésben 12% nedvességtartalom alatt betakarított búzánál a minőségi paraméterek jelentősen romlanak” (Htt13). Mivel az 1. kezelési stratégia esetében, ahol a minél többszöri kijuttatás elvét követtük, 12%-nál nagyobb volt a termés nedvességtartalma, így ezen szempont alapján a vizsgált három kijuttatási stratégia közül az 1. kezelési stratégia tekinthető a legoptimálisabbnak.

## 6. ÖSSZEFOGLALÁS

Az utóbbi években a műtrágyaárak rendkívül növekedő tendenciát mutatnak, így a mezőgazdászoknak egyre jobban oda kell figyelniük arra, hogy a termőföldjeikre mekkora mennyiségben juttassanak ki tápanyagot. Ezen gazdasági szempontok mellett egyre nagyobb figyelmet kap továbbá a fenntarthatóság és környezetvédelem témaköre is.

Dolgozatomban az őszi búza (*Triticum aestivum*) termesztése esetében a nitrogén hatóanyag kijuttatására fókuszáltam. Fő célom az volt, hogy megtaláljam, miként lehet a lehető leghatékonyabb módon kijuttatni a nitrogén tartalmú műtrágyákat. Két, különböző évben zajlott, saját gazdaságban végzett kísérlet eredményeit hasonlítottam össze, melyek során úgy választottam meg a különböző műtrágyák kijuttatásainak időpontját, halmazállapot- és hatóanyag formáját, hogy minél hasznosabb következtetéseket szűrhessek le belőlük.

Ahhoz, hogy a kísérletben megfelelően választhassam ki a paramétereket, először szakirodalmi kutatást végeztem. Az áttekintésben többek között bemutattam az őszi búza elméleti nitrogénfelvételi időszakait, illetve adott időszakokban a felvett mennyiségét. Ennek tudatában a műtrágya kijuttatási időpontokat a kísérleteimben ehhez igazítottam. Célom az volt, hogy a búza hozzá tudjon férni a nitrogénhez a megfelelő formában akkor, amikor annak legnagyobb szüksége van rá, ezzel csökkentve a dolgozatomban bemutatott nitrogén veszteségeket, ezáltal a környezetre gyakorolt káros hatását. Igyekeztem olyan megoldásokat találni, amik nem csupán a veszteségeket csökkentik, de a búza nitrogénfelvételét hatékonyan meg is növelik.

A kísérletek során a modern, precíziós gazdálkodási eszközök lehetővé tették, hogy az eltérő eredmények könnyedén elemezhetővé váljanak. A betakarító gép által készített hozamtérképek, valamint nedvességtérképek átfogóbb, átláthatóbb képet adtak az eltérő műtrágya kijuttatási módok hatásairól. A kapott eredményeket az adott év időjárási körülményeivel is összehasonlítottam, melyből további hasznos következtetéseket tudtam levonni.

A kísérleteket két különböző évben, évenként 3-3 különböző kijuttatási stratégiával végeztem el. A két különböző évben megvalósuló kísérletek, az időjárási viszonyokon kívül szinte minden feltételben megegyeztek. A kísérleteim eredményei azt a hipotézist igazolták, hogy a nitrogén műtrágyák minél többszöri kijuttatásával, illetve a kijuttatási formák közül a folyékony (nitroszol) műtrágyával való kijuttatással magasabb terméseredményt vagyunk képesek elérni mind csapadékban dúsabb, mind szárazabb évjáratok esetén is. Ez azért volt váratlan, mivel azt feltételeztem, hogy a szilárd műtrágya jobban tud hasznosulni a nagyobb

csapadék által felázott talajban, mint a folyékony műtrágya, amely a nedvesebb talajban könnyebben lemosódhat. Ezen eredmény azt is bizonyítja, hogy ha a folyékony műtrágyát megfelelő mennyiségben, több dózisban juttatjuk ki, akkor elkerülhető a nitrogén veszteség veszélye.

A kísérletek során az őszi műtrágya kijuttatással biztosítottuk, hogy a növénynek télen is rendelkezésére álljon elég tápanyag, hogy biztonságosan kicsírázhasson. Mivel a búza +1 °C felett fejlődik, így amikor az időjárás engedte a növénynek a növekedést, rendelkezésére állt megfelelő mennyiségű tápanyag a talajban. A további kijuttatásokkor azért preferáltuk a nitroszol (UAN) oldat használatát, mivel az tartalmaz nitrátot, ammóniumot, illetve karbamidot. A nitrát gyors nitrogén utánpótlást biztosít a növénynek, az ammónium ennél viszont kissé lassabban biztosít tápanyagot. Ezen felül, mivel a karbamidnak még a talajban át kell alakulnia ahhoz, hogy a növény számára felvehetővé váljon, ez biztosítja leglassabban a növény számára a nitrogén felvételt. Ezáltal egyszerre biztosítunk az őszi búza számára gyors, illetve hosszútávú nitrogénellátást is. Így a tápanyagellátást - a dózisok megfelelő időben való kijuttatása esetében - a búza nitrogénfelvételi görbéjére pontosan rá tudjuk illeszteni.

Összességében elmondható, hogy a kísérlet során legoptimálisabbnak ítélt 1. kezelési stratégia – mely során több, kisebb mennyiségű hatóanyagot juttattunk ki folyékony formában – alkalmazásával nemcsak gazdaságilag érhetünk el jobb eredményt, hanem a környezetvédelem szempontjából is felelős döntést hozhatunk. A magasabb hektáronkénti terméshozammal garantálhatjuk az ország és a környező régiók élelmiszerellátásának biztonságát, valamint az alacsonyabb ráfordítási költségekkel gazdaságunk profitabilitását is.

## **7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS**

Szeretném megköszönni a konzulensemnek, Dr. Mikó Péter Pálnak a szakdolgozat elkészítéséhez nyújtott segítségét, útmutatásait és építő jellegű kritikáit, amelyek során nem csupán a szakdolgozatom színvonala emelkedett, hanem szakmailag is sokat fejlődhettem.

Szeretnék köszönetet mondani a családomnak, hogy támogattak tanulmányaim során, valamint külön köszönöm, hogy családi gazdaságunk teret adott a vizsgálataim elvégzéséhez.

## 8. IRODALOMJEGYZÉK

Allaby M. (2010), Liebig's law of the minimum, Oxford Reference.

[Http://www.oxfordreference.com/display/10.1093/oi/authority.20110803100104700](http://www.oxfordreference.com/display/10.1093/oi/authority.20110803100104700)

(Megtekintve: 2023.08.03.)

Botz E. (1996), Szántóföldi növénytermesztés, Mezőgazda kiadó, Budapest

Erdeiné Sz. (2020), A precíziós gazdálkodás jelentősége a mezőgazdaság

versenyképességében, Ideas. [Http://ideas.repec.org/a/bbs/multid/v2020y2020i2p43-](http://ideas.repec.org/a/bbs/multid/v2020y2020i2p43-58.html)

[58.html](http://ideas.repec.org/a/bbs/multid/v2020y2020i2p43-58.html) (Megtekintve: 2023.06.23.)

Fernandez F. (2021), Spring fertilizer decisions: Should you use nitrogen inhibitors and other enhanced efficiency fertilizers?, University of Minnesota Extensions.

[Http://blog-crop-news.extension.umn.edu/2021/03/spring-fertilizer-decisions-should-you.html](http://blog-crop-news.extension.umn.edu/2021/03/spring-fertilizer-decisions-should-you.html) (Megtekintve: 2023.11.02.)

Fülkey Gy. (1999), Tápanyag gazdálkodás, Mezőgazda kiadó, Budapest

Gaile Z., Litke L., Ruža A. (2018), Effect of nitrogen fertilization on winter wheat yield and yield quality, Research gate.

[Http://www.researchgate.net/publication/329246986\\_Effect\\_of\\_nitrogen\\_fertilization\\_on\\_winter\\_wheat\\_yield\\_and\\_yield\\_quality](http://www.researchgate.net/publication/329246986_Effect_of_nitrogen_fertilization_on_winter_wheat_yield_and_yield_quality) (Megtekintve: 2023.10.25.)

Gribek D. (2022), Green Deal – A gazdálkodók időt kérnek, a természetvédők szerint már

nincsen, Agroforum. [Http://agroforum.hu/szakcikkek/zoldito/green-deal-a-](http://agroforum.hu/szakcikkek/zoldito/green-deal-a-gazdalkodok-idot-kernek-a-termeszetvedok-szerint-mar-nincsen/)

[gazdalkodok-idot-kernek-a-termeszetvedok-szerint-mar-nincsen/](http://agroforum.hu/szakcikkek/zoldito/green-deal-a-gazdalkodok-idot-kernek-a-termeszetvedok-szerint-mar-nincsen/) (Megtekintve: 2023.04.10.)

Hoffmann B. (2011), Növénygenetika, Digitális tankönyvtár.

[Http://dtk.tankonyvtar.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/8763/0010\\_1A\\_Book\\_03\\_Novenygenetika.pdf](http://dtk.tankonyvtar.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/8763/0010_1A_Book_03_Novenygenetika.pdf) (Megtekintve: 2023.09.11.)

Howell J. (2013), Soil Basics Part V: Topdressing and Sidedressing Nitrogen, The

University of Massachusetts Amherst. [Http://ag.umass.edu/vegetable/fact-sheets/soil-basics-part-v-topdressing-sidedressing-nitrogen](http://ag.umass.edu/vegetable/fact-sheets/soil-basics-part-v-topdressing-sidedressing-nitrogen) (Megtekintve: 2023.11.01.)

Http1 (2020), Borealis L.A.T., A helyes műtrágyázási stratégia a búza esetében, Agroforum.

[Http://agroforum.hu/szakcikkek/novenytermesztes-szakcikkek/a-helyes-mutragyazasi-strategia-a-buza-eseteben/](http://agroforum.hu/szakcikkek/novenytermesztes-szakcikkek/a-helyes-mutragyazasi-strategia-a-buza-eseteben/) (Megtekintve: 2022.09.01.)

- Http2 Őszi búza nitrogéntrágyázási kísérletek első eredményei, 2019 (I.), Agrofil.  
[Http://www.agrofil.hu/hu/hirek/oszi-buza-nitrogenragyazasi-kiserletek-elso-eredmenyei-2019-i](http://www.agrofil.hu/hu/hirek/oszi-buza-nitrogenragyazasi-kiserletek-elso-eredmenyei-2019-i) (Megtekintve: 2022.09.10.)
- Http3 Talajképződési folyamatok, fontosabb növényi tápanyagok körforgalma, A nitrogén körforgása, Sulinet Tudásbázis. [Http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/mezogazdasag/a-mezogazdasagi-termeles-fobb-okologiai-tenyezoi/a-nitrogen-korforgasa/nitrogen-korforgas](http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/mezogazdasag/a-mezogazdasagi-termeles-fobb-okologiai-tenyezoi/a-nitrogen-korforgasa/nitrogen-korforgas) (Megtekintve: 2022.10.23.)
- Http4 (2018), EuroChem Agro Hungary Kft., Hogyan válasszunk nitrogén műtrágyát?, Agrofórum. [Http://agroforum.hu/szakcikkek/novenytermesztes-szakcikkek/hogyan-valasszunk-nitrogen-mutragyat/](http://agroforum.hu/szakcikkek/novenytermesztes-szakcikkek/hogyan-valasszunk-nitrogen-mutragyat/) (Megtekintve: 2022.09.29.)
- Http5 (2023), Falado fajtaismertető, Syngenta. [Http://www.syngenta.hu/oszi-buza-falado](http://www.syngenta.hu/oszi-buza-falado) (Megtekintve: 2023.01.27.)
- Http6 (2020), Yara Hungária, Kén és nitrogén: együtt okosabb, Agrofórum. [Http://agroforum.hu/szakcikkek/tapananyag-utanpotlas/ken-es-nitrogen-egyutt-okosabb/](http://agroforum.hu/szakcikkek/tapananyag-utanpotlas/ken-es-nitrogen-egyutt-okosabb/) (Megtekintve: 2023.02.04.)
- Http7 (2022), A trágyázás és a műtrágya történelme a kezdetektől napjainkig, Ferwant. [Http://www.ferwant.hu/a-tragyazas-es-a-mutragya-tortenelme-a-kezdetektol-napjainkig](http://www.ferwant.hu/a-tragyazas-es-a-mutragya-tortenelme-a-kezdetektol-napjainkig) (Megtekintve: 2023.02.26.)
- Http8, Inhibitorok, Fitoform. [Http://fitohorm.hu/inhibitorok/](http://fitohorm.hu/inhibitorok/) (Megtekintve: 2022.08.17.)
- Http9 (2019), Növényvédelem Nem a nitrifikációs inhibitor jelenti a megoldást! [Http://agraragazat.hu/hir/nem-a-nitrifikacios-inhibitor-jelenti-a-megoldast/](http://agraragazat.hu/hir/nem-a-nitrifikacios-inhibitor-jelenti-a-megoldast/) (Megtekintve: 2023.03.11.)
- Http10, Weather Makó, Meteoblue. [Http://www.meteoblue.com/en/weather/week/mak%c3%b3\\_hungary\\_717902](http://www.meteoblue.com/en/weather/week/mak%c3%b3_hungary_717902) (Megtekintve: 2023.08.22.)
- Http11 (2021), Magyarország éghajlata napjainkban., Life-climcoop. [Http://life-climcoop.hu/2021/12/08/magyarorszag-eghajlata-napjainkban-a-klimavaltozas-hatasara-milyen-szelsoseges-idojarasi-esemenyek-varhatok-magyarorszagon-es-hogyan-hatnak-az-eletunkre/](http://life-climcoop.hu/2021/12/08/magyarorszag-eghajlata-napjainkban-a-klimavaltozas-hatasara-milyen-szelsoseges-idojarasi-esemenyek-varhatok-magyarorszagon-es-hogyan-hatnak-az-eletunkre/) (Megtekintve: 2023.04.24.)
- Http12, Európai Tanács, Az európai zöld megállapodás, Consilium Europa. [Http://www.consilium.europa.eu/hu/policies/green-deal/](http://www.consilium.europa.eu/hu/policies/green-deal/) (Megtekintve: 2023.06.09.)

- Http13 (2021), Betakarításkori minőségi paraméterek mérése megéri!, Kite tudástár.  
[Http://www.kite.hu/tudastar/betakaritaskori-minosegi-parameterek-merese-megeri/229](http://www.kite.hu/tudastar/betakaritaskori-minosegi-parameterek-merese-megeri/229)  
(Megtekintve: 2023.05.14.)
- Http14, Fieldview, Variable rate prescriptions, Climate. [Http://climate.com/](http://climate.com/) (Megtekintve: 2023.08.05.)
- Http15, Tápanyagellátási megoldások, A tápanyagok kijuttatásának időzítése, Yara.  
[Http://www.yara.hu/tapanyagellatas/oszi-buza/tapanyagok-kijuttatasanak-idozítése](http://www.yara.hu/tapanyagellatas/oszi-buza/tapanyagok-kijuttatasanak-idozítése)  
(Megtekintve: 2022.09.10.)
- Http16, Tápanyagellátási megoldások, A búza növekedése és fejlődése, Yara.  
[Http://www.yara.hu/tapanyagellatas/oszi-buza/buza-novekedese-fejlovedese/](http://www.yara.hu/tapanyagellatas/oszi-buza/buza-novekedese-fejlovedese/)  
(Megtekintve: 2022.09.11.)
- Http17, Nintogén veszteség megelőzése, LAT-Nitrogen. [Http://www.lat-nitrogen.com/hu/hu/content/performance-and-efficiency/avoid-nitrogen-losses-445](http://www.lat-nitrogen.com/hu/hu/content/performance-and-efficiency/avoid-nitrogen-losses-445)  
(Megtekintve: 2022.09.06.)
- Http18 (2020), Why Fertilizers are Vital for Supporting, Improving and Protecting Plant Health, Ifa. [Http://www.fertilizer.org/news/why-fertilizers-are-vital-for-supporting-improving-and-protecting-plant-health/](http://www.fertilizer.org/news/why-fertilizers-are-vital-for-supporting-improving-and-protecting-plant-health/) (Megtekintve: 2023.09.11.)
- Http19 (2022, 2023), AgrárKözgazdasági intézet, Műtrágya-értékesítés mezőgazdasági termelőknek. <https://www.aki.gov.hu/termek/mutragya-ertesites-mezogazdasagi-termeloknek-2022-i-negyedev/> (2023.10.29.)
- Hunyadi É., Földi M., Dezsény Z. (2017), Ökológiai gabonatermesztés, ÖMKI, Orgprints.  
[https://orgprints.org/id/eprint/30576/24/Oekologiai%20gabonatermesztes\\_hun.pdf](https://orgprints.org/id/eprint/30576/24/Oekologiai%20gabonatermesztes_hun.pdf)  
(Megtekintve: 2023.09.12)
- Lucheta A., Lambais M. (2012), Sulfur in agriculture, Scielo.  
[Http://www.scielo.br/j/rbcs/a/bLvb4YgJ8tZdfqMqpYXXCNS/](http://www.scielo.br/j/rbcs/a/bLvb4YgJ8tZdfqMqpYXXCNS/) (Megtekintve: 2023.10.03.)
- Németh T. (2019), Talajaink nitrogén-tartalma és a nitrogén trágyázás, Magyar Tudományos Akadémia, Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Budapest. <file:///D:/Downloads/3562-Article%20Text-6435-1-10-20191010.pdf> (Megtekintve: 2022.11.8.)

- Pepó P. (2019), Interaktív hatások az őszi búza tápanyagellátásában, Agrofórum.  
[Http://agroforum.hu/lapszam-cikk/interaktiv-hatasok-az-oszi-buza-tapanyagellatasaban/](http://agroforum.hu/lapszam-cikk/interaktiv-hatasok-az-oszi-buza-tapanyagellatasaban/) (Megtekintve: 2023.01.12.)
- Poncet A.M. (2011), Maximizing agriculture equipment capacity using precision agriculture technologies, Ispag. [Http://www.ispag.org/abstract\\_papers/papers/abstract\\_1277.pdf](http://www.ispag.org/abstract_papers/papers/abstract_1277.pdf) (Megtekintve: 2023.07.30.)
- Popp J., Erdei E., Oláh J. (2018), Outlook of precision farming in Hungary, Műszaki és Menedzsment Tudományi Közlemények.  
[Http://ojs.lib.unideb.hu/IJEMS/article/view/4999/4742](http://ojs.lib.unideb.hu/IJEMS/article/view/4999/4742) (Megtekintve: 2023.06.07.)
- Saggar S., Roudier P., Kim D. (2012), The effect of nitrification inhibitors on soil ammonia emissions in nitrogen managed soils: a meta-analysis, Springer link.  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10705-012-9498-9> (Megtekintve: 2023.10.28)
- Scott C., Daryl B. (2022), Nitrogen in the Environment: Nitrogen Cycle, Extension. University of Missouri. [Http://extension.missouri.edu/publications/wq252](http://extension.missouri.edu/publications/wq252) (Megtekintve: 2023.08.15.)
- Szabó E. (2016), Szántóföldi kultúrák fejtrágyázásának aktuális kérdései, Docplayer.  
[Http://docplayer.hu/17941545-Szantofoldi-kulturak-fejtragyazasanak-aktualis-kerdesei-bertane-szabo-emese.html](http://docplayer.hu/17941545-Szantofoldi-kulturak-fejtragyazasanak-aktualis-kerdesei-bertane-szabo-emese.html) (Megtekintve: 2023.08.02)
- Veres Sz. (2018), A növényi nitrogén-hasznosítás elemei és kihívásai, Core.  
[Http://core.ac.uk/download/pdf/161071775.pdf](http://core.ac.uk/download/pdf/161071775.pdf) (Megtekintve: 2022.10.10.)
- Veres, Sz., Lévai, L., Bákonyi, N., Gajdos, É. (2008): Correlation of nutrient contents and biofertilizations. Cereal Research Communications, 36: 1831–1835



## 9. ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

### 9.1. Ábrajegyzék

1. ábra: Őszi búza tápanyag felvételi diagramja	4. oldal
2. ábra: Őszi búza termesztési tényezők szerepe	5. oldal
3. ábra: Nitrogén körforgása	9. oldal
4. ábra: Nitrogén veszteség	11. oldal
5. ábra: A karbamid átalakulása a talajban	12. oldal
6. ábra: Ureázgátlók működése	13. oldal
7. ábra: Nitrifikációs gátlók működése	13. oldal
8. ábra: Mezőgépesítési forradalmak szakaszai	16. oldal
9. ábra: Csapadékmennyiség Makón 2022-ben és 2023-ban	17. oldal
10. ábra: Makó környéki hőmérséklet 2022-ben	18. oldal
11. ábra: Makó környéki hőmérséklet 2023-ban	18. oldal
12. ábra: Őszi búza csírázási fázisa közelről és távolról a 2022/2023-as kísérletben	19. oldal
13. ábra: Őszi búza kelés-bokrosodási fázisa a 2022/2023-as kísérletben	19. oldal
14. ábra: Őszi búza szárbaindulási fázisa a 2022/2023-as kísérletben	20. oldal
15. ábra: Őszi búza tejesérési fázisa a 2022/2023-as kísérletben	20. oldal
16. ábra: Őszi búza viaszérési fázisa a 2022/2023-as kísérletben	21. oldal
17. ábra: Az érett őszi búza állomány aratása a 2022/2023-as kísérletben	21. oldal
18. ábra: A 2022/2023-as kísérlet három kezelési területe	24. oldal
19. ábra: Az őszi búza nitrogén felvételi potenciálja és a kísérletek során kijuttatott hatóanyag összesített mennyisége, valamint azok kijuttatási időpontjai	26. oldal
20. ábra: A 2022/2023-as kísérlet 1. és 2. kezelési stratégiáinak hozameredményei	28. oldal
21. ábra: A 2022/2023-as kísérlet 3. kezelési stratégiájának hozameredménye	28. oldal
22. ábra: A 2022/2023-as kísérlet 1. és 2. kezelési stratégiáinak nedvességadatai	30. oldal
23. ábra: A 2022/2023-as kísérlet 3. kezelési stratégiájának nedvességadatai	30. oldal

## **9.2. Táblázatok jegyzéke**

1. táblázat: A 2021/2022-es kísérlet ökonómiai elemzése	27. oldal
2. táblázat: A 2022/2023-es kísérlet ökonómiai elemzése	29. oldal

## 10. NYILATKOZATOK

### 10.1. Hallgatói nyilatkozat

**NYILATKOZAT**

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

A hallgató neve: FEJES ADÁM

A Hallgató Neptun kódja: CIM979

A dolgozat címe: Nitrogén kijuttatás időzítése őszi rizsban.

A megjelenés éve: 2023

A konzulens intézetének neve: Növénytermesztési - tudományok intézet

A konzulens tanszékének a neve: Agro-nómia tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>2</sup> egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

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

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

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

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

Kelt: 2023 év 11 hó 04 nap

Fejes Adám  
Hallgató aláírása

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.  
<sup>2</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

## 10.2. Konzulensi nyilatkozat

### NYILATKOZAT

FEJES ADÁM (név) (hallgató Neptun azonosítója: CIM 979)  
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a  
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót<sup>1</sup> 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>2</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>\*3</sup>

Kelt: 2023 év 11. hó 4. nap

  
belső konzulens

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

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendó.

<sup>3</sup> A megfelelő aláhúzendó.