

# **SZAKDOLGOZAT**

**Csontos Mihály**

**2025**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**  
**Kaposvári Campus**  
**NÖVÉNYTERMESZTÉSI-TUDOMÁNYOK INTÉZET**  
**Mezőgazdasági mérnöki alapképzési szak**

**Őszi búza termésreakciójának vizsgálata egy költség- és  
környezetkímélő tápanyag-utánpótlási rendszerben**

**Belső konzulens:** Dr. Hoffmann Richárd  
egyetemi docens

**Belső konzulens  
intézete/tanszéke:** Növénytermesztési-  
Tudományok Intézet/  
Agronómia tanszék

**Készítette:** Csontos Mihály  
**BMMK98**  
nappali tagozat

**Kaposvár**  
**2025**

# Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS .....	3
1.1 CÉLKITŰZÉSEK .....	3
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS .....	5
2.1 AZ ŐSZI BÚZA (TRITICUM AESTIVUM) JELENTŐSÉGE.....	5
2.1.1 Az őszi búza származása és felhasználása .....	5
2.1.2 Termesztésének helyzete a világban és hazánkban.....	5
2.2 AZ ŐSZI BÚZA KÖRNYEZETI IGÉNYEI.....	7
2.2.1 Talajigénye.....	7
2.2.2 Éghajlatigénye.....	8
2.3 AZ ŐSZI BÚZA TERMESZTÉSÉNEK AGROTECHNIKAI ELEMEI.....	9
2.3.1 Vetésváltás .....	9
2.3.2 Talaj-előkészítés .....	9
2.3.3 Vetéstechnológia.....	9
2.3.4 Az őszi búza fejlődéséhez szükséges lényeges tápelemek és tápanyag- utánpótlásának lépései .....	10
2.3.4.1 A nitrogén (N) szerepe az őszi búza termesztésben .....	10
2.3.4.2 A foszfor (P) szerepe az őszi búza termesztésben.....	10
2.3.4.3 A kálium (K) szerepe az őszi búza termesztésben .....	11
2.3.4.4 A mangán (Mn) szerepe az őszi búza termesztésben .....	12
2.3.4.5 A cink (Zn) szerepe az őszi búza termesztésben.....	12
2.3.4.6 A réz (Cu) szerepe az őszi búza termesztésben.....	13
2.3.4.7 Az őszi búza trágyázása .....	13
2.3.5 Növényvédelem .....	15
2.3.6 Betakarítás.....	16
2.4 AZ ŐSZI BÚZA MINŐSÉGI ÉRTÉKMÉRŐI.....	16
2.4.1 Malomipari minőség .....	16
2.4.2 Sütőipari minőség .....	17
2.5 PROPLANTA, A KÖLTSÉG– ÉS KÖRNYEZETKÍMÉLŐ TÁPANYAGGAZDÁLKODÁSI SZAKTANÁCSADÁSI RENDSZER .....	18
3. SAJÁT VIZSGÁLATOK.....	20
3.1 ANYAG ÉS MÓDSZER .....	20
3.1.1 A tartamkísérlet beállításának módjai.....	21
3.2 EREDMÉNYEK ÉS KIÉRTÉKELÉSÜK .....	22
3.2.1 Az őszi búza termésmennyiségének alakulása .....	23
3.2.2 Az őszi búza ezermagtömegének alakulása .....	25
3.2.3 Az őszi búza nyersfehérje-tartalmának alakulása .....	26
3.2.4 Az őszi búza nedvessikér százalékának alakulása .....	27
3.2.5 Többtenyezős varianciaanalízis (ANOVA) eredményei .....	28
3.2.6 A talajállapot és környezeti tényezők hatása a szemtermésre .....	29

3.2.7 Csapadékkal összefüggő anomáliák hatása a szemtermésre.....	31
3.2.8 Nitrogén és foszfor közötti kölcsönhatás szemtermésre gyakorolt hatása.....	32
3.2.9 Nitrogén és kálium közötti kölcsönhatás szemtermésre gyakorolt hatása.....	33
3.2.10 Foszfor és kálium közötti kölcsönhatás szemtermésre gyakorolt hatása.....	33
3.3 FEDEZETI HOZZÁJÁRULÁS ALAKULÁSA A KÍSÉRLET IDEJÉN .....	34
3.4 KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK .....	37
4. ÖSSZEFOGLALÁS.....	39
5. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	41
6. IRODALOMJEGYZÉK.....	42
7. ÁBRAJEGYZÉK/TÁBLÁZATJEGYZÉK .....	46
8. MELLÉKLETEK .....	48

# 1. Bevezetés

Dolgozatom központi témája az őszi búza köré csoportosul, amely a kukorica és a rizs mellett az egyik legjelentősebb gabonanövény. Ezen kultúra rendelkezik a legtöbb lelettel és emlékekkel a többi termesztett kultúra közül, hosszú időszakon át szerepet játszva az élelmiszer-előállításban és az állatok takarmányozásában. Az őszi búza egyik legkiemelkedőbb tulajdonságai közé tartozik a talajokhoz való kiváló alkalmazkodóképessége, amelynek köszönhetően hazánkban évről évre közel 1 millió hektáron termesztik. Ugyanakkor a legtöbb termésre a mezőségi talajokon lehet számítani, mert ezek rendelkeznek olyan mély termőréteggel, megfelelő szerkezettel, tápanyagokkal és kedvező vízgazdálkodással, amelyek minden szempontból kielégítik az igényeit.

A termesztés sikerét nagyban meghatározzák a termőhelyi viszonyok, az évjárat. Kiemelkedő fontossággal bír, hogy a tápanyagutánpótlás mindig a legmegfelelőbb időpontban történjen a kultúra igényeihez viszonyítva. A szakszerű munka elvégzéséhez, pedig elengedhetetlen a talajvizsgálat és a tápanyag-utánpótlási szaktanácsadás. Napjainkban fejlett szoftveres alapon működő szaktanácsadási rendszerek állnak a termelők rendelkezésére, melyeket folyamatosan fejlesztenek. Nem mindegy azonban, hogy a változó termőhelyi adottságok mellett mely trágyázási szemléletek azok melyek egyszerre jelentenek termésbiztonságot, költséghatékonyságot, biztosítva fenntartható egyben környezetkímélő árutermelést.

Azért választottam ezt a témát, mert támogatom az ésszerű és szakszerű tápanyagutánpótlást és jelen kísérlet is azt próbálja bemutatni, hogy el lehet érni a kedvező termésmennyiséget és -minőséget megfelelő műtrágyahasználattal, amellyel nemcsak a költségek lesznek alacsonyabbak, hanem a környezet terhelésének mértéke is.

## 1.1 Célkitűzések

Az őszi búza hazai termesztése egyre nagyobb jelentőséggel bír. A megváltozó időjárási körülmények, az enyhe telek és aszályos nyarak az őszi vetésű kultúrák termesztésének kedveznek. A cél, hogy növelni tudjuk a termésbiztonságot, ami mögött nem csak a jó fajtaválasztás, a hatékony növényvédelem, de az okszerű tápanyag-utánpótlás is áll. Az őszi

búza egyaránt igényes a makroelemekre, mint a nitrogén és a foszfor, de gyakran juttatunk ki alá káliumot is.

Célunk volt, hogy megismerjük és megértsük, hogy a különböző tápanyagutánpótlási rendszerek hogyan befolyásolják a termés hozamot karöltve az időjárás viszonyokkal, hiszen ezek nem választhatók el egymástól. Célunk volt továbbá, hogy megvizsgáljuk, hogy a különböző környezeti hatások közül melyeknek van a legnagyobb befolyásuk a termés hozamra, illetve a nitrogén – foszfor – kálium hármából kimutassuk az együtthatásokat (antagonizmusokat), hogy ezzel is erősítsük a gazdaságos, és egyben környezetkímélő szemléletmódot.

## **2. Szakirodalmi áttekintés**

### **2.1 Az őszi búza (*Triticum aestivum*) jelentősége**

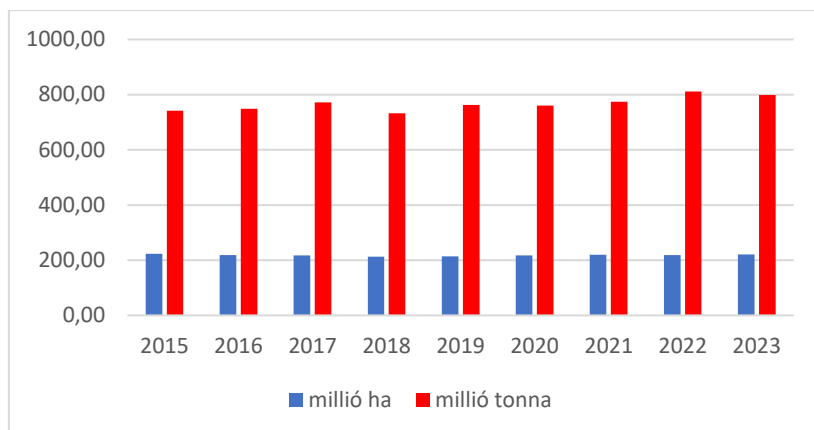
#### **2.1.1 Az őszi búza származása és felhasználása**

A régészeti kutatások során sikerült olyan, az i.e. VI. évezredből származó leletekre találni, amelyek a korabeli búzatermesztés jegyeit hordozzák magukon. Ilyenek például Knósszosz gazdasági épületei, a Gízai piramisok sírkamrái, valamint Ninive és Babilon magtárai, ahol az abban az időben termesztett fajták magvait sikerült fellelni, valamint ezen magokból előállított kenyér és egyéb élelmiszer maradványokat is. Érdekesség, hogy az összes termesztett kultúra közül a búzának vannak a legjobban dokumentált és rendelkezésre álló írásos és tárgyi emlékei. Ezekből a leletekből következtet arra a tudomány, hogy a búzatermesztés fejlődése párhuzamba állítható az emberi társadalmak fejlődésével és történelmével (Antal és mtsai. 2005).

A búza termesztésének elsődleges szerepe az élelmiszer-előállításban van. Felhasználása sokrétű, a kenyér mellett számos termék állítható elő a tészta-, sütő- és cukrászipar által. Emellett az abrakfogyasztó állatok takarmányainak is fontos komponense lehet (Radics és mtsai. 1994). A szalmát alomanyagként lehet hasznosítani az állattenyésztési ágazatokban és felhasználja a takarmányipar és a papíripar is. Az energetikai ipar felől is növekszik a kereslet a szalma iránt (Jóri 2020), amely a növénytermesztés szempontjából mindenképpen károsnak mondható, hiszen ezzel jelentős mennyiségű szervesanyag veszik el.

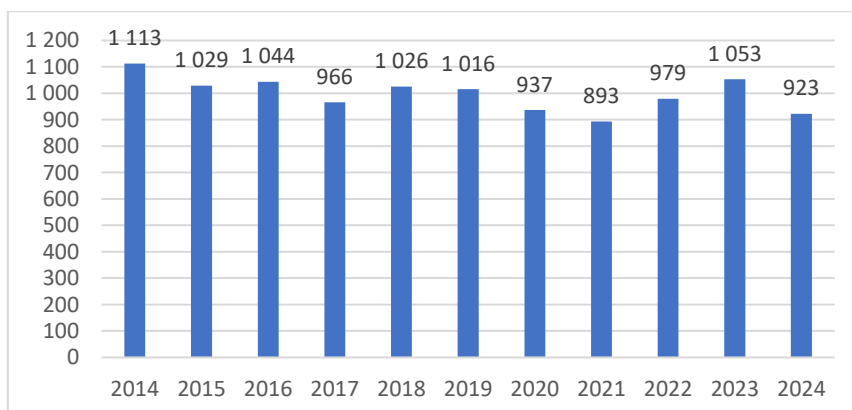
#### **2.1.2 Termesztésének helyzete a világban és hazánkban**

Gabonaféléket közel 740 millió hektáron (2023-ban: 739 millió hektár) termesztnek világszerte. A globális gabonatermés összesen 3,1 milliárd tonna volt. A legfontosabb gabonafélék közül a kukorica 40%-os, a rizs 26%-os és a búza 25%-os arányban járt hozzá a globális termeléshez 2023-ban (FAOSTAT). A világon betakarított búza vetésterülete évről évre közel azonos, 215-220 millió hektárt tesz ki. Az elmúlt években a világ búzatermése 730-810 millió tonna között mozgott évente (1. ábra)



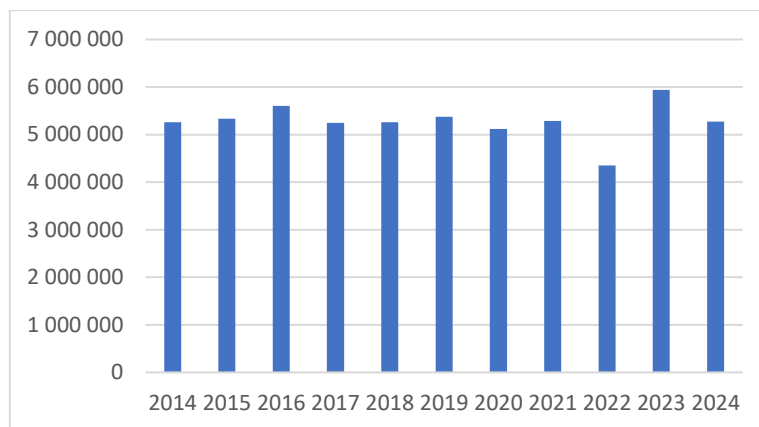
**1. ábra: A világ búzavetésterülete (ha) és búzatermésének (tonna) alakulása 2015-2023 között (Forrás: saját szerkesztés FAOSTAT adatai alapján)**

Magyarországon az eddigi rendelkezésre álló adatok alapján 2024-ben 923 ezer hektáron vetettek őszi búzát. Az előző évhez képest 130 ezer hektárral csökkent a kultúra vetésterülete. Ezen jelentősebb csökkenés a pihentetett területek és az időszaki gyepterületek méretének növekedésével, illetve az ipari növények termesztése irányába mutatott nagyobb fokú érdeklődéssel magyarázható (2. ábra).



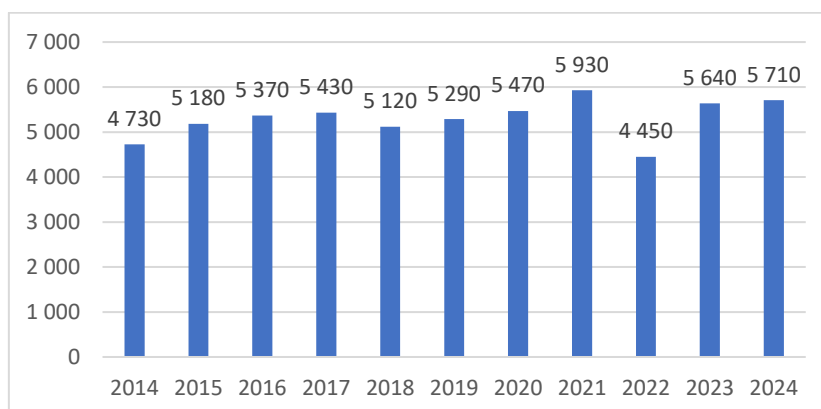
**2. ábra: Magyarország búza vetésterülete (ezer ha) 2014-2024 között (Forrás: saját szerkesztés KSH adatok alapján)**

A korábbiakban említett indokokból adódóan az őszi búza termésmennyisége is lecsökkent. 2024-ben 5,27 millió tonna termett az országban, közel 700 ezer tonnával kevesebb 2023-hoz képest (3. ábra).



**3. ábra: Magyarország búzatermésének (tonna) alakulása 2014-2024 között (Forrás: saját szerkesztés KSH adatok alapján)**

A hazánkban mért termésátlag 2024-ben elérte a 5710 kg/ha-os értéket, amely kicsivel több a 2023-as termésátlaghoz viszonyítva. Az elmúlt tíz évben a búza terméshozama kiegyensúlyozott volt a 2022-es száraz, aszályos év kivételével. (Szigethy 2024, 4. ábra).



**4. ábra: Magyarország búza termésátlaga (kg/ha) 2014-2024 között (Forrás: saját szerkesztés KSH adatok alapján)**

## 2.2 Az őszi búza környezeti igényei

### 2.2.1 Talajigénye

Az őszi búza olyan növények körébe sorolható, amely jól adaptálódik a különböző talajokhoz, ugyanakkor a növekedéséhez és fejlődéséhez nagyobb mennyiségű vizet és számára könnyen felvehető tápanyagokat kíván. Termesztéséhez a legalkalmasabbak a mezőségi talajok, mivel jó szerkezetűek, mély termőrétégűek, tápanyagban gazdagok és jó vízgazdálkodással rendelkeznek (Radics és mtsai 1994). Pepó (2018) az őszi búza tápanyagreakcióját vizsgálta

csernozjom talajon. A kísérlet során megfigyelték, hogy a Kontrol, azaz trágyázatlan kezelésnél néhány esetben hat tonnás termésmennyiséget sikerült realizálni a tápanyagban gazdag csernozjom talajon (Pepó 2018). Ezen kívül kedvező terméseredményeket lehet elérni például humuszos homoktalajokon, meszes, vályogos öntés- és réti agyagtalajokon, illetve közép kötött barna erdőtalajokon is (Radics és mtsai. 1994). Igényeit közepesen elégítik ki a laza erdőtalajok és a javított szikesek (Antal és mtsai. 2005). Amennyiben egy talajra jellemző, hogy hideg, vizenyős, sülevényes, sekély termőrétegű (Radics és mtsai. 1994), valamint kavicsos-köves és erózióra, deflációra hajlamos, akkor az a talaj alkalmatlan búzatermesztésre (Antal és mtsai. 2005).

### **2.2.2 Éghajlatigénye**

Az őszi búza számára a mérsékelt égöv éghajlati feltételei felelnek meg a leginkább. Termésének mennyiségében és minőségében jelentős szerepet játszanak az éghajlati tényezők, ezeken belül is főleg a csapadék (Radics és mtsai. 1994), amelynek nem is mennyisége, hanem elsősorban eloszlásának aránya meghatározó. Csapadékigénye szerényebbnek mondható, minimum 300-350 millimétert igényel, de a legoptimálisabb fejlődéshez és növekedéshez 500-600 milliméter csapadék szükséges (Antal és mtsai. 2005). A kultúra kezdeti fejlődésének idején csapadékos időjárást igényel, továbbá fontos, hogy az őszi enyhe és kellően hosszú legyen ahhoz, hogy megfelelően megerősödve kerüljön bele a hidegebb téli hónapokba (Radics és mtsai 1994). Csapadékhiány negatívan hat a kelésre, a növény kisebb lesz, csökken a kalászok és a szemek száma, valamint kevesebb lesz a realizálható szemtermés mennyisége is (Nyaupane és mtsai 2023).

Az őszi búza hőmérséklet-tartománya - 20 és + 40 Celsius fok között mozog (Antal és mtsai. 2005). Ugyanakkor 32 Celsius fok felett már jelentkeznek a hőstressz jelei, amelyekhez termésmennyiség csökkenés társul (Cherlinka 2025). A termésmennyiség átlagosan hat százalékkal csökken minden Celsius fokkonkénti hőmérséklet emelkedéssel (Akter és Islam 2017). A téli időszakban hótakaró esetén - 25 Celsius fokot is képes elviselni (Radics és mtsai. 1994.), ugyanakkor, ha a hóval fedett időszak meghaladja a 90 napot, az már káros hatással bírhat a későbbi növekedésre és fejlődésre (Antal és mtsai. 2005).

## **2.3 Az őszi búza termesztésének agrotechnikai elemei**

### **2.3.1 Vetésváltás**

A búza egyik legjobb előveteményeihez a hüvelyes növények tartoznak. A borsó kiemelkedő jelentőségű, mivel korán betakarításra kerül és szármaradványai könnyen bomlanak. Ezek mellett a nitrogényűjtésének köszönhetően akár negyven kilogramm nitrogént köt meg hektáronként, így jelentős mennyiségű műtrágya spórolható meg. Kiváló elővetemény számára az őszi káposztarepce. Gyökérzetének köszönhetően betakarítása után jó szerkezetű magágy készíthető a búza számára. Megfelelő továbbá a lucerna is, viszont fontos megjegyezni, hogy a második kaszálás után fel kell törni az állományt, hogy ne maradjon hátra nagy mennyiségű gyökérmaradvány. Rossz előveteményei mindazon növények, amelyek későn kerülnek le, sok növényi maradványt hagynak maguk után, mint például a cukorrépa, illetve közös betegségeik és kártevőik vannak, azaz önmaga és egyéb kalászosok (Dóka és mtsai 2022).

### **2.3.2 Talaj-előkészítés**

A vetés előtti talajműveleteket meghatározza, hogy az elővetemény milyen időpontban kerül betakarításra, valamint mennyi növényi maradványt hagy maga után. Korán lekerülő elővetemény esetén tarlóhántást és annak ápolását kell elvégezni a felszín zárásával (Dóka és mtsai. 2022). Következő lépés az alapművelés, amely lehet kultivátorozás, közép-mély lazítás, illetve szántás. Fontos a művelések utáni tömörítés, hiszen ezáltal megakadályozható a talaj humuszkészletének fogyása a levegőkedvelő mikrobiális szervezetek élénk tevékenységének csökkentésével. Későn lekerülő elővetemény esetén a tarlóhántás elmarad. Amennyiben kevés a gyökér- és szármaradvány, akkor forgatás nélküli talajművelés ajánlott, ugyanakkor, ha sok növényi maradvány marad vissza, akkor a forgatásos alapművelést szárzúzás előzi meg (Zsár 2019).

### **2.3.3 Vetéstechnológia**

Az őszi búzavetés idejének megválasztása kritikus szempont. A korai vetés tél előtti túlfejlődéshez vezet, kései vetés pedig alulfejllettséghez, így könnyebben ki van téve a kultúra a fagykár veszélyeinek. Mindkettő esetről terméscsökkenés figyelhető meg (Fowler 1982; Hanslin és Mortensen 2010). Az optimális vetésidő október elseje és huszadika közé tehető. A vetés mélységét a fajták igénye mellett a talajok kötöttsége is meghatározza. Kötött talajokon

négy-öt centiméter, lazább szerkezetűek esetén öt-hét centiméter mélyre, jellemzően tizenkettő centiméteres sortávolságra kell vetni. A szükséges vetőmag mennyiséget az adott fajta bokrosodási képessége és a körülmények határozzák meg, de általánosságban 4,5-6 millió csíraszámban vetnek hektáronként (Radics és mtsai. 1994).

### **2.3.4 Az őszi búza fejlődéséhez szükséges lényeges tápelemek és tápanyag-utánpótlásának lépései**

#### **2.3.4.1 A nitrogén (N) szerepe az őszi búza termesztésben**

A nitrogén döntő szerepet játszik a kultúra minőségének és termésmennyiségének kialakításában. Részt vesz a búza enzimeinek, vitaminjainak és fehérjéinek felépítésében (Kismányoki és mtsai. 2013). Továbbá hatással van a feldolgozhatóságra és a lisztjéből készült tészta minőségére. Ugyanakkor a búza nitrogénfelhasználása gyengének mondható, mert csak 30-35 százalékát hasznosítja a talajban lévő nitrogénkészletnek (Wang és mtsai. 2021). Hiányára érzékenyen reagál (Hoffmann és Karika 2018) amikor is a levelek a csúcs felől sárgulnak, majd idővel barnulnak, vékony és rövid szárat fejleszt, a bokrosodás elmaradhat vagy igen gyenge lesz, illetve kisméretű kalász képződik (Kismányoki és mtsai. 2013). Egy 2021-es kínai kutatócsoport munkájában olvasható, hogy a szentelítődéskor fellépő nitrogénhiány a fotoszintézis csökkenésével jár. Továbbá, megnőtt a szén és nitrogén aránya, amely a szemek fehérjetartalmának csökkenéséhez vezetett, ugyanakkor fokozta a keményítő- és cukor szintézist a szemek telítődése során (Wang és mtsai. 2021). Többlet esetén a növény sötétzöld színűvé válik, levelei szélesebbek és nedvdúsabbak lesznek a megszokottnál, csökken bizonyos betegségekkel szembeni rezisztenciája, szöveteire jellemző a laza szerkezet, valamint nő a megdőlési hajlama (Kismányoki és mtsai. 2013). Utóbbi, pedig nehezíti a betakarítást és utat nyit a fertőző betegségeknek, így termésmennyiség csökkenést idézve elő.

#### **2.3.4.2 A foszfor (P) szerepe az őszi búza termesztésben**

A foszfornak kiemelkedő feladata van az energetikai-háztartásban, az anyagcsere folyamatokban és a genetikai irányításért felelős vegyületek felépítésében (Kismányoki és mtsai. 2013). Segíti a gyökerek növekedését és fejlődését, amely több víz és tápanyag felvételét teszi lehetővé (Adnan és mtsai. 2020). Megfigyelték, hogy a búza gyökere a vetéstől számított 32 napban rendkívül gyorsan fejlődik, majd ezután lelassul és a foszforfelvétele is visszaesik (Lu és Barber 1985). Továbbá, a foszfor javítja és fenntartja a nitrát redukáz enzim működését

is (Adnan és mtsai. 2020), amely a nitrogén aminosavakba való beépüléséért felelős (Decsi 2023). Egy 1998-as tanulmány arról ír, hogy megfelelő foszforellátottsággal sikerült javítani a vízhiány okozta lassú levélfejlés mértékén (Gutiérrez-Boem és Thomas 1998). A fejlődő növények foszfortartalékai gyorsan kimerülnek (Hoffmann és Karika 2018), hiánya esetén a búzán gyenge bokrosodás, szárrövidülés, illetve a szár átmérőjének csökkenése figyelhető meg. A kultúra leveleinek sötétzöld színűvé válása, továbbá a szár és a levélhüvely bíborvörös színe is foszforhiányra hívja fel a figyelmet. Megfigyelhető, hogy a búza idősebb levelei a csúcs felől száradnak, amelyet a teljes levél száradása és idő előtti lehullása követ. A kalászok kis méretűek lesznek, bennük pedig töppedt szemek fejlődnek (Kismányoki és mtsai. 2013). A hiánytünetek leggyakrabban a tavasz kezdetén jelennek meg, amikor a foszfor hideg talajból való felvétele korlátozott (Hoffmann és Karika 2018). A foszfortöbblet általában más ásványi anyagok - például cink, vas, bór, réz, mangán és kalcium - hiányát és forgalmát idézheti elő (Kismányoki és mtsai. 2013).

#### **2.3.4.3 A kálium (K) szerepe az őszi búza termesztésben**

A kálium fontosságát a szerkezetstabilizáló és aktiváló tevékenységeiben találjuk (Kismányoki és mtsai. 2013). Kiemelkedő szerepe van az ozmoreguláció folyamataiban, a fehérje- és fotoszintézisben, a tápanyagok felvételében és szállításában (Niu és mtsai. 2013). Továbbá számos enzimreakciót aktivál leginkább a nagy molekulatömegű szénhidrogén- és fehérjevegyületek képződése során. Erősíti a búza áttelelésképességét, azáltal, hogy az ozmotikus vízmegkötés mértékét növeli, valamint a sejtek közötti jégképződés során a sejtek nehezebben fognak kiszáradni. Kezdeti fejlődés idején a fotoszintézist stimulálva megemelkedik a szövetek szénhidrátartalma, amely megvédi a fehérjemolekulákat a felmelegedést követő kicsapódástól (Hoffmann és Karika 2018). 2013-ban egy Pakisztánban végzett kísérlet azt eredményezte, hogy a kálium lombtrágyaként való alkalmazása segítette a búza hőstresszel szembeni ellenállóképességét bokrosodáskor, virágzáskor és szemtelítődéskor, így javítva a terméseredményeken (Raza és mtsai. 2013). Szintén 2013-ban ismertették eredményeiket egyiptomi kutatók, akik a kálium hatását mérték sóstressz alatt. A kísérletet laboratóriumi körülmények között végezték. Nem meglepő módon a víz sótartalmának megnövelésével arányosan csökkent a termésmennyiség is, ugyanakkor amikor káliumot is juttattak ki a sóval együtt, akkor csökkentette a stresszhatást, azaz javultak a terméseredmények (El-Lethy és mtsai. 2013). Egy 2014-es kínai tanulmányban olvasható, hogy a szükséges káliumhatóanyag felét alaptrágyaként, a másik felét a szárbainduláskor kijuttatva

javult a termésmennyiség és a minőségi paraméterek is (Lu és mtsai. 2014). 2006-ban Bangladesben végzett kísérlet során a kálium vízhiánykori hatását vizsgálták. Az ajánlottnál több kálium kijuttatásával javult a búza nitrogén, foszfor és kálium felvétele, valamint javult a termésnövekedés mértéke is (Baque és mtsai. 2006). Káliumhiányt sokszor nehezen érzékelhetjük, mert „rejtett éhség” módjaként lép fel, amely megdőlésben és rosszabb vízhasznosításban mutatkozik meg (Hoffmann és Karika 2018). Továbbá, kálium deficit esetén a fiatalabb levelek kékeszöldes színűvé válnak, valamint elkeskenyednek. Az idősebb leveleken a csúcstól kezdve a szélek mentén sárgulás, később barnulás figyelhető meg, amelyet perzseléses elhalás követ. Indukáló jel továbbá a túlzott mértékű bokrosodás, a szárrövidülés és vékonyodás, illetve kalászt fejlesztő szárok számának csökkenése. Káliumtöbblet rendszerint nem figyelhető meg, ugyanakkor túladagolása közvetett hatással lehet bizonyos ásványi elemek hiányára, mint például kalcium és magnézium esetében (Kismányoki és mtsai. 2013).

#### **2.3.4.4 A mangán (Mn) szerepe az őszi búza termesztésben**

A mangán nélkülözhetetlen szerepet tölt be a növények életében. Részt vesz a klorofill bioszintézisben, a PSII fotoszintetikus rendszer elektrontranszportjában (Dhaliwal és mtsai. 2023; Campbell és Nable 1988), valamint prekürzora hormonoknak, lignineknek és aromás aminosavaknak. Abbas és mtsai. (2011) kutatásuk során az NPK műtrágyát mangánlombtrágyával egészítették ki és hattized tonnával több volt a termésmennyiség, mint a lombtrágyázatlan NPK kezelésnél. Továbbá jelentősen megnőtt a nitrogén, kálium és mangán felvétel a mangánkiegészítés hatására (Abbas és mtsai. 2011). A mangánhiány levelek közötti klorotikus tünetekben és a leveleken jelentkező sötétbarna foltokban jelentkezik. Hiányakor búzában megnő a szeptóriás levélfoltosság terjedésének mértéke (Campbell és Nable 1988).

#### **2.3.4.5 A cink (Zn) szerepe az őszi búza termesztésben**

A cink számos anyagcsere-folyamatban részt vevő enzimnek az alkotóeleme. Firdous és mtsai (2018) kísérletéből kiderült, hogy a cinktrágyázás búza esetében termésmennyiség növelő hatással bírt, emellett megnövekedett a keletkezett szalma mennyisége is. Ugyanakkor nem volt hatással a kalászok hosszára, a harvest indexre és az ezermagtömegre sem. Hiánya esetén lecsökkent a fehérjék-, szénhidrátok és a klorofill szintézis intenzitása. Továbbá megfigyelhető a növekedés és fejlődés lassulása, amennyiben a cinktartalmú enzimek nem állnak rendelkezésre a szükséges mennyiségben (Kaiser és mtsai. 2024). A cinktöbblet szintén

csökkenti a növekedés mértékét. Emellett zavarokat okoz az ásványi anyagok felvételében és hasznosulásukban, valamint a fotoszintézis folyamataiban (Kaur és Garg 2021).

#### **2.3.4.6 A réz (Cu) szerepe az őszi búza termesztésben**

A réz a cinkhez hasonlóan enzimatikus folyamatokhoz, például a klorofill szintézishez nélkülözhetetlen elem, továbbá szerepe van a magképzésben is. Karamanos és mtsai (2004) vizsgálták a réztartalmú lombtrágyák őszi búza termésére és minőségére gyakorolt hatásait. Arra az eredményre jutottak, hogy a szárbaszökés elején kijuttatott rézhatóanyag termésmennyiség növelő hatással bírt, amely a bokrosodás elején és a virágzáskor vizsgált esetekben nem volt tapasztalható. Ugyanakkor nem értek el kiemelkedő értékeket a minőség terén egyik beállításnál sem (Karamanos és mtsai. 2004). Rézhiány esetén csökken a növények betegségekkel szembeni ellenállóképessége. Búza esetében hiánya lilásbarna foltokban jelentkezik, továbbá súlyos esetben elmaradhat a termésképzés (Kaiser és Rosen 2023). A réztöbbletre következtethetni lehet a növény állapotából, jellemzőek a klorotikus és nekrotikus tünetek, a gyökér és a föld feletti növényrészek fejlődésének zavarai, súlyos esetben a növény pusztulása is bekövetkezhet (Shabbir és mtsai. 2020).

#### **2.3.4.7 Az őszi búza trágyázása**

Az őszi búza nemesítésével elérhető nagyobb termésmennyiség érdekében komoly hangsúlyt kell fektetni a kultúra tápanyagigényeinek kielégítésére. A növény fajlagos tápanyagigénye 27 kg/t nitrogén, 11 kg/t foszfor, 18 kg/t kálium, 6 kg/t kalcium-oxid, valamint 2 kg/t magnézium-oxid (Kismányoki és mtsai. 2013). A felsorolt tápelemek pótlása megoldható szerves-trágyázással, ugyanakkor ezzel főleg a talaj biológia és fizikai értékeit javíthatjuk (<https://agraragazat.hu/hir/az-oszi-buza-koltseghatekony-npk-tragyazasa/>), mivel megfigyelték, hogy a növény nem reagál rá az elvárt mértékben. Kijuttatásának fő oka lehet a búza utóveteményére – például cukorrépa – gyakorolt pozitív hatása (Pepó és Sárvári, 2011). Emiatt a legészszerűbb megoldást az NPK műtrágyák és egyéb mikroelem készítmények használata jelenti (<https://agraragazat.hu/hir/az-oszi-buza-koltseghatekony-npk-tragyazasa/>).

*Startertrágyázással* vetéssel egy menetben is megoldható a nitrogénnel és mikroelemekkel kiegészített magas foszfortartalmú gyökeresedést és fejlődést segítő készítmények kijuttatása. Különösen ajánlott hibridbúzák termesztése esetén, hiszen kettő leveles állapotra a szemek foszfortartalékai kimerülnek megtörve a kezdeti intenzív fejlődési lendületet (Hoffmann és Karika 2018).

Őszi búza esetén az *őszi levéltrágyázás* a gyakorlatban ritkán alkalmazott. Megoldást jelenthet kései vetés vagy csapadékban szegényebb ősztől okozott stresszhatások orvoslására. Továbbá egyértelműen javítható az állomány télállósága. Fontos a fagyok megjelentével a nitrogénmentes levéltrágyák használata. Ebben az időszakban érdemes odafigyelni, hogy érdemes-e a réz, mangán és cink utánpótlásáról gondoskodni (Hoffmann és Karika 2018).

Az *első kora tavaszi fejtrágyázásra* a tavaszi nitrogénadag kétharmadának kijuttatásával – amennyiben kétszeri kijuttatásos technológiát alkalmazunk - a vegetáció indulásával, bokrosodáskor kell sort keríteni, amikor is nagymértékben megnő a kultúra nitrogénigénye, ezért lényeges elkerülni még az átmeneti nitrogénhiányt is. A bokrosodáskori fejtrágyázás számos kedvező hatást vált ki a növény számára, segítve a fejlődése előmenetelét. Növeli az állománysűrűséget és az asszimilációs felületét, fokozza a kalászdifferenciálódást (Hoffmann és Karika 2017). Továbbá a bokrosodás idején kijuttatott nitrogénmennyiség határozza meg a termés mennyiségét is (Oláh 2021). Az első fejtrágyázás alkalmával amennyiben szükséges 30 és 60 kilogramm közötti kénkiegészítést is végezhetünk hektáronként a szárba-szökés kezdetéig. A növény számára rendelkezésre álló kénmennyiség hat a növekedésre, hajtásképzésre. Továbbá építőeleme az enzimeknek, vitaminoknak és a sikérfehérjéknek. Lényeges szerepet tölt be a károsítókkal szembeni rezisztencia fokozásában is (Hoffmann és Karika 2017).

A *második fejtrágyázásra* és az *első lombtrágyázásra* a szárbainduláskori egy-két nóduszos állapotban kell sort keríteni (Hoffmann és Karika 2017). A szárbaindulás idején kijuttatott nitrogén mennyisége befolyásolja a termés minőségét (Oláh 2021). A kijuttatni kívánt mennyiségben fajták és hibridek között eltérések vannak, előbbiek 30-40 kilogrammot, utóbbiak 50-60 kilogrammot kívánnak hektáronként. Kiemelkedő jelentősége van a megfelelő kijuttatási időpont kiválasztásának, hiszen minél többet késünk a munkaművelettel, annál jobban csökken a nitrogén hasznosíthatóságának mértéke. Éppen ezért, ha valaki csapadékos, mély fekvésű területen gazdálkodik célszerű az első fejtrágyázás alkalmával kijuttatni a másodikonál szánt mennyiséget. Ahhoz, hogy a nitrogén minél jobban hasznosulhasson, érdemes olyan lombtrágya-készítményeket használni, amelyek nitrogén mellett cinket, rézet és mangánt is tartalmaznak, hiszen ezen mikroelemek hiánya akár tíz százalékos termésvesztést is okozhatnak (Hoffmann és Karika 2017).

A *harmadik fejtrágyázásra* és a *második lombtrágyázásra* a kalászhányás kezdetén keríthetünk sort. Ebben az időszakban már egy kisebb, 15-30 kilogramm hatóanyagot kell kijuttatni hektáronként. Ezen munkaműveletnek hangsúlyossága a minőségjavításban, hibridek

esetén termésmennyiséget növelő hatásában van (Hoffmann és Karika 2017). A kalászhányás egy igen kritikus időszaknak mondható, mert a szárazság mellett a tápanyaghiány is termésveszteséget okozhat. Ennek kiküszöbölésére humin- és fulvosavakat tartalmazó növénykondicionálók makro- és mikroelemekkel való kijuttatása javasolt. Együttes hatásuknak köszönhetően növelik a gyökértömeget és segítik annak regenerálódó képességét, illetve támogatják a növény immunrendszerét is. Továbbá a fulvosavak a növényvédőszer beépülését segítik elő (Hornich 2021). Virágzáskor lehetséges egy *harmadik lombtrágyázás* beütemezése a szemek tartalékfehérjéinek képzéséhez. Rézkiegészítést is alkalmazhatunk további nedvesség-tartalom és hozamnövekedés érdekében (Hoffmann és Karika 2017).

### 2.3.5 Növényvédelem

Szűk térállású kultúraként jó gyomelnyomó képességgel rendelkeznek, ugyanakkor a gyomnövények termésmennyiség csökkentő hatását kivédve mégis indokolt az ellenük való védekezés (Szabó és mtsai. 2019). Búza esetén preemergens, őszi posztemergens és tavaszi posztemergens kezelések végezhetőek, ugyanakkor a legnagyobb jelentőséggel az utóbbi bír, hiszen ilyenkor általában megnő a gyomosodás mértéke. Gyomnövényeinek körét főleg kétszikű fajok alkotják, de egyszikűek is előfordulnak. Az egyévesek közül a T1, T2 és T3 gyomok a legjelentősebbek, viszont az évelők is megjelennek, mint például a tarackbúza, mezei acat és az apró szulák. A gyakorlatban a búza három nóduszos állapotáig lépnek fel ellenük, ezután a búza levélzete akadályozhatja a herbicidek gyomokra kerülését (Pepó és Sárvári 2011).

A búza betegségei nagyrészen gombás fertőzöttségből erednek, mint a rozsdák, lisztharmat és fuzárium. A növényben való kártételek mellett a minőségre és a termésmennyiségre egyaránt negatív hatással vannak. A csávázás mellett két alkalommal kell sort keríteni az ellenük való védekezésre, a kettő-három nóduszos állapotban, valamint a kalászolás végén, virágzás kezdetén a kalászfuzáriózis elkerülése végett (Szabó és mtsai. 2019).

A búza kártevői ellen való védekezés már a vetés előtt a csávázással és a talajfertőtlenítéssel megkezdődik. Őszi kártevők, például a gabonalegyek, gabonafutrinkák és a szalmadarázs ellen indokolt esetben állománykezeléssel lehet védekezni (Pepó és Sárvári 2011). A tavasszal megjelenő kártevők kiemelkedő jelentőséggel bírnak. Ide tartoznak a levéltetvek, poloskák, szipolyok és a vetésfehérítő bogarak (Pepó és Sárvári 2011; Antal és mtsai. 2005). Amennyiben ezek gazdasági küszöbértéket elérő számban vannak jelen, inszekticides állománykezelést kell végrehajtani (Pepó és Sárvári 2011; Szabó és mtsai. 2019).

### **2.3.6 Betakarítás**

Őszi búza esetén a betakarítást az időpont mellett az érési állapot is meghatározza. Cél, hogy 13-14 százalékos nedvességtartalomnál történjen a betakarítás, azaz a teljes éréskor. A korai és kései betakarítás összehasonlításánál megfigyelték, hogy a megkésített betakarításnak több negatív hatása van. Két hét késés után már jelentős a gyomnövények, kártevők és kórokozók kártétele, jellemző a megdőlés és a nagyobb mértékű szempergési veszteség, valamint a minőségromlás is (Pepó és Sárvári 2011). A már korábban említett 13-14 százalékos szemnedvesség könnyen elérhető még a betakarítás kezdete előtt és a termény szárítás nélkül tárolható. Ugyanakkor, ha ennél magasabb nedvességnél kerül a termény betakarításra, akkor szárítást kell végezni, ahol különbséget kell tenni az árubúza és a vetőmagbúza szárítása között. Amíg az előbbit maximum 40 Celsius fokon, addig az utóbbit akár 50-70 Celsius fokon is lehet szárítani (Radics és mtsai. 1994).

## **2.4 Az őszi búza minőségi értékmérői**

### **2.4.1 Malomipari minőség**

A malomipar elsődlegesen a búzából nyerhető összes lisztnyereség alapján értékeli a termék minőségét (Bocz 1996) olyan szempontok és értékmérők alapján, amelyek a következőben kifejtésre kerülnek.

A hektolitertömeg az egyik legfontosabb értékmérő tulajdonság (Bocz 1996), amely száz liter búzaszem kilogrammban kifejezett tömegét jelöli. Minél magasabb ez az érték, annál jobb minőségre utal (Kajdi 2014) és annál több liszt őrölhető ki belőle (Bocz 1996).

Az ezerszemtömeg kevésbé megfelelő mutatószámnak mondható, mivel a szemek kiegyenlítettségét, teltségét, valamint nagyságát csak megközelítően fejezi ki (Bocz 1996). Ez az értékmérő összefüggésben van a szemek sűrűségével is (Kismányoki és mtsai. 2013). A malomipar szempontjából lényegesebb, ha a nagy ezerszemtömeg mellé acélosság társul, mert azoknak a fajtáknak, amelyekre lisztes állomány jellemző, azonos szemnagyság esetén is kisebb lesz az ezerszemtömegük, mint az acélos szerkezettel bíróké. Optimális, ha az értéke 40 és 44 gramm között mozog (Bocz 1996). A hektolitertömeggel megegyező tulajdonsága, hogy ugyanazok a tényezők befolyásolják, valamint az is, hogy agrotechnikával nem lehet elérni kellő mértékű eredményeket (Kismányoki és mtsai. 2013).

Az acélossági százalék a szemek sikértartalmával és fehérjetartalmával szoros kapcsolatban van. Minél magasabb az acélossági százalék, annál jobb minőséget lehet realizálni. Továbbá az acélossági százalékból szerezhető információ, hogy a malomipar mennyi lisztet tud kiőrölni a búzából, minél magasabb az érték, annál több liszt örölhető (Bocz 1996).

#### **2.4.2 Sütőipari minőség**

A nyersfehérje-tartalom vizsgálásakor az összes nitrogéntartalom vagyis az aminosav-összetétel meghatározására kerül sor, amelyet a Kjeldahl vagy a Dumas-módszerrel kapott nitrogénmennyiséget 5,7-es értékkel szorozzák meg (Kismányoki és mtsai. 2013; Antal és mtsai. 2005). A nyersfehérje-tartalom erős pozitív korrelációban áll a nedvessikér-tartalommal, viszont a szignifikáns negatív kapcsolatban áll a termésmennyiséggel (Kajdi 2014). Optimálisnak mondható, ha a nyersfehérje értéke 12,5-14,5 százalék között mozog (Bocz 1996).

A búzaszemek vízben nem oldódó fehérjeinek összessége adja meg a sikér-tartalmat, amely akkor a legkedvezőbb, ha 25 százaléka glutein és 75 százaléka gliadin. Abban az esetben, ha a glutein értéke a magasabb, akkor a sikér túlságosan kemény, ha pedig a gliadin tartalom haladja meg az optimális értéket, akkor a sikér lágy szerkezetűvé válik (Bocz 1996). A sikér-tartalom meghatározásakor kimossák a búzalisztból a keményítőt, valamint a vízben oldható fehérjéket és az ebből visszamaradó elasztikus szerkezetű sikérgolyót fejezik ki százalékosan (Kismányoki és mtsai. 2013; Antal és mtsai. 2005), amely optimális esetben 25-40 százalék között mozog. Jó minőséggel rendelkező búzának az mondható, amelynek sikér-tartalma meghaladja a 35 százalékot, mivel ez biztosítja a liszt nagymértékű gáztermelő, illetve a 60-64 százalékos vízfelvevő képességét (Bocz 1996).

A Hagberg-féle esésszám az L-amiláz enzim aktivitásának mértéket jelzi, amelynek ismerete nemcsak a sütőipar szempontjából lényeges, hanem a tárolhatóságéból is. (Sipos és Ungai 2011). Kedvezőnek tekinthető, ha az esésszám értéke 250-350 másodperc között van (Kismányoki és mtsai. 2013; Antal és mtsai. 2005).

A Zeleny-féle szedimentációs index egy olyan nemzetközi kereskedelemben alkalmazott mérőszám, amellyel a búzasikér felhasználhatósága, minősége és mennyisége milliliterben kerül kifejezésre. Közepes minőségűnek tekinthető a 25-40 milliliteres szedimentációs értékkel búza (Kismányoki és mtsai. 2013; Antal és mtsai. 2005).

A Farinográfus vizsgálat egy magyar fejlesztésű tésztaminósításra használt mérőműszer. A mérés során a liszt vízfelvételét, a dagasztott tészta tulajdonságait, dagasztással szembeni ellenállóképességét, valamint ellágyulásának idejét vizsgálja. Az eredmények alapján számítják ki a sütőipari értéket, amely alapján a búzákat három csoportba sorolják, ezek alapján lehetnek: javító, malmi és takarmány minőségűek. (Kismányoki és mtsai. 2013; Antal és mtsai. 2005),

Az Alveográfus mérések a búza lisztjéből készült tésztafélék minősítésére szolgálnak. Az eszköz az általa mért adatokat diagramon ábrázolja, (Kismányoki és mtsai. 2013). A vizsgálatból nyert adatok információkkal szolgálnak a tészta ellenálló-képességéről, nyújthatóságáról és a nyújtásához szükséges energiáról (Sipos és Ungai 2011). Közepes minőségű búza 180 és 250 közötti ellenállással bír (Kismányoki és mtsai. 2013).

Az Extenzográf használata a tészta szakítószilárdságára szolgál információval. A tésztából próbatestet alakítanak ki, amelyet a műszer annak elszakadásáig húz és ezalatt a tészta húzással szembeni ellenálló-képességét diagramon ábrázolja (Kismányoki és mtsai. 2013). A műszer továbbá alkalmas a sütőipari adalékok hatásainak vizsgálatára, a glutén minőségének mérésére, az eltérő osztályú búzák gyors szétválogatására, a búzalisztek fizikai tulajdonságainak kimutatására is (Pongráczné és Tarján 2008). Közepes minőséggel rendelkező búza nyújtásához szükséges munka 50 és 80 négyzetcentiméter között értéket vesz fel (Kismányoki és mtsai. 2013).

## **2.5 Proplanta, a költség– és környezetkímélő tápanyaggazdálkodási szaktanácsadási rendszer**

A ProPlanta egy olyan szaktanácsadással foglalkozó rendszer, amelynek alkalmazásának célja a gazdálkodók jövedelembiztonságának javítása magas terméseredmények elérésével azáltal, hogy a természeti értékek megóvására törekszik. A talaj fenntartható hasznosításával, illetve a növénykultúrák trágyázási gyakorlatainak optimalizálásával a területegységhez viszonyított jövedelem maximalizáláshoz járul hozzá. A program megtervezése az 1990-es évek közepén kezdődött el és többéves munka eredményeként 2003-ban megszületett a szoftver prototípusa. 2005-ben megjelent a program első teljes, hivatalos változata és azóta a termelők által adott visszajelzések alapján folyamatos fejlesztésen esik át. A fejlesztés számokkal is alátámasztható, hiszen kezdetben 37 szántóföldi kultúrára, jelenleg, pedig 150 növényfajra adható szaktanács a rendszer segítségével, a hatályban álló jogszabályok figyelembevételével.

A program által megtervezett trágyázási tervek költséghatékonyabbá tették a termelést a gazdálkodók számára. Kísérletekből származtatott adatok alapján több milliárd forintos megtakarítást becsülnek a felhasználók körében. A szoftver által készített tervek trágyázásból következő környezeti terhelést is csökkentették. Az észszerűbb nitrogén adagok kiszórásával mérséklődött a felszín alatti vizek nitrát-szennyezése, valamint az optimális foszfor műtrágyázással lecsökkent a felszíni vizekben a foszfor-pentoxid mennyisége is. Előbbiből 2500 tonnát, utóbbiból 14 000 tonnát meghaladó hatóanyagmennyiséggel mérséklődött a szennyezés mértéke. Mindezen információk alátámasztják, hogy a ProPlanta igazán költséghatékony és környezetkímélő megoldást nyújt a felhasználóinak (<https://www.agronaplo.hu/agrarhirek/20211111/minoseg-innovacio-dij-a-proplanta-szaktanacsadasi-rendszernek-26436>).

## 3. Saját vizsgálatok

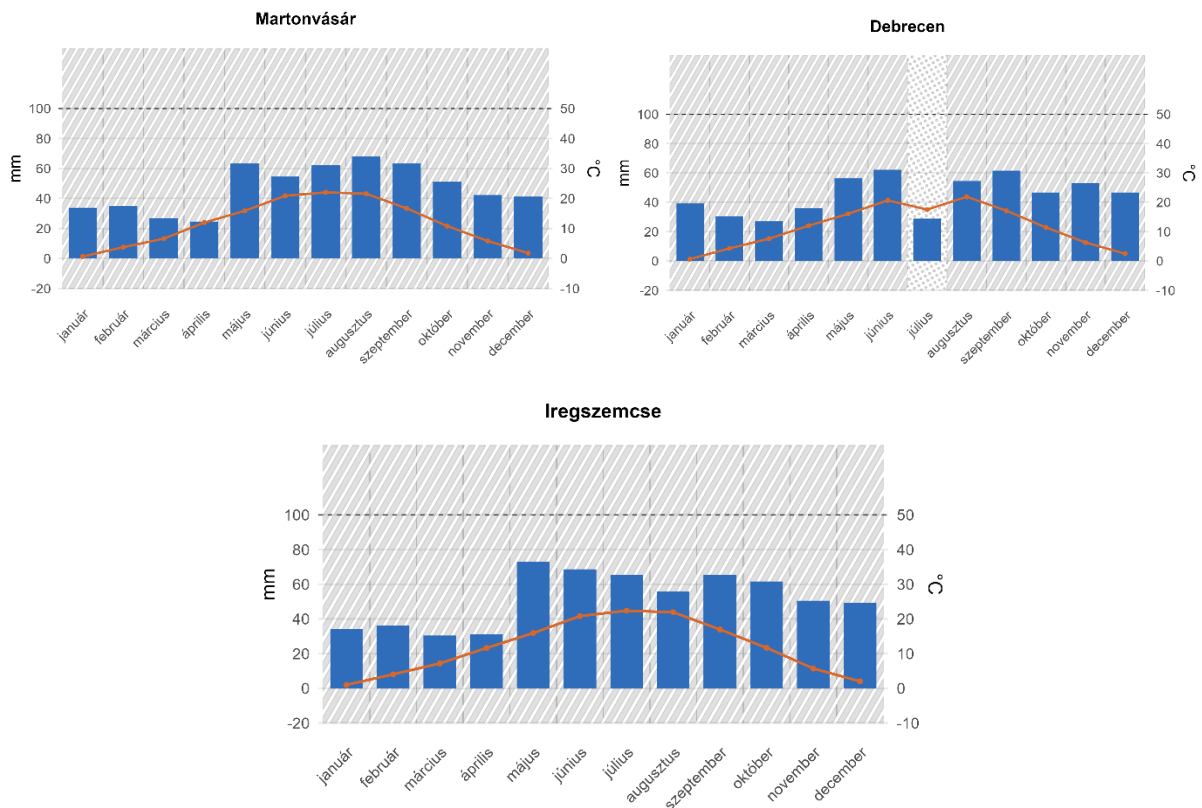
### 3.1 Anyag és módszer

Az őszi búza tápanyag reakciójának tartamkísérlete három helyszínen, Iregszemcsén (a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem NTTI Iregszemcsei Állomás), Martonvásáron (László pusztai kísérleti tér) és Debrecenben (DE AKIT Látóképi Kísérleti Telep) került beállításra 2015 és 2024 között.

A kísérleti területek talajai Iregszemcsén kilúgzott csernozjom, Martonvásáron erdőmaradványos csernozjom és Debrecenben mészlepedékes csernozjom voltak. A talajvizsgálati eredmények a mellékletek fejezetben 1. sz. mellékletben találhatóak.

A kísérlet ideje alatt mért meteorológiai adatokat a HungaroMet Zrt. homogenizált, rácspont adatbázisából kértük le. A rácspontok maximális távolsága a kísérleti helyszínektől nem haladta meg a 7 km-t.

A Walter-Lieth éghajlati diagramok értelmezéséhez szükséges megjegyezni, hogy a vonallal jelzett hónapok nedves, a pöttyözött területtel jelzett hónapok száraz hónapoknak számítanak. Az 5. ábrán látható, hogy Debrecenben a július száraz, aszályos hónapnak mondható, ugyanakkor ez már nem veszélyezteti az őszi búza termesztésének sikerességét. Martonvásáron a március és az április csapadékban szegényebb volt az iregsemcsei és a debreceni helyszínekhez képest, ez azonban kedvezőtlenül hat a termés mennyiségére. A többi hónap esetén pedig hasonlóságokat lehet megfigyelni a három helyszín között.



**5. ábra: Walter-Lieth éghajlati diagramok Martonvásár, Debrecen és Iregszemcse térségére, referencia időszak: 2000 – 2020.**

### 3.1.1 A tartamkísérlet beállításának módjai

A vizsgálatok szántóföldi kisparcellás kísérletként lettek beállítva a már korábban említett három helyszínen vetésforgóban. A parcellák latin négyzet formában kerültek elrendezésre, tehát egy oszlopban és sorban kizárólag egy kezeléstípus csak egyszer fordult elő. A parcellák Iregszemcsén 85,8 m<sup>2</sup>, Martonvásáron 200 m<sup>2</sup> és Debrecenben 162 m<sup>2</sup> nagyságúak voltak. A kísérletek négy kezeléssel négy ismétlésben kerültek beállításra. A kezelések a Kontrol, Környezetkímélő, Mérlegszemléletű és Genezis térségi tápanyag-utánpótlási szemléletek voltak. A Környezetkímélő és Mérlegszemléletű kezelések a ProPlanta tápanyag-utánpótlási szaktanácsadási szoftver ajánlási szintjeit jelentették. A Genezis térségi kezelés a Nitrogénművek Zrt. szaktanácsadóit által javasolt hatóanyagmennyiségekkel került beállításra. A parcellák felezésére került sor lombtrágyázás céljából. A kijuttatott hatóanyagmennyiségeket a 2. sz. melléklet tartalmazza.

Helyszínenként az agrotechnika részben eltért, hiszen adott helyszínen adott körülményeket kellett figyelembe venni. Ugyanakkor helyszíneken belül a parcellákon elvégzett talajelőkészítés igazodott az évjáráthoz. A vetésekre október 1. és 25. között került sor. Az elővetemény napraforgó volt, melléktermék nem keletkezett, a szár- és gyökérmaradványok aláforgatásra kerültek. A tarlókezelést őszi szántás követte, amelyet általánosságban 20-22 centiméter mélyen végeztek. Ezután következett az alaptrágyázás, majd pedig a magágykészítés, amelyhez a legtöbb esetben ásóboronát használtak. A vetés 12,5 centiméteres sortávolságra, 5 millió hektáronkénti csíraszámmal történt. Az alaptrágyázás mindig a vetés előtti három hétben történt a kijuttatandó hatóanyagmennyiségek függvényében kiválasztott összetételű Genezis NPK komplex műtrágyákkal. A komplexek minden esetben ammónium-szulfát, mono- vagy diammonium-foszfát, illetve kálium-klorid alapanyagokból kerültek legyártásra. A nitrogén kijuttatása minden esetben Genezis Pétisó 27% felhasználásával történt, mely tavasszal kétszeri fejtrágyázással (február bokrosodás, április szárbaszökés) került kiszórásra. A felhasznált lombtrágyák listáját és kijuttatott mennyiségét a 3. számú melléklet tartalmazza. A növényvédelmi kezelések minden esetben igazodtak az adott helyszín sajátosságaihoz, az adott vegetációs ciklusban fellépő károsítókhöz.

A betakarításokra július 1. és július 26. között került sor. Az aratáshoz parcellakombájnt vettek igénybe. A betakarított termésből kezelésként, a négy ismétlésből egy kilogrammos átlagminták képzésére került sor. Az átlagmintákból mérésre került a termésmennyiség, a nedvességtartalom, az ezermagtömeg, a nyersfehérje-tartalom és a nedvessikér %. Az értékek X-Grain NIR gabonaelemző készülék segítségével kerültek meghatározásra. Az előbb említettek vizsgálatából kapott eredményekből sor került a tápanyag-utánpótlás fedezeti hozzájárulásának számítására a Kontrol kezelésekhöz viszonyítva, figyelembe véve a termékek árának, a kijuttatási költségeknek és a többlet árbevétel alakulását. Az eredmények varianciaanalízissel, főkomponens-analízissel (PCA) és regresszióanalízis segítségével kerültek kiértékelésre.

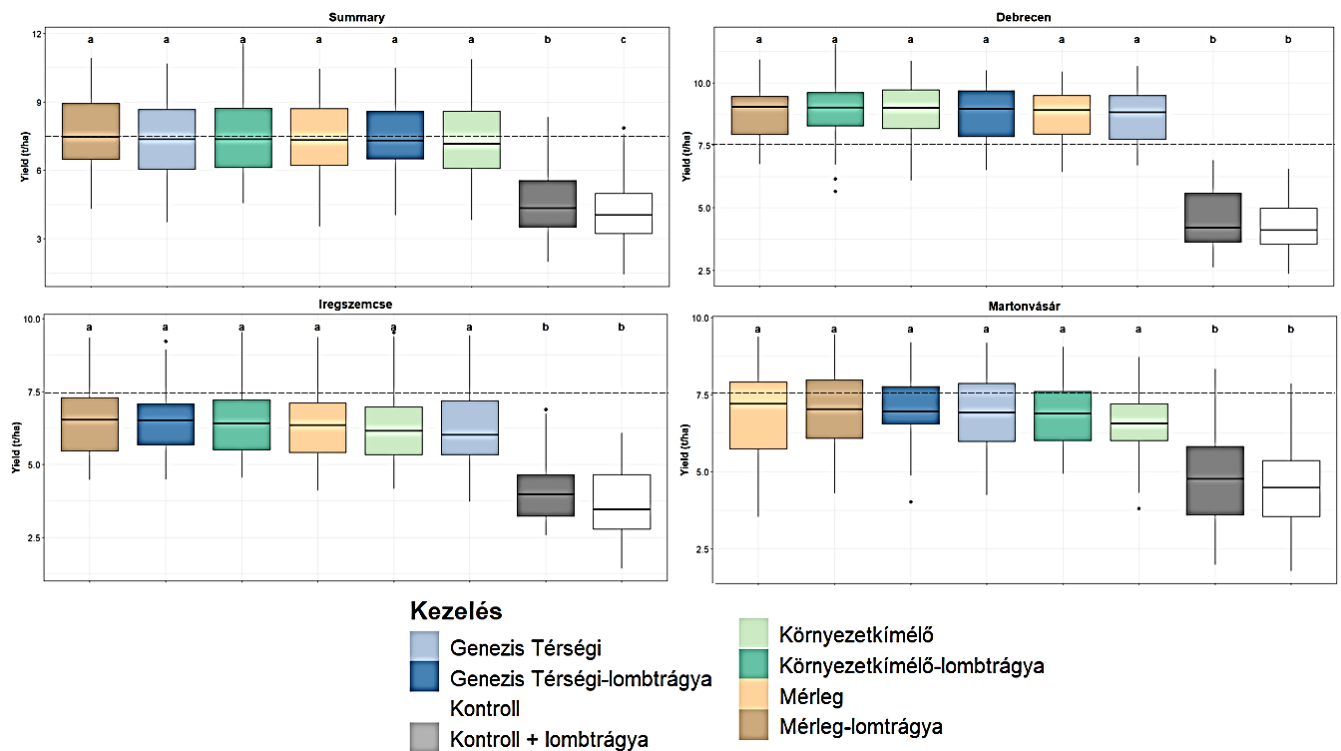
### **3.2 Eredmények és kiértékelésük**

Dolgozatomban az „Anyag és módszer” fejezetben ismertetett három állomáson végzett tartamkísérlet során kapott eredményeket gyűjtöttem össze. A továbbiakban bemutatom, hogy milyen eredményekkel szolgáltak a kezelések helyszínenként és a helyszínek között, valamint,

hogy milyen kapcsolat áll fent a terméseredmények és a talaj, a klíma és tápelemek eloszlása között. Végezetül, pedig kitérek a fedezeti hozzájárulás kiértékelésére.

### **3.2.1 Az őszi búza termésmennyiségének alakulása**

Az őszi búza termésmennyiségét vizsgálva az első szembetűnő eredmény, hogy minden helyszínen a *Kontrol* és *Kontrol + lombtrágya* kezelések jelentősen kevesebb termésmennyiséget (6 t/ha alatti) értek el, mint a többi kezelések, ahol 7 és 10 tonna közötti eredmények születtek hektáronként. A statisztikailag kimutatható különbséget a Duncan-teszt eredményei is alátámasztják, amelynek betűjelzési az 5. ábrán látható dobozok felett láthatók. Az adatkezelés során megtörtént az összes kapott terméseredmény átlagolása, amelynek értéke 7,5 tonna lett hektáronként. Az 5. ábráról leolvasva látható, hogy az iregszemcsei helyszínen kapott eredmények nem érték el az átlagértéket, amelynek háttérében a kultúra számára nem megfelelő klimatikus viszonyok állhatnak, vagy éppen az adott fenológiai fázisához az időjárás nem volt optimális. Debrecenben ellenben a két *Kontrol* kezelés kivételével átlagon felüli eredmények születtek elérve, vagy kissé meghaladva a 9 t/ha-os értéket. A martonvásári terület a mért adatok alapján az előző kettő helyszín között helyezkedik el. Továbbá, elmondható, hogy mindegyik vizsgálati helyszínen a lombtrágyás kezelésekkel nagyobb termésmennyiséget sikerült realizálni a lombtrágyázatlan kezelésekhez képest, kivételt képez Martonvásáron a *Mérleg* és *Mérleg + lombtrágya* kezeléspáros. Szintén megjegyzendő, hogy a legjobb terméseredményeket a *Mérleg lombtrágya* kezelési módszerrel sikerült elérni.



**6. ábra: Őszi búza termésmennyiségeinek alakulása Debrecenben, Martonvásáron, Iregszemcse és a három helyszín átlagából összesítve 2015-2024 között (t/ha)**

A 7. ábra az 6. ábrához képest annyiban tér el, hogy az eredmények a relatív szórásaik alapján vannak sorba állítva. A relatív szórás megmutatja az átlag körüli szórás értékét, ebben az esetben, pedig, hogy mekkora a termésszórás mértéke. Minél kisebb a relatív szórás, annál nagyobb az évek közötti stabilitás.

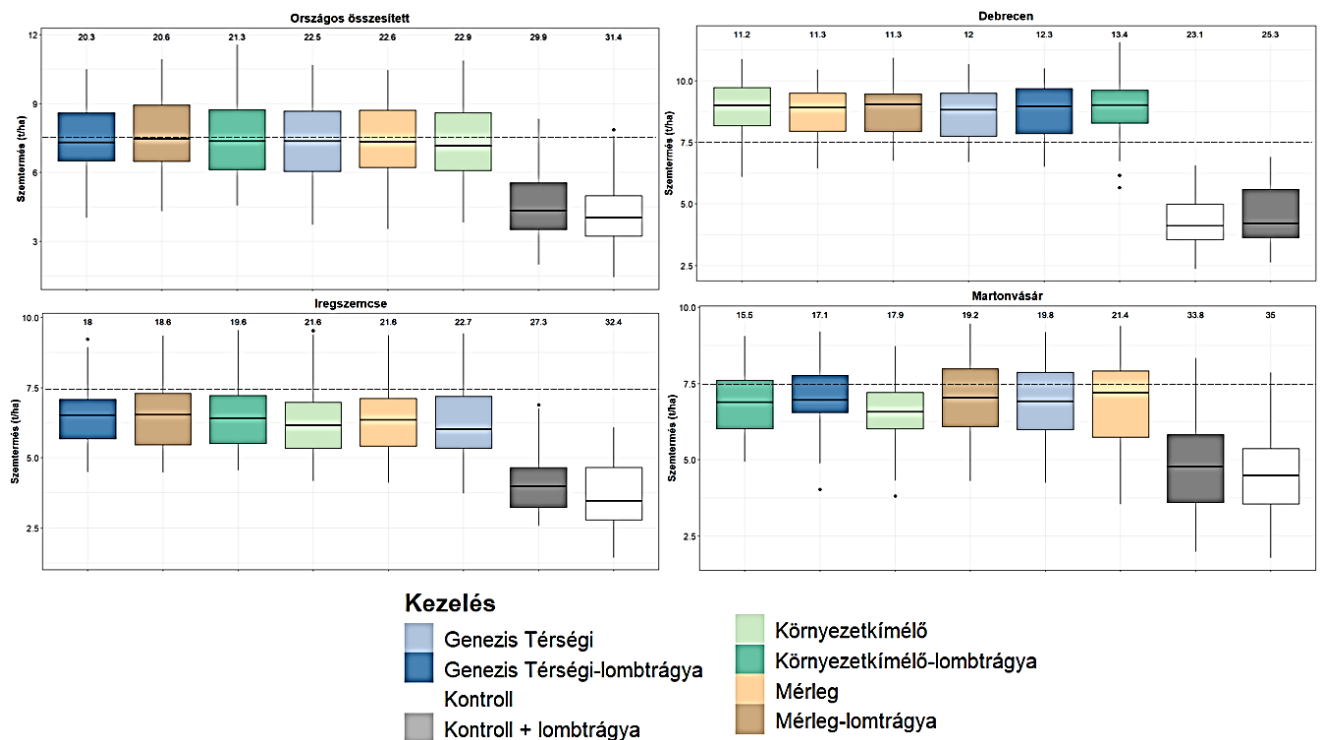
Az országos összesített ábrarészen (6. ábra) jól látható, hogy a *Kontroll* és *Kontroll + lombtrágya* kezelések mutatták a legmagasabb relatív szórás értéket (31.4%), amely mellé a többi kezeléshez képest alacsonyabb termést (6 t/ha alatti) sikerült realizálni. Ezen információk világossá teszik számunkra, hogy a két kezelés alatt a kultúra érzékenyen reagált a tenyészidőszak alatti változékonyságokra. Az országos összesített adatokból a *Genezis Térségi + lombtrágya* kezelésnél születtek a legkedvezőbb eredmények közel elérve a 9 t/ha-os termésmennyiséget 20.3%-os relatív szórásértékkel.

A helyszínek külön-külön való vizsgálásakor láthatjuk, hogy minden helyszínen másik kezelés került az első helyre. A *Genezis Térségi + lombtrágya* kezelésnél Iregszemcse mellett Martonvásáron is jó eredmények születtek. Ugyanakkor Debrecenben a *Környezetkímélő*

kezelésnél alakult a legtöbb termés (közel 10 t/ha) és itt volt a legkisebb a relatív szórás értéke is (11.2%).

Az ANOVA és post-hoc teszt eredménye alapján 95%-os szignifikancia szinten különbség mutatható ki a *Kontroll* és *Kontroll + lombtrágya* kezelések esetén.

A három helyszín átlagából és a helyszíneken külön-külön is megfigyelhető, hogy az őszi búza a lombtrágyás kezelésekre pozitívabban reagált a lombtrágyázatlan kezelésekhöz képest. Ezen állítás valamely oknál fogva Debrecenben nem állja meg a helyét, hiszen ott pont fordítva alakultak az eredmények, kiemelve a *Környezetkímélő és Környezetkímélő + lombtrágya* kezeléspárosokat, amelyek egymástól a legtávolabb helyezkednek el a többi kezeléspárokhoz viszonyítva.

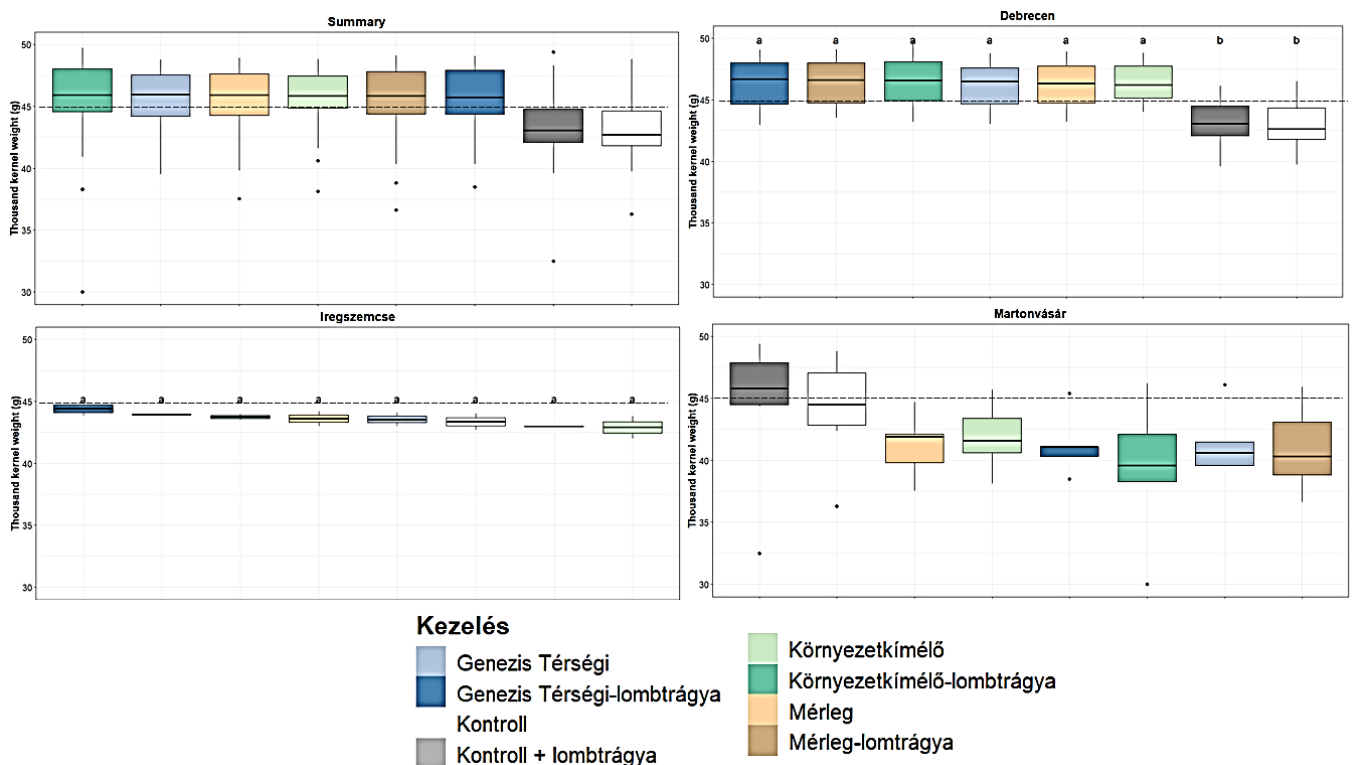


**7. ábra: Őszi búza termésmennyisége relatív szórás alapján Debrecenben, Martonvásáron, Iregszemcsén és a három helyszín átlagából összesítve 2015-2024 között (%)**

### 3.2.2 Az őszi búza ezermagtömegének alakulása

Az ezermagtömeg kiértékeléséhez martonvásári és debreceni adatok állnak rendelkezésre (8. ábra). A három kísérleti helyszínen mért ezermagtömegek átlaga 45 grammos értéket ért el. Martonvásáron szembevetendő, hogy a *Kontroll* és a *Kontroll + lombtrágya* kezeléspárnál mért

ezermagtömegek jelentősen meghaladták a többi kezelésnél kapottakat. Az előbb említett két kezelés kivételével, a többinél a 45 grammos átlagértéknél alacsonyabb eredmények születtek. Debrecenben a *Kontroll* és *Kontroll + lombtrágya* kezelése kivételével átlag feletti ezermagtömeg értékeket lehetett mérni. Továbbá megfigyelhető, hogy ezen kezeléseknél mért ezermagtömegek szinte azonos tartományon belül mozogtak. A három helyszín átlagából elmondható, hogy a talaj- és lombtrágyázás együttesen pozitív hatást gyakorolt az ezermagtömegekre.

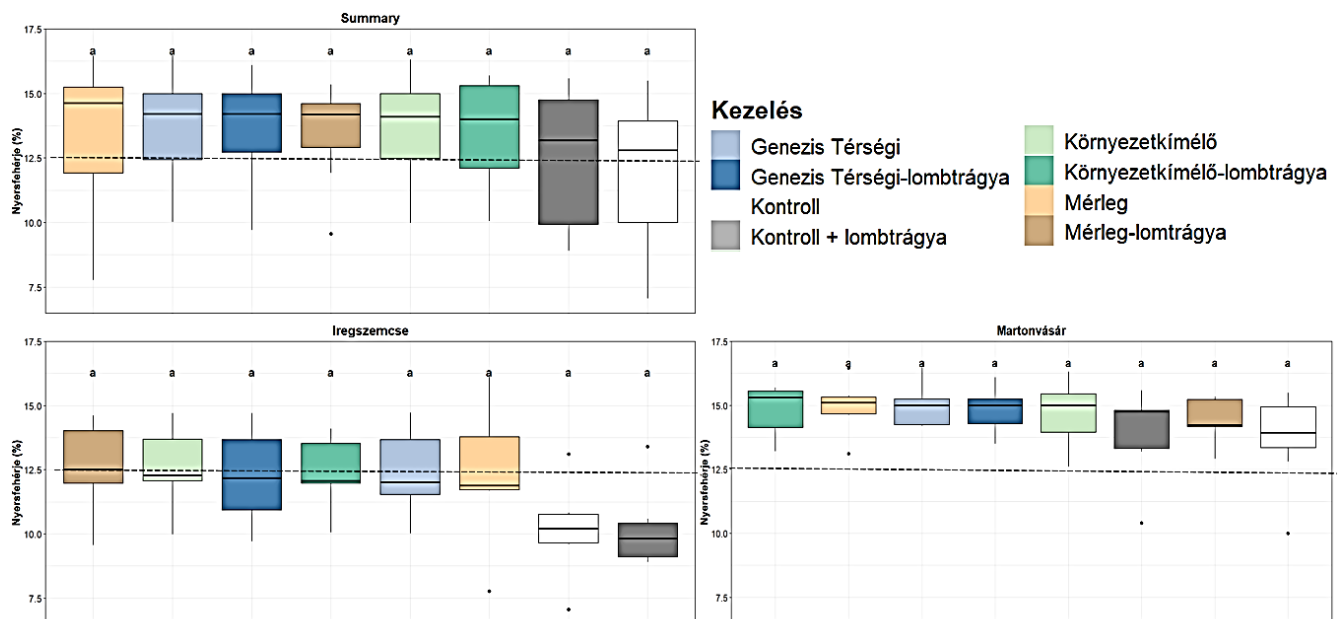


**8. ábra: Őszi búza ezermagtömegének alakulása Debrecenben, Martonvásáron, Iregszemcsén és a három helyszín átlagából összesítve 2015-2024 között (g)**

### 3.2.3 Az őszi búza nyersfehérje-tartalmának alakulása

A nyersfehérjetartalom elemzéséhez Martonvásár és Iregszemcse kísérleti helyszíneken mért adatok állnak rendelkezésre (9. ábra). Az ábrán is látható, hogy jelentős különbségeket fedezhetünk fel a két terület között. Martonvásáron átlag (12.5%) feletti eredmények születtek az összes beállított kezelésnél. Érdekeség, hogy a *Kontroll + lombtrágya* kezelésnél jobb eredményeket lehetett mérni a *Mérleg + lombtrágya* kezeléshez képest. Iregszemcsén a *Kontroll* és *Kontroll + lombtrágya* kezelése nem haladták meg az átlagértéket. Az országos összesített

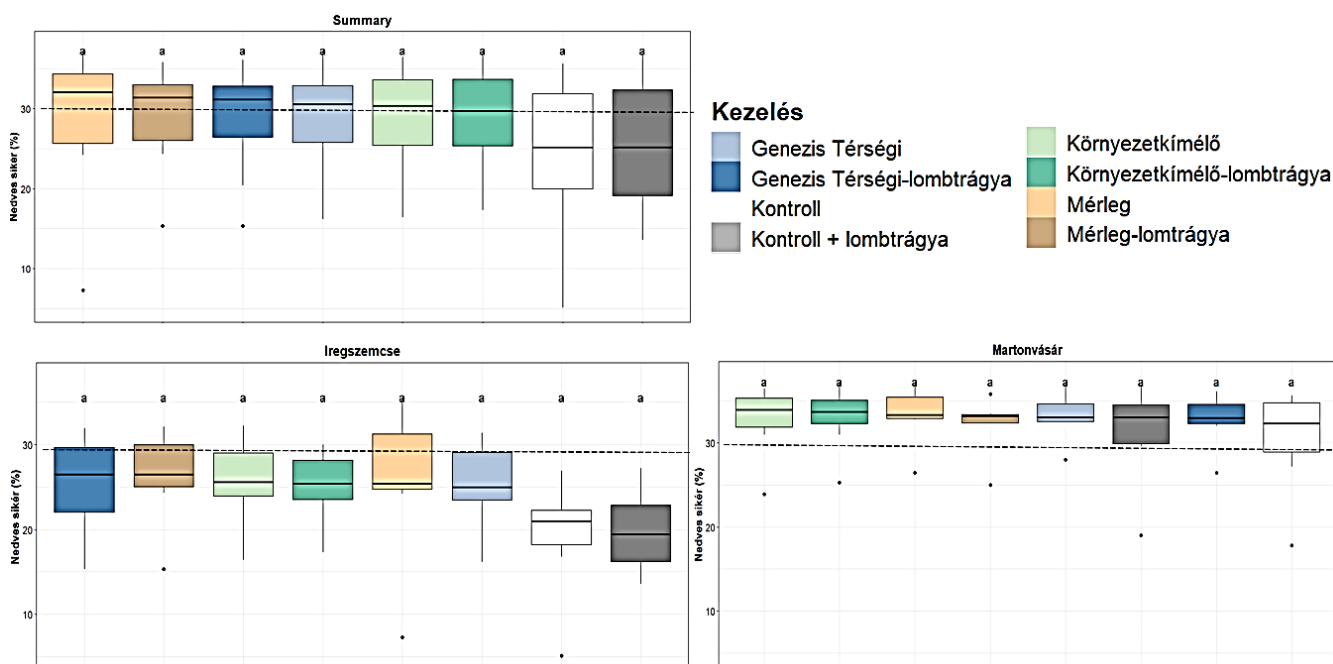
eredményeknél a kezeléspárok közül a lombtrágyázatlan kezeléseknél kedvezőbb nyersfehérje-tartalmakat lehetett mérni. A két helyszín adatainak összevetéséből a *Mérleg* kezelésnél születtek a legjobb eredmények.



**9. ábra: Őszi búza nyersfehérje-tartalmának alakulása Martonvásáron, Iregszemcsén és a három helyszín átlagából összesítve 2015-2024 között (%)**

### 3.2.4 Az őszi búza nedvessikér százalékanak alakulása

A nyersfehérjetartalomhoz hasonlóan a nedvessikérre (%) vonatkozó adatok is csak Iregszemcse és Martonvásár helyszínekről származó adatok állnak rendelkezésre (10. ábra). Mivel a nyersfehérjetartalom és a nedvessikér % között pozitív kapcsolat áll fent, így nem meglepő, hogy a 8. és 9. ábrán hasonlóságokat lehet felfedezni. Az átlagos nedvessikér% 30 százalékos értéket mutatott ki. Martonvásáron átlagon felüli, közel 35 százalékos értékek születtek kiváló búzaminőséget eredményezve. A *Kontroll + lombtrágya* kezelésnél kedvezőbb eredményeket sikerült elérni a *Genezis Térségi + lombtrágya* kezeléshez képest. Iregszemcsén a *Kontroll* és *Kontroll + lombtrágya* kezeléseknél keletkeztek a leggyengébb eredmények. A többi kezelésnél olyan adatok születtek, amelyek elérték az átlagot, ugyanakkor a medián értékei az átlag alatt helyezkedtek el. A két helyszín adatainak összevetéséből a *Mérleg* kezelésnél születtek a legjobb eredmények a nyersfehérje-tartalomhoz hasonlóan.



10. ábra: Őszi búza nedvessiker százalékának alakulása Martonvásáron, Iregszemcsén és a kettő helyszín átlagából összesítve 2015-2024 között (%)

### 3.2.5 Többtenyezős varianciaanalízis (ANOVA) eredményei

Az egytenyezős ANOVA ( $\alpha = 5\%$ ) módszer alkalmazására azért került sor, hogy megvizsgálhassam az év, a helyszín, a kezelések és a tápanyagszintek hatásait a mennyiségi és minőségi paraméterekre csernozjom talajon, amelynek eredményeit az 1. táblázat tartalmazza.

A betakarított szemtermés mennyiségére kiemelkedő jelentőséggel volt hatással az év ( $F = 17.04$ ,  $p < 0.001$ ), a helyszín ( $F = 11.83$ ,  $p < 0.001$ ) és a kezelés ( $F = 3.29$ ,  $p = 0.002$ ) is. Ezen eredmények megmutatják, hogy a termelés sikerességét egyértelműen befolyásolják az időbeli és térbeli tényezők, valamint az agrotechnika is. A megjelölt tápelemek közül foszformennyiség ( $F = 36.91$ ,  $p < 0.001$ ) gyakorolt szignifikáns hatást. Emellett a káliumnak is volt mérhető szerepe ( $F = 5.58$ ,  $p = 0.016$ ). Ugyanakkor a nitrogén nem játszott meghatározó szerepet a szemtermés mennyiségének kialakításában ( $F = 2.77$ ,  $p = 0.97$ ).

1.táblázat: Többtenyezős ANOVA eredményei

	Szemtermés		Ezermagtömeg		Nyersfehérje		Nedves sikkér	
	F-érték	Pr (>F)	F-érték	Pr (>F)	F-érték	Pr (>F)	F-érték	Pr (>F)
Év	17.03	< 0.001 ***	7.62	< 0.001 ***	16.92	< 0.001 ***	35.21	< 0.001 ***
Helyszín	11.82	< 0.001 ***	0.09	0.9051	138.10	< 0.001 ***	188.28	< 0.001 ***
Kezelés	3.28	0.0024 **	0.94	0.4717	1.27	0.2716	0.86	0.5340
N	2.77	0.0973	11.35	< 0.001 ***	3.57	0.0619	1.43	0.2334

P	36.90	< 0.001***	18.82	< 0.001***	0.19	0.6626	0.0004	0.9840
K	5.87	0.0161 *	0.23	0.6282	5.16	0.0255*	5.77	0.0182*

0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Az ezermagtömeg esetén megfigyelhető, hogy szignifikáns az év ( $F = 7.62$ ,  $p < 0.001$ ) hatása, ugyanakkor külön-külön sem a helyszín, sem a kezelés nem meghatározó tényezők. A makroelemek közül a nitrogén ( $F = 11.36$ ,  $p < 0.001$ ) és a foszfor ( $F = 18.83$ ,  $p < 0.001$ ) mérhetően hatnak az ezermagtömegre, ezzel is megmutatva ismert szerepüket a magfelépítésben. A kálium ( $F = 0.24$ ,  $p = 0.63$ ) ezen értékmérőre gyakorolt hatása elhanyagolható.

A szemek nyersfehérjetartalmára az év ( $F = 16.93$ ,  $p < 0.001$ ) és helyszín ( $F = 138.10$ ,  $p < 0.001$ ) gyakoroltak nagymértékű hatást. Ellenben a kezelésnek ( $F = 1.27$ ,  $p = 0.27$ ), a nitrogénnek ( $F = 3.58$ ,  $p = 0.062$ ) és a foszfornak ( $F = 0.19$ ,  $p < 0.66$ ) ezen minőségi paraméterre gyakorolt hatása csekély mértékű. Ugyanakkor a kálium ( $F = 5.17$ ,  $p = 0.026$ ) esetén lehetett mérni az évhez és a kezeléshez képest egy kisebb jelentőségű, viszont egyáltalán nem elhanyagolható hatást arra utalva, hogy fontos szereppel bír a fehérje felhalmozódás folyamatában.

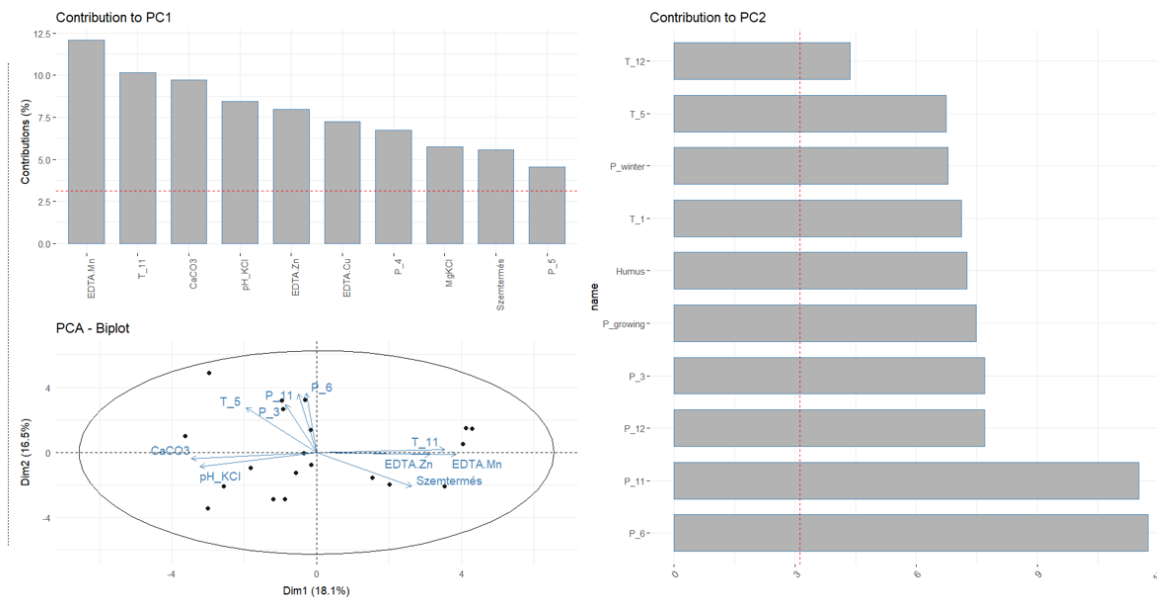
Mivel a nedves siker és a nyersfehérje között pozitív kapcsolat áll fent, így nem meglepő, hogy az egytényezős ANOVA mérése alapján a kettőt ugyanazon vizsgált tényezők határozzák meg, az az a helyszín ( $F = 188.28$ ,  $p < 0.001$ ), az év ( $F = 35.22$ ,  $p < 0.001$ ) és a kálium ( $F = 5.77$ ,  $p = 0.018$ ) játszottak kiemelkedő szerepet. Utóbbi kapcsolatot feltételezhet a rendelkezésre álló káliummennyiség és a sikerfehérjék képződése között. A kezelések ( $F = 0.27$ ,  $p = 0.87$ ), a nitrogén ( $F = 1.44$ ,  $p = 0.23$ ) és a foszfor ( $F = 0.0004$ ,  $p = 0.98$ ) hatása a nyersfehérjénél olvasottakhoz viszonyítva szintén elhanyagolhatók.

### 3.2.6 A talajállapot és környezeti tényezők hatása a szemtermésre

A talajtani és klimatikus tényezők hatásának elemzéséhez főkomponens-analízis (PCA – *Principal Component Analysis*) került lefuttatásra. A 11. ábrán a két főkomponenst meghatározó legfontosabb tíz-tíz elem látható.

Az adatok szórásához (PC1) legnagyobb mértékben a talaj mangán-tartalma, közel 12,5 százalékban járult hozzá. Mind a novemberi hőmérséklet, mind a talaj kalcium-karbonát tartalma szintén kiemelkedő jelentőséggel bírnak, amelyből következtethető, hogy a növény kezdeti fejlődési szakaszaiban a késő őszi hőmérséklet és a talaj mésztartalma meghatározó

tényezők. A talaj kémhatása, cink- és réz tartalma, illetve az áprilisi csapadék további olyan elemek, amelyeknek szerepe szintén mérhető jelentőségű. Elmondható, hogy az első főkomponensre leginkább a talajhoz kapcsolódó tényezők vannak hatással, valamint a kezdeti klimatikus viszonyok is meghatározóak.



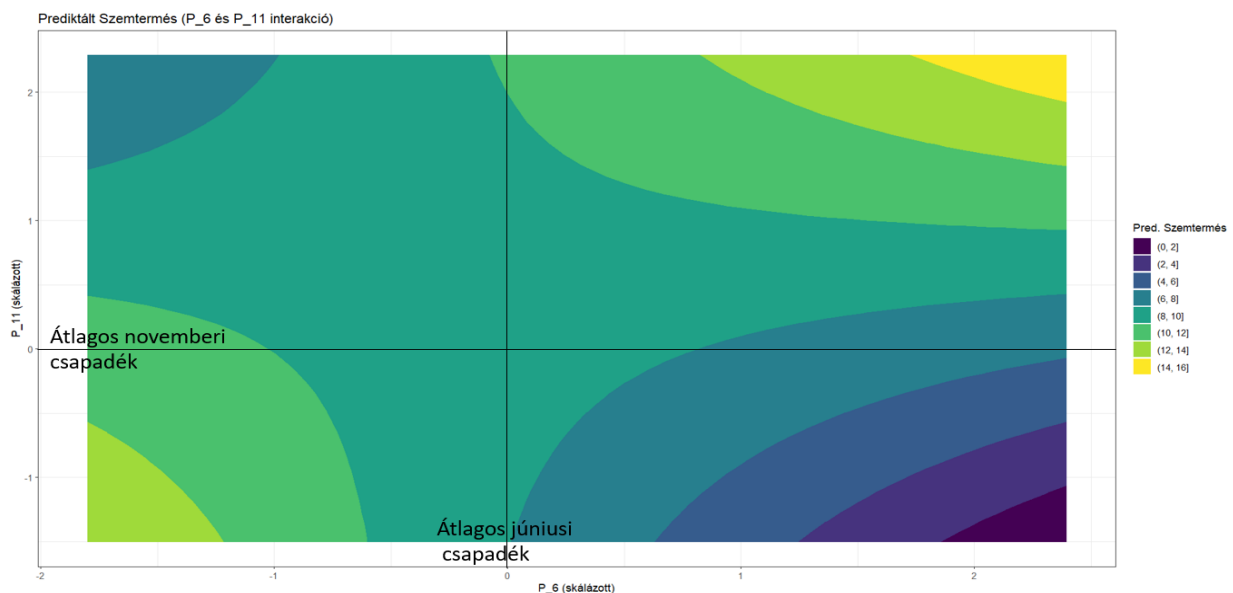
**11. ábra: A talajállapot és a környezeti tényezők szemtermésre gyakorolt hatása főkomponens-analízis (PCA) segítségével**

A második főkomponens (PC2), ahogyan a 11. ábrán is nagyon jól látható, a júniusi (P\_6) és a novemberi (P\_11) csapadék határozzák meg, ebből következtethető, hogy a bokrosodási és az érési fázisokban elengedhetetlen a megfelelő csapadék a sikeres terméseredményekhez. Továbbá a PC2-höz a decemberi csapadék (P\_12), a tenyészidőszak alatti összes csapadék (P\_growing), a humusztartalom, a téli csapadék (P\_winter), valamint a májusi (T\_5) és decemberi (T\_12) hőmérséklet is hozzájárulnak. Elmondható, hogy a második főkomponensre elsősorban csapadékkal összefüggő tényezők, illetve a humusz-tartalom vannak jelentős hatással.

Összefoglalva a mérés megmutatja a számunkra, hogy őszi búza esetén, csernozjom talajon a termesztés sikerességét elsősorban a talajtényezők, majd a csapadékmennyiség szignifikánsan befolyásolják. A novemberi átlaghőmérséklet kivételével, más hőmérséklettel kapcsolatos elemek nem voltak meghatározóak, amelyből következtethető, hogy a kultúra a tenyészidőszaka alatt nincs kitéve hőstresszes időszakoknak, így azok nem veszélyeztetik a szemtermés mennyiségét.

### 3.2.7 Csapadékkal összefüggő anomáliák hatása a szemtermésre

A főkomponens analízis eredményeiből látható, hogy a novemberi és júniusi csapadékmennyiség van legnagyobb hatással az őszi búza terméshozamára, azonban kapcsolatuk iránya nem volt egyértelmű, illetve az sem derült ki az elemzésből, hogyha az egyik vagy a másik hónapban elmarad a csapadék, akkor az milyen irányban és mértékben hat ki a terméshozamra, ezért lineáris regressziós becsléssel mutattuk ki a terméshozamra gyakorolt közös hatásukat, amelynek eredménye a 11. ábrán látható. Az illusztráció értelmezéséhez fontos megemlíteni a tengelyeken szereplő értékek jelentését. A pozitív tartomány az adott hónapra az átlagosnál csapadékosabb időjárást jelöli, a negatív tartomány, pedig az átlagosnál szárazabb időjárást.



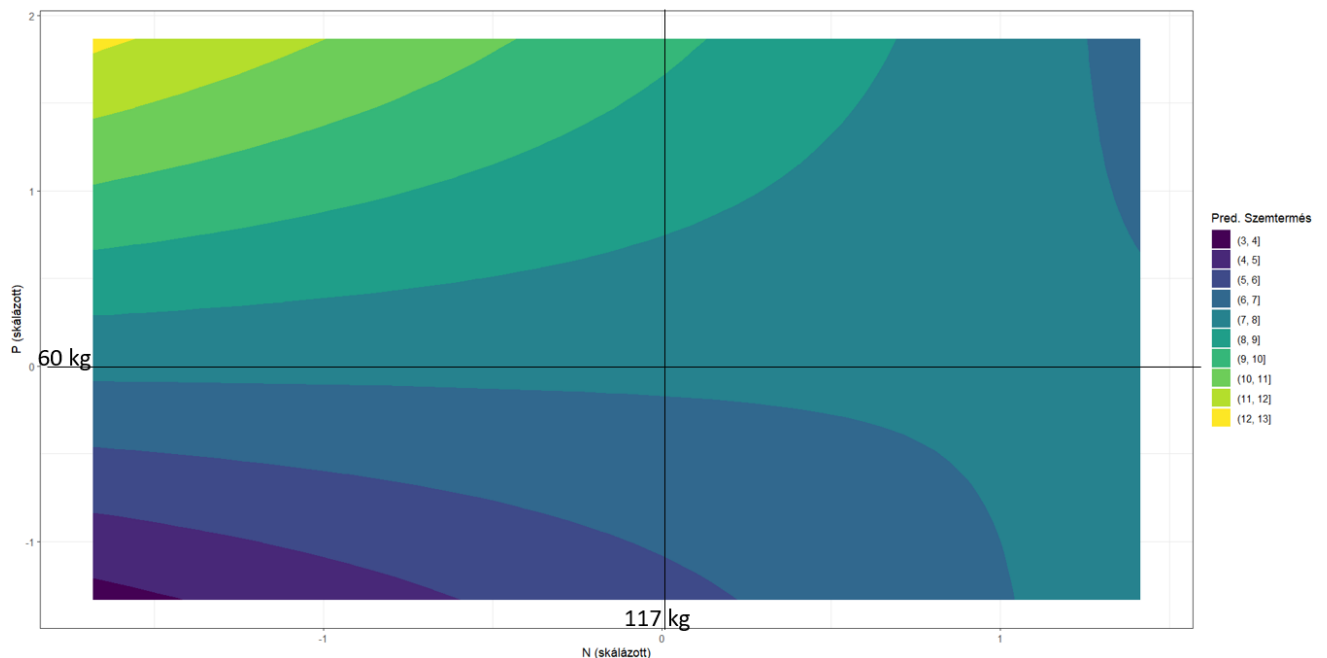
**12. ábra: Novemberi és júniusi csapadék hatása prediktált szemtermés nagyságára**

A 12. ábra tisztán megmutatja számunkra, hogy lényeges kapcsolat van a novemberi és a júniusi csapadék, illetve a szemtermés nagysága között. Ugyanis, amennyiben a novemberi és a júniusi hónap is az átlagosnál csapadékosabb, akkor nagy termés várható csernozjom talajon. Ebből következtethető, hogy a sikeres termesztés egyik fő kulcsa, hogy a kultúra kezdeti fejlődési szakaszában elegendő nedvességnek kell rendelkezésre állnia, különösképpen bokrosodás kezdetén, valamint szemtelítődéskor. A legkevesebb termésre akkor számíthatunk, ha a novemberben kevesebb és júniusban több a csapadék a növény igényeihez képest. Ebből következtethető, hogy a kezdeti fejlődés idején lévő szárazság okozta stresszhatás nem kompenzálható a későbbiekben.

### 3.2.8 Nitrogén és foszfor közötti kölcsönhatás szemtermésre gyakorolt hatása

A korábbiakhoz hasonlóan a tápanyagutánpótlás egyes elemeinek együttes hatását mutattuk ki termésbecslés segítségével. A lineáris regresszió bemeneti értékeit jelentette a legnagyobb hatással bíró paraméterek, mint a mangán, a november hőmérséklet, a mésztartalom, a pH, a cink és réztartalom, valamint a novemberi és júniusi csapadékmennyiség. Ennek eredményét a 13. ábra mutatja. Az ábra értelmezéséhez fontos megemlíteni, hogy a kilogrammmal jelölt értékek az összes kezelés során felhasznált hatóanyagok mennyiségének átlagából származnak.

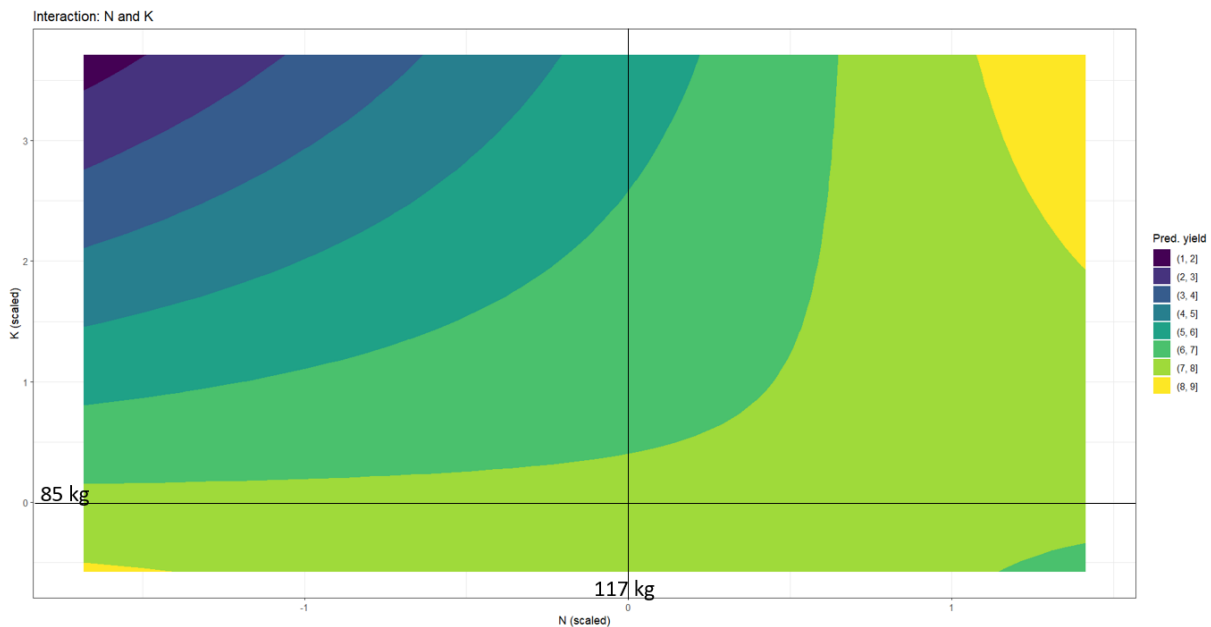
A 13. ábráról leolvasható, hogy a legjobb terméseredmények (12-13 t/ha) csernozjom talajon úgy érhetőek el, hogyha mindkét tápelemből elegendő áll rendelkezésre. Ugyanakkor megjegyzendő, hogy a foszfortrágyázásnak erőteljesebb hatását lehetett mérni a termésmennyiségre a nitrogéntrágyázáshoz képest. Ez abból is látható, hogy magasabb nitrogén- és alacsonyabb foszformennyiségnél csak átlagos terméseredményre lehet számítani. Továbbá, megjegyzendő, hogy a legrosszabb eredményeket úgy lehet elérni, ha mindkettő hatóanyagból kevés áll rendelkezésre a kultúra számára. Összegezve foszfor kijuttatással hatékonyabban növelhetjük a termésmennyiséget, mint nitrogéntrágyázással.



**13. ábra: Nitrogén és foszfor közötti kölcsönhatás szemtermésre gyakorolt hatása. A kilogrammmal jelölt értékek az összes kezelés során felhasznált hatóanyagok mennyiségének átlagából származnak**

### 3.2.9 Nitrogén és kálium közötti kölcsönhatás szemtermésre gyakorolt hatása

A nitrogén és kálium együttes hatását is hasonló lineáris regressziós módszerrel vizsgáltuk meg. A bemeneti paraméterek ugyanazok voltak, mint a nitrogén – foszfor esetében. Ahogyan a 14. ábrán is látható csak a nitrogén hatóanyag növelésével lehet pozitív hatást kiváltani, hiszen a legmagasabb becsült értékek (8-9 t/ha) a magas nitrogénszinttel érhetőek el, függetlenül a kálium mennyiségétől. Ugyanakkor a magas káliumszint a becsült termésmennyiség csökkenéséhez vezet, amennyiben a nitrogén hatóanyag szint is alacsony. Ez arra ad következtetést, hogy a kálium többlet antagonista kölcsönhatást alakíthat ki közte és a nitrogén között, ezáltal csökkentve a termésmennyiséget. Összegezve elmondható, hogy nitrogéntrágyázással hatékonyabban növelhető a termésmennyiség a káliumtrágyázáshoz képest.

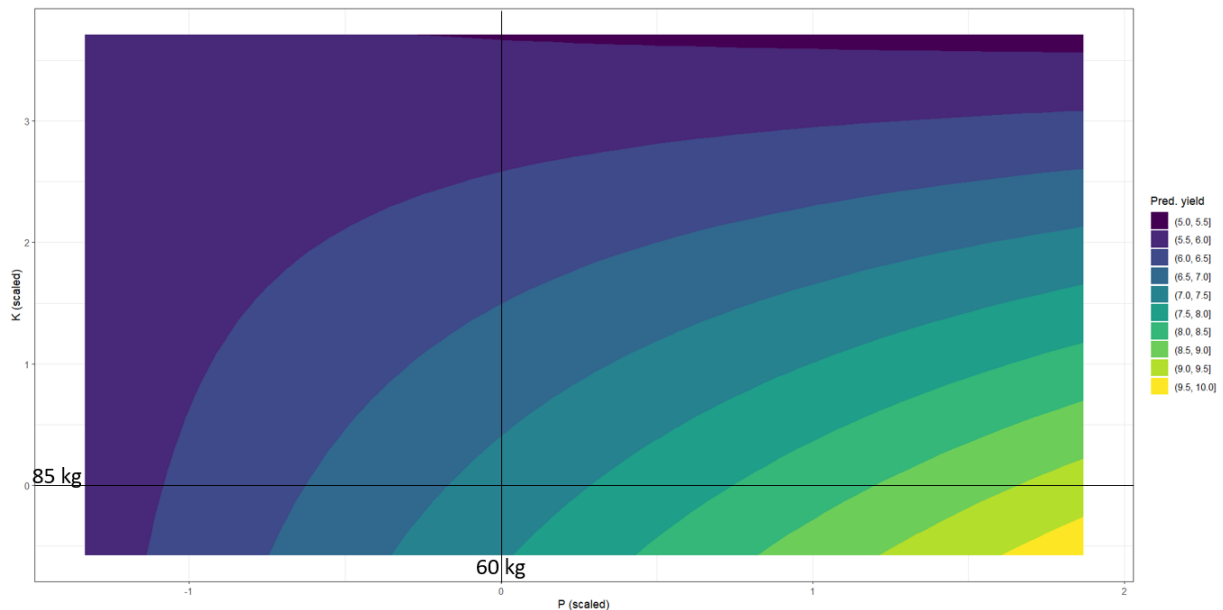


**14. ábra: Nitrogén és kálium közötti kölcsönhatás szemtermésre gyakorolt hatása. A kilogrammal jelölt értékek az összes kezelés során felhasznált hatóanyagok mennyiségének átlagából származnak**

### 3.2.10 Foszfor és kálium közötti kölcsönhatás szemtermésre gyakorolt hatása

A 15. ábrán a foszfor – kálium együttes hatása látható a terméshozamra. A legmagasabb termésmennyiség (10 t/ha) magas foszfor- és alacsony káliumszinttel érhető el. A foszforszint csökkenése és a káliumszint növekedése között negatív korreláció figyelhető meg, az az

folyamatos termésnövekedést eredményez. Ebből adódóan a legkedvezőtlenebb eset, amikor a talaj foszfor-tartalma rendkívül alacsony vagy éppen nulla, a káliumszint pedig magas. Továbbá kiemelkedő jelentőséggel bír, hogy ebben az esetben a kálium önmagában is negatív hatással van a becsült termésmennyiségekre, ellentétben a nitrogénnel vizsgált esettel. Összegezve magas foszfor-szinttel és alacsony káliumszinttel érhető el a legkedvezőbb eredmény.



**15. ábra: Foszfor és kálium közötti kölcsönhatás szemtermésre gyakorolt hatása. A kilogrammmal jelölt értékek az összes kezelés során felhasznált hatóanyagok mennyiségének átlagából származnak**

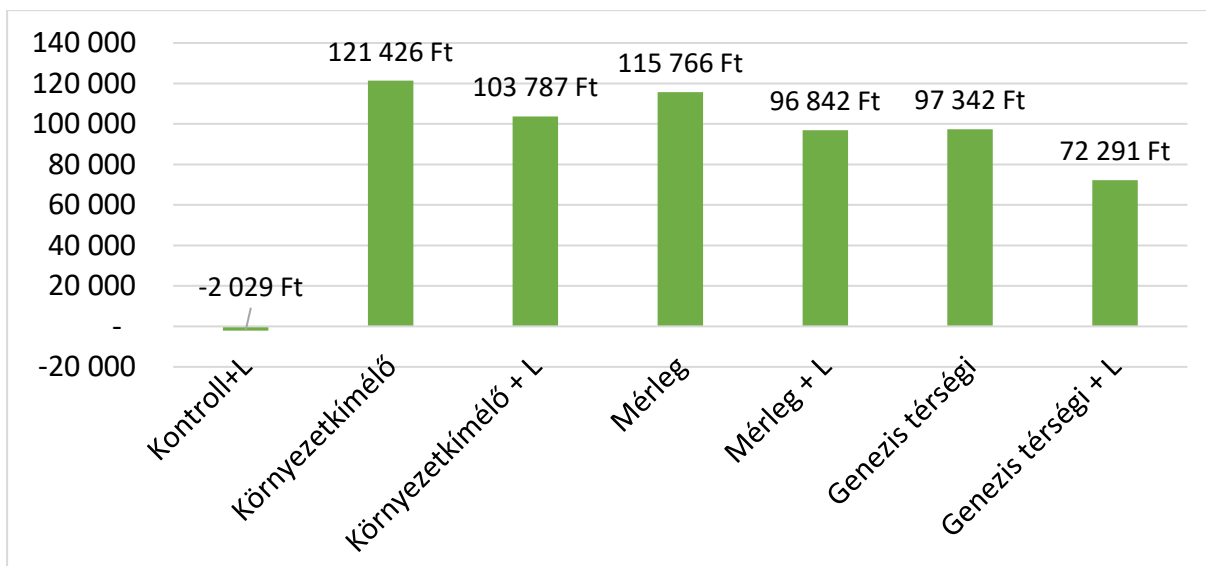
### 3.3 Fedezeti hozzájárulás alakulása a kísérlet idején

	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Fedezeti hozzájárulás (Ft/ha)</b>					
<b>Kontrol + L</b>	- 11 158	- 6 100	21 467	6 883	- 23 858
<b>Környezetkímélő</b>	40 050	12 370	155 138	118 238	90 760
<b>Környezetkímélő +L</b>	37 158	- 21 992	129 847	122 022	75 685
<b>Mérleg</b>	23 728	36 347	193 823	101 802	102 770
<b>Mérleg + L</b>	22 645	1 055	176 282	108 685	78 912
<b>Genezis térségi</b>		36 942	126 513	87 933	87 483

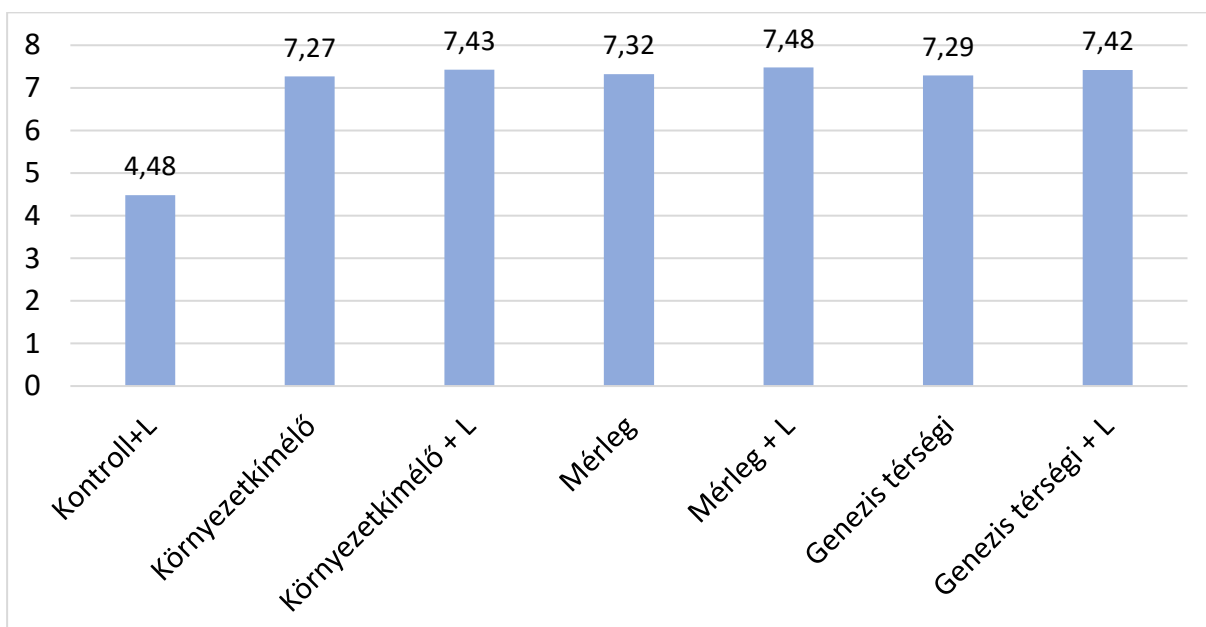
	- 16 150				
Genezis térségi + L	- 20 592	- 11 988	117 380	91 600	66 608
	2020	2021	2022	2023	2024
	<b>Fedezeti hozzájárulás (Ft/ha)</b>				
Kontrol + L	- 10 958	23 717	2 533	- 9 608	- 14 517
Környezetkímélő	133 995	158 675	122 445	57 433	229 867
Környezetkímélő +L	116 320	146 483	93 462	41 883	208 892
Mérleg	133 963	172 242	90 798	38 725	203 280
Mérleg + L	109 313	136 025	63 107	29 633	194 447
Genezis térségi	115 892	161 875	95 830	28 715	166 390
Genezis térségi + L	85 700	129 533	68 280	6 073	131 090

**2. táblázat: Fedezeti hozzájárulás alakulása 2015-2024 között (Ft/ha)**

A táblázat alapján elmondható, hogy a fedezeti hozzájárulás a kísérlet alatt a legtöbb kezelésnél pozitív volt. A *Kontrolhoz* viszonyítva a *Kontrol + lombtrágya* kezelésnél mért fedezeti hozzájárulás a legtöbbször negatív vagy nullához közeli volt. Ebből következtethetünk, hogy csupán lombtrágya használatával a termésben nem érhető el olyan mennyiségi különbség, amely azt gazdaságossá tenné. A legmagasabb és a legstabilabb fedezeti hozzájárulás a *Környezetkímélő* kezelésnél született, továbbá kedvező összegeket eredményezett a *Mérlegszemléletű* kezelés is. Az előbb említettek közül igazolható, hogy a ProPlanta szoftver költséghatékonyan működött a kísérlet alatt is.



**16. ábra: Fedezeti hozzájárulások átlaga őszi búzában 2015-2024 között (Ft/ha)**



**17. ábra: Kezeléseknél mért termésátlagok őszi búzában 2015-2024 között (t/ha)**

A felül látható diagramokkal azt szemléltetem, hogy az egyes kezeléseknél mért termésátlagokhoz milyen összegű fedezeti hozzájárulások tartoznak. Ahogy a táblázat, így a diagramok is mutatják, hogy a legmagasabb összegű fedezeti hozzájárulás a *Környezetkímélő* kezelésnél született, annak ellenére, hogy a második legrosszabb termésátlagokat ennél a kezelésnél mértük. A Mérleg kezelésre is szintén igazak a táblázat elemzésekor említettek. Az is látható, hogy a fedezeti hozzájárulás összege - a nagyobb termésmennyiség ellenére - a lombtrágyázott kezeléseknél kisebb, mint a lombtrágyázatlanok esetén. Ugyanakkor ez nem

meglepő, hiszen ezeket tovább terhelik a lombtrágyázással kapcsolatos költségek. Szembetűnő továbbá az is, hogy a második legrosszabb fedezeti hozzájárulás a *Genezis térségi + lombtrágya* kezelésnél született, annak ellenére, hogy a termésmennyiségek átlaga ennél a kezelésnél volt az egyik legmagasabb. Ebből is látható, hogy a ProPlanta eredményesebben működött a szaktanácsadóhoz képest.

### 3.4 Következtetések és javaslatok

- ✓ A trágyázás talajon és lombozaton keresztül 210 esetből kevés kivétellel termésmenővelő hatással bírt. Emiatt javasolt a talajtrágyák és a lombtrágyák szakszerű, megfelelően időzített használata.
- ✓ A PCA-teszt megmutatta, hogy csernozjom talajon kifejezetten fontos odafigyelni a talajok mangán- mész- (pH), cink- és réztartalmára. Javaslom a lombtrágyázás során azoknak a készítményeknek a használatát, amelyek mangánt, cinket és rézet mindenképpen tartalmaznak.
- ✓ Szintén a PCA-teszt mutatott rá a novemberi hőmérséklet, valamint a novemberi, áprilisi és a júniusi csapadék jelentőségére. Ezen hónapok időjárása nagymértékben befolyásolhatja a gazdálkodók tápanyag-utánpótlási döntéseit. Továbbá, az említett hónapokban a csapadék mennyisége kritikus, hiszen ilyenkor van a búza a kelés, szárbaszökés és szentelítődés fenológiai fázisaiban. Alacsony csapadékmennyiség esetén termésnöökkenésre lehet számítani. A novemberi átlaghőmérséklet kivételével, más hőmérséklettel kapcsolatos elemek nem voltak meghatározóak, azaz a kultúra nincs kitéve hőstresszes időszakoknak.
- ✓ A fontos makroelemek – nitrogén, foszfor, kálium – trágyázása során a fókusz a nitrogéne és a foszforon kell tartani, mivel a túlzott mértékű káliumtrágyázás negatívan hat a termésmennyiségre, akár termésdepressziót okozva. Ezen információ is rámutat a talajvizsgálat alapján történő tápanyag-utánpótlás fontosságára. Amennyiben 200 ppm feletti a talajunk  $K_2O$ -tartalma káliumtrágyázást el kell kerülni csernozjom talajon.
- ✓ A beállított kezelések közül - a realizálható termés mennyiségét és a fedezeti hozzájárulást figyelembe véve – a ProPlanta által beállított Környezetkímélő kezelés bír a legnagyobb jelentőséggel. A többihez viszonyítva kisebb költségek terhelik a termelőt

és nagyobb biztonsággal természetű a kultúra. Ezek mellett figyelembe veszi, hogy környezetet a lehető legkisebb mértékben érje terhelés.

## 4. Összefoglalás

Az őszi búza a világ és hazánk egyik legfontosabb kultúrnövénye. A mai fajták és hibridek termesztéséhez elengedhetetlen a műtrágyák használata. A talajtrágyák mellett fontos kiemelni a lombtrágyák jelentőségét, amelyek a termés megnövelésében és minőség javításában lényeges szerepet töltenek be. Ahhoz, hogy az adott fajtában vagy hibridben rejlő potenciált kihasználjuk lényeges, hogy a trágyázás szakszerűen megtervezett legyen.

Dolgozatomban az őszi búza termésének mennyiségi és minőségi értékmérőinek alakulását vizsgáltam eltérő trágyázási szintek mellett. A kísérlet három helyszínen (Iregszemcse, Martonvásár, Debrecen), 2015-2024 között zajlott. A kezelések (Kontrol, Környezetkímélő, Mérlegszemléletű, Genezis térségi) négy ismétlésben, latin négyzet formában kerültek beállításra. A parcellákon osztott kezeléseket végeztek lombtrágyázás céljából. A betakarítás után kezelésként a négy ismétlésből egy kilogrammos átlagminták készítésére került sor. A mintákból sor került a termésmennyiség, az ezermagtömeg, a nyersfehérje-tartalom és a nedvessikér % meghatározására. Az eredmények kiértékeléséhez variancia-analízis főkomponens-analízis (PCA) és regresszióanalízis segítségével vettük igénybe.

A kísérlet idején a növény jól reagált a kijuttatott műtrágya mennyiségekre. Közel azonos termésátlagok születtek a kezelések között a *Kontrol* és *Kontrol + lombtrágya* kivételével. Továbbá a talaj és lombtrágyák használatával magasabb minőséget sikerült elérni az ezermagtömeg, nyersfehérje-tartalom és a nedvessikér % esetében is. Ugyanakkor látható, hogy a termesztés sikerességét az évjárat határozta meg elsősorban. Az őszi búza termesztésének egyik jelentősége abban van, hogy nincsen kitéve hőstresszes, aszályos időszakoknak. Hőmérsékleti szempontból a novemberi, kelési hőmérséklet meghatározó. Ezzel szemben a novemberi, áprilisi és júniusi csapadék kritikus jelentőséggel bírnak, hiszen ezekben a hónapokban van a búza a kelés, szárbaszökés és szentelítődés szakaszaiban. Amennyiben a felsorolt hónapokban akár egyben nem esik elegendő csapadék, az termés kieséshez vezet, mivel a későbbi csapadékmennyiség nem tudja kompenzálni azt a hátrányt, amelyet a kritikus időszakban a vízhiány okozott. A lényeges makroelemek – nitrogén, foszfor, kálium – trágyázásánál kiderült, hogy kiemelkedő jelentőséget kell fordítani a talaj  $K_2O$  ellátottságára, hiszen a kálium túladagolásával termésdepressziót idézhetünk elő. Végezetül sor került a fedezeti hozzájárulás kiszámítására, amelyből kiderült, hogy a vizsgált kezelések közül a

Környezetkímélő a leggazdaságosabb és a legbiztonságosabb termelés szempontjából, mindemelett figyelembe veszi a környezet védelmét is.

## **5. Köszönetnyilvánítás**

Ezúton szeretném megköszönni konzulensemnek Dr. Hoffmann Richárd egyetemi docensnek, hogy biztosította számomra a szükséges adatokat és dokumentumokat, illetve, hogy tudásával, tapasztalataival és tanácsaival segítette a dolgozat elkészülését! Továbbá köszönöm Dr. Somfalvi-Tóth Katalin egyetemi adjunktusnak az adatok elemzésében nyújtott segítségét!

## 6. Irodalomjegyzék

1. Antal J. (2005): A növénytermesztés alapjai. Gabonafélék. In: Növénytermesztéstan 1. Mezőgazda Kiadó – Budapest pp. 151-168
2. Barancsi Á., Tarján Zs. (2008): Extenzográf alkalmazása a búza minősítésben 1. rész. 34-35 p. *Sütőiparosok, pékek* LVI. évfolyam 5. szám 2008.
3. Bocz E. (1996): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó – Budapest pp. 239-240
4. D. E. Kaiser, C. J. Rosen, A. K. Sutradhar (2024): Zinc for crop production. *University of Minnesota Extension*
5. Decsi K. (2023): A nitrogén növényélettani szerepe. *MezőHír*
6. Dóka L. F., Szabó A., Szabó É., Ragán P. (2022): Az őszi búza és az őszi árpa vetésének kritikus elemei. *Agrárágazat* 2022/07. lapszám
7. F. H. Gutiérrez-Boem, G. W. Thomas (1998): Phosphorus Nutrition Affects Wheat Response to Water Deficit. *Agronomy Journal*/Volume 90, Issue 2/pp. 166-171
8. Fowler, D. B. (1982). Date of seeding, fall growth, and winter survival of winter wheat and rye. *Agronomy Journal*, 74(6), 1060-1063.
9. G. Abbas, M. Q. Khan, M. J. Khan, M. Tahir, M. Ishaque, F. Hussain (2011): Nutrient uptake, growth and yield of wheat (*Triticum Aestivum* L.) as affected by manganese application. *Pakistan Journal of Botany*/43(1) pp. 607-616, 2011.
10. H. Kaur, N. Garg (2021): Zinc toxicity in plants: a review. *Springer Nature*/Volume 253, article 129
11. Hanslin, H. M., & Mortensen, L. M. (2010). Autumn growth and cold hardening of winter wheat under simulated climate change. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B–Soil and Plant Science*, 60(5), 437-449.
12. Hoffmann R., Karika A. (2017): Őszi búza és hibridbúza tavaszi tápanyag-utánpótlása. *Agrofórum*
13. Hoffmann R., Karika A. (2018): Őszi búza és hibridbúza őszi tápanyag-utánpótlása. *Agrofórum*

14. Hornich I. (2021): Az őszi búza tudatos tápanyag-utánpótlása levélen keresztül. *Agrárágazat* 2021/04. lapszám
15. J. Niu, W. Zhang, S. Ru, X. Chen, K. Xiao, X. Zhang, M. Assaraf, P. Imas, H. Magen, F. Zhang (2013): Effects of potassium fertilization on winter wheat under different production practices in the North China Plain. *ScienceDirect/Field Crops Research*/Volume 140 pp. 69-76
16. Jóri J. I. (2020): Tudja-e Ön? – Mi történik a szalmával a gabona betakarítása után. *Agrofórum*
17. Kajdi F. (2014): A búza minősége és annak vizsgálata. *Agro Napló*
18. Kismányoki T. (2013): Versenyképes búzatermesztés. Mezőgazda Kiadó – Budapest pp. 108-124, pp. 234-240
19. L. C. Campbell, R. O. Nable (1988): Physiological Functions of Manganese in Plants. *Manganese in Soils and Plants*/Chapter 10/pp. 139-154
20. M. A. S. Raza, M. F. Saleem, G. M. Shah, M. Jamil, I. H. Khan (2013): Potassium applied under drought improves physiological and nutrient uptake performances of wheat (*Triticum Aestivum* L.). *Scientific Electronic Library Online*
21. M. Adnan, M. Hussain, M. Z. Anjum, F. ur Rehman, H. M. Bilal, M. D. Toor, R. Ahmad (2020): Role of Phosphorous in Wheat production: A review. *International Journal of Agricultural Science Research*/Volume 8(2) / pp. 10-15
22. Md. A. Baque, Md. A. Karim, A. Hamid, H. Tetsushi (2006): Effects os Fertilizer Potassium on Growth, Yield and Nutrient Uptake of Wheat (*Triticum Aestivum*) under Water Stress Conditions. *South Specific Studies* Vol. 27, No. 1
23. N. Akter, M. R. Islam (2017): Heat stress effects and management in wheat. A review. *Agronomy for Sustainable Development*/Volume 37
24. N. Lu, S. A. Barber (1985): Phophorus uptake rate and growth characteristics of wheat roots. *Taylor&Francis Online*/Volume 8, Issue 5/pp. 449-456
25. Oláh B. (2021): Megkezdődött az őszi kalászosok fejtrágyázása. *Nemzeti Agrárgazdasági Kamara*

26. P. Pepó (2018): Long-term experiments on chernozem soil in the University of Debrecen. 150th Anniversary of the Foundation of Agricultural University in Debrecen pp. 361
27. Pepó P., Sárvári M. (2011): Gabonanövények termesztése pp. 14-39
28. Q. Lu, D. Jia, Y. Zhang, X. Dai, M. He (2014): Split Application of Potassium Improves Yield and End-Use Quality of Winter Wheat. *Agronomy Journal*/Volume 106, Issue 4/pp. 1411-1419
29. R. E. Karamanos, Q. Pomarenski, T. B. Goh, N. A. Flore (2004): The effect of foliar copper application on grain yield and quality of wheat. *Canadian Journal of Plant Science*
30. Radics L. (1994): Szántóföldi növénytermesztés – Budapest
31. S. Firdous, B. K. Agarwal, V. Chhabra (2018): Zinc-fertilization effects on wheat yield and yield components. *ResearchGate*
32. S. Nyaupane, R. Bhandari, M. R. Poudel, B. Panthi, H. Paudel, A. Dhakal (2023): Effect of Drought Stress and Tolerance in Wheat. *Journal of Biology and Today's World*/Volume 12/Issue 5 ISSN-2322-3308
33. S. R. El-Lethy, Magdi T., A. Reda, F. Reda (2013): Effect of Potassium Application on Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars Grown Under Salinity Stress. *World Applied Sciences Journal* 26 (7): pp. 840-850, 2013
34. S. S. Dhaliwal, V. Sharma, A. K. Shukla, V. Verman, M. Kaur, A. M. Alsuhaibani, A. Gaber, P. Singh, A. M. Laing, A. Hossain (2023): Minerals and chelated-based manganese fertilization influences the productivity, uptake, and mobilization of manganese in wheat (*Triticum aestivum* L.) in sandy loam soils. *Frontiers*/Volume 14 – 2023
35. Sipos P., Ungai D. (2011): Gabonavizsgálati módszerek és eszközök. *Agrárágazat*
36. Szigethy – Ambrus N. (2024): Hőség után belvíz: nehéz évet fognak zárni idén a magyar gazdák. *OecoFocus*
37. T. de Beer (2023): Quality assessment of wheat flour, dough, and bread. *ScienceDirect*

38. V. Cherlinka (2025): How To Grow Wheat Efficiently On A Large Farm. *EOS DATA ANALYTICS*
39. Y. Wang, D. Wang, Z. Tao, Y. Yang, Z. Gao, G. Zhao, X. Chang (2021): Impacts of Nitrogen Deficiency on Wheat (*Triticum aestivum* L.) Grain During the Medium Filling Stage: Transcriptomic and Metabolomic Comparisons. *Frontiers*/Volume 12 - 2021
40. Z. Shabbir, A. Sardar, A. Shabbir, G. Abbas, S. Shamshad, S. Khalid, G. Murtaza, C. Dumat, M. Shahid (2020): Copper uptake, essentiality, toxicity, detoxification and risk assessment in soil-plant environment. *ScienceDirect/Chemosphere/* Volume 259
41. Zsár E. T. (2019): Talaj-előkészítés őszi búza számára. *Agrofórum*

### Online források

1. Az őszi búza költséghatékony NPK trágyázása – *Agrárágazat* 2017. 10. 09. Forrás: <https://agraragazat.hu/hir/az-oszi-buza-koltseghatekony-npk-tragyazasa/>
2. FAOSTAT adatbázis – Letöltés dátuma: 2025. 10. 11. Forrás: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>
3. KSH adatsor – Fontosabb szántóföldi növények betakarított területe (ezer hektár). Letöltés dátuma: 2025. 09.10. Forrás: [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/mez/hu/mez0012.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0012.html)
4. KSH adatsor – Fontosabb szántóföldi növények termésátlaga (kg/ha). Letöltés dátuma: 2025. 09.10. Forrás: [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/mez/hu/mez0018.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0018.html)
5. KSH adatsor – Fontosabb szántóföldi növények termésmennyisége (tonna). Letöltés dátuma 2025. 09, 10. Forrás: [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/mez/hu/mez0018.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0018.html)
6. Minőség-Innováció díj a Proplanta szaktanácsadási rendszernek – *Agro Napló* 2021. 11. 11. Forrás: <https://www.agronaplo.hu/agrarhirek/20211111/minoseg-innovacio-dij-a-proplanta-szaktanacsadasi-rendszernek-26436>

## 7. Ábrajegyzék/Táblázatjegyzék

1. ábra: A világ búzavetésterülete (ha) és búzatermésének (tonna) alakulása 2015-2023 között  
6. oldal
2. ábra: Magyarország búza vetésterülete (ezer ha) 2014-2024 között 6. oldal
3. ábra: Magyarország búzatermésének (tonna) alakulása 2014-2024 között 7. oldal
4. ábra: Magyarország búza termésátlaga (kg/ha) 2014-2024 között 7. oldal
5. ábra: Walter-Lieth éghajlati diagramok Martonvásár, Debrecen és Iregszemcse térségére, referencia időszak: 2000 – 2020. 21. oldal
6. ábra: Őszi búza termésmennyiségeinek alakulása Debrecenben, Martonvásáron, Iregszemcsén és a három helyszín átlagából összesítve 2015-2024 között (t/ha) 24. oldal
7. ábra: Őszi búza termésmennyisége relatív szórás alapján Debrecenben, Martonvásáron, Iregszemcsén és a három helyszín átlagának összesítéséből 2015-2024 között (%) 25. oldal
8. ábra: Őszi búza ezermagtömegének alakulása Debrecenben, Martonvásáron, Iregszemcsén és a három helyszín átlagából összesítve 2015-2024 között (g) 26. oldal
9. ábra: Őszi búza nyersfehérje-tartalmának alakulása Martonvásáron, Iregszemcsén és a kettő helyszín átlagából összesítve 2015-2024 között (%) 27. oldal
10. ábra: Őszi búza nedvessikér százalékanak alakulása Martonvásáron, Iregszemcsén és a kettő helyszín átlagából összesítve 2015-2024 között (%) 28. oldal
11. ábra: A talajállapot és a környezeti tényezők szemtermésre gyakorolt hatása főkomponens-analízis (PCA) segítségével 30. oldal
12. ábra: Novemberi és júniusi csapadék hatása prediktált szemtermés nagyságára 31. oldal
13. ábra: Nitrogén és foszfor közötti kölcsönhatás szemtermésre gyakorolt hatása 32. oldal
14. ábra: Nitrogén és kálium közötti kölcsönhatás szemtermésre gyakorolt hatása 33. oldal
15. ábra: Foszfor és kálium közötti kölcsönhatás szemtermésre gyakorolt hatása 34. oldal
16. ábra: Fedezeti hozzájárulások átlaga őszi búzában 2015-2024 között (Ft/ha) 36. oldal
17. ábra: Kezeléseknél mért termésátlagok őszi búzában 2015-2024 között (t/ha) 36. oldal

1.táblázat: Többtenyezős ANOVA eredményei 28-29. oldal

2. táblázat: Fedezeti hozzájárulás alakulása 2015-2024 között (Ft/ha) 34-35. oldal

## 8. Mellékletek

1. melléklet: A kísérleti helyszínek talajvizsgálati eredményei

Év	Helyszín	K <sub>A</sub>	Sótartalom	Humusz	CaCO <sub>3</sub>	pH(KCl)	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	AL-K <sub>2</sub> O	MgKCl	EDTA-Zn	EDTA-Cu	EDTA-Mn
2015	Iregszemcse	42	0,01	1,87	0	4,61	322	228	150	4,79	1,89	242
2016	Iregszemcse	45	0,01	2,59	8	7,15	248	120	121	0,88	2,56	57,9
2017	Iregszemcse	45	0,01	2,47	6	7,13	232	147	141	0,796	2,83	65,9
2018	Iregszemcse	46	0,01	2,6	8	7,2	192	142	147	0,59	2,34	48,4
2019	Iregszemcse	48	0,01	2,44	8	7,14	190	128	142	1,2	2,68	69,6
2020	Iregszemcse	48	0,01	2,44	8	7,14	190	128	142	1,2	2,68	69,6
2021	Iregszemcse	45	0,01	2,59	8	7,15	248	120	121	0,88	2,56	57,9
2022	Iregszemcse	37	0,01	1,9	7,56	7,28	187	232	95	0,19	1,2	32
2023	Iregszemcse	41	0,01	1,73	4,86	7,25	229	239	105	0,33	1,82	65
2024	Iregszemcse	42	0,01	1,81	6,21	7	294	381	103	0,636	1,52	48
2015	Martonvásár	52	0,08	2,92	5	7,17	205	251	234	1,17	2,72	83,8
2016	Martonvásár	49	0,02	2,94	3,2	6,92	148	272	338	1,25	3,09	189
2017	Martonvásár	45	0,02	3,02	6	7,22	411	311	247	0,947	1,09	37,8
2018	Martonvásár	50	0,05	2,24	2,3	7	192	293	219	1,13	1,87	67
2019	Martonvásár	50	0,08	2,63	0	6,71	154	256	406	1,8	3,85	423
2020	Martonvásár	34	0,02	2,32	0,1	5,11	170	238	301	1,47	4,87	308
2021	Martonvásár	49	0,05	2,5	7	7,13	193	248	282	1,2	0,794	16,3
2022	Martonvásár	50	0,05	2,24	2,3	7	192	293	219	1,13	1,87	67
2023	Martonvásár	50	0,08	2,63	0	6,71	154	256	406	1,8	3,85	423
2024	Martonvásár	49	0,05	2,5	7	7,13	193	248	282	1,2	0,794	16,3
2015	Debrecen	42	0,2	2,5	0	5,34	77	217	314	1,4	4,7	461
2016	Debrecen	43	0,2	2,76	0	6,46	133,4	239,8	332,4	2,8	5,86	438
2017	Debrecen	43	0,2	2,76	0	6,46	133,4	239,8	332,4	2,8	5,86	438
2018	Debrecen	43	0,2	2,76	0	6,46	133,4	239,8	332,4	2,8	5,86	438
2019	Debrecen	42	0,2	2,5	0	5,34	77	217	314	1,4	4,7	461
2020	Debrecen	40	0,2	2,5	0	5,66	74	217	316	1,3	4,7	449
2021	Debrecen	39	0,2	2,5	0	5,5	54	216	323	1,1	5,1	445
2022	Debrecen	43	0,2	2,76	0	6,46	133,4	239,8	332,4	2,8	5,86	438
2023	Debrecen	41	0,2	2,85	0	6,11	43	255	324	1,37	4,15	409
2024	Debrecen	40	0,2	2,85	0	5,8	78	255	338	1,36	3,87	411

2. melléklet: a Kísérletekben kijutatott hatóanyag-mennyiségek (kg/ha):

Év	Helyszín	Kezelés	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
2015	Iregszemcse	Környezetkímélő	155	0	0
2015	Iregszemcse	Környezetkímélő + L	155	0	0
2015	Iregszemcse	Mérleg	170	0	0
2015	Iregszemcse	Mérleg + L	170	0	0
2015	Iregszemcse	Genezis térségi	150	40	20
2015	Iregszemcse	Genezis térségi + L	150	40	20
2016	Iregszemcse	Környezetkímélő	130	28	79
2016	Iregszemcse	Környezetkímélő + L	130	28	79
2016	Iregszemcse	Mérleg	145	54	96
2016	Iregszemcse	Mérleg + L	145	54	96
2016	Iregszemcse	Genezis térségi	138	60	30
2016	Iregszemcse	Genezis térségi + L	138	60	30
2017	Iregszemcse	Környezetkímélő	130	28	79
2017	Iregszemcse	Környezetkímélő + L	130	28	79
2017	Iregszemcse	Mérleg	145	54	96
2017	Iregszemcse	Mérleg + L	145	54	96
2017	Iregszemcse	Genezis térségi	138	60	30
2017	Iregszemcse	Genezis térségi + L	138	60	30
2018	Iregszemcse	Környezetkímélő	155	40	0
2018	Iregszemcse	Környezetkímélő + L	155	40	0
2018	Iregszemcse	Mérleg	183	53	26
2018	Iregszemcse	Mérleg + L	183	53	26
2018	Iregszemcse	Genezis térségi	166	80	40
2018	Iregszemcse	Genezis térségi + L	166	80	40
2019	Iregszemcse	Környezetkímélő	180	40	40
2019	Iregszemcse	Környezetkímélő + L	180	40	40
2019	Iregszemcse	Mérleg	187,5	57	57
2019	Iregszemcse	Mérleg + L	187,5	57	57
2019	Iregszemcse	Genezis térségi	161,5	80	40
2019	Iregszemcse	Genezis térségi + L	161,5	80	40
2020	Iregszemcse	Környezetkímélő	180	40	40
2020	Iregszemcse	Környezetkímélő + L	180	40	40
2020	Iregszemcse	Mérleg	187,5	57	57
2020	Iregszemcse	Mérleg + L	187,5	57	57
2020	Iregszemcse	Genezis térségi	161,5	80	40
2020	Iregszemcse	Genezis térségi + L	161,5	80	40
2021	Iregszemcse	Környezetkímélő	155	40	0
2021	Iregszemcse	Környezetkímélő + L	155	40	0
2021	Iregszemcse	Mérleg	170	52,5	0

2021	Iregszemcse	Mérleg + L	170	52,5	0
2021	Iregszemcse	Genezis térségi	161	60	30
2021	Iregszemcse	Genezis térségi + L	161	60	30
Év	Helyszín	Kezelés	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
2022	Iregszemcse	Környezetkímélő	155	40	0
2022	Iregszemcse	Környezetkímélő + L	155	40	0
2022	Iregszemcse	Mérleg	170	52,5	0
2022	Iregszemcse	Mérleg + L	170	52,5	0
2022	Iregszemcse	Genezis térségi	146	54	54
2022	Iregszemcse	Genezis térségi + L	146	54	54
2023	Iregszemcse	Környezetkímélő	154,95	40	0
2023	Iregszemcse	Környezetkímélő + L	154,95	40	0
2023	Iregszemcse	Mérleg	170,55	52,5	0
2023	Iregszemcse	Mérleg + L	170,55	52,5	0
2023	Iregszemcse	Genezis térségi	170,25	54	54
2023	Iregszemcse	Genezis térségi + L	170,25	54	54
2024	Iregszemcse	Környezetkímélő	172,26	40,02	0
2024	Iregszemcse	Környezetkímélő + L	172,26	40,02	0
2024	Iregszemcse	Mérleg	170,19	53,36	0
2024	Iregszemcse	Mérleg + L	170,19	53,36	0
2024	Iregszemcse	Genezis térségi	172,5	45	45
2024	Iregszemcse	Genezis térségi + L	172,5	45	45
2015	Martonvásár	Környezetkímélő	135	25	0
2015	Martonvásár	Környezetkímélő + L	135	25	0
2015	Martonvásár	Mérleg	151	50	0
2015	Martonvásár	Mérleg + L	151	50	0
2015	Martonvásár	Genezis térségi	150	70	35
2015	Martonvásár	Genezis térségi + L	150	70	35
2016	Martonvásár	Környezetkímélő	152	42	0
2016	Martonvásár	Környezetkímélő + L	152	42	0
2016	Martonvásár	Mérleg	171	56	0
2016	Martonvásár	Mérleg + L	171	56	0
2016	Martonvásár	Genezis térségi	150	70	35
2016	Martonvásár	Genezis térségi + L	150	70	35
2017	Martonvásár	Környezetkímélő	0	0	0
2017	Martonvásár	Környezetkímélő + L	0	0	0
2017	Martonvásár	Mérleg	138	0	0
2017	Martonvásár	Mérleg + L	138	0	0
2017	Martonvásár	Genezis térségi	155	0	0
2017	Martonvásár	Genezis térségi + L	155	0	0
2018	Martonvásár	Környezetkímélő	170	70	35
2018	Martonvásár	Környezetkímélő + L	170	70	35
2018	Martonvásár	Mérleg	155	40	0
2018	Martonvásár	Mérleg + L	155	40	0

2018	Martonvásár	Genezis térségi	172	53	0
2018	Martonvásár	Genezis térségi + L	172	53	0
Év	Helyszín	Kezelés	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
2019	Martonvásár	Környezetkímélő	170	70	35
2019	Martonvásár	Környezetkímélő + L	170	70	35
2019	Martonvásár	Mérleg	138	40	0
2019	Martonvásár	Mérleg + L	138	40	0
2019	Martonvásár	Genezis térségi	155	53	0
2019	Martonvásár	Genezis térségi + L	155	53	0
2020	Martonvásár	Környezetkímélő	170	70	35
2020	Martonvásár	Környezetkímélő + L	170	70	35
2020	Martonvásár	Mérleg	138	40	0
2020	Martonvásár	Mérleg + L	138	40	0
2020	Martonvásár	Genezis térségi	155	53	0
2020	Martonvásár	Genezis térségi + L	155	53	0
2021	Martonvásár	Környezetkímélő	170	70	35
2021	Martonvásár	Környezetkímélő + L	170	70	35
2021	Martonvásár	Mérleg	171	43	0
2021	Martonvásár	Mérleg + L	171	43	0
2021	Martonvásár	Genezis térségi	190	56	0
2021	Martonvásár	Genezis térségi + L	190	56	0
2022	Martonvásár	Környezetkímélő	176	60	30
2022	Martonvásár	Környezetkímélő + L	176	60	30
2022	Martonvásár	Mérleg	206,04	50	0
2022	Martonvásár	Mérleg + L	206,04	50	0
2022	Martonvásár	Genezis térségi	229,2	67	0
2022	Martonvásár	Genezis térségi + L	229,2	67	0
2023	Martonvásár	Környezetkímélő	180,24	54	54
2023	Martonvásár	Környezetkímélő + L	180,24	54	54
2023	Martonvásár	Mérleg	206,04	50	0
2023	Martonvásár	Mérleg + L	206,04	50	0
2023	Martonvásár	Genezis térségi	229,2	67	0
2023	Martonvásár	Genezis térségi + L	229,2	67	0
2024	Martonvásár	Környezetkímélő	189,24	45	45
2024	Martonvásár	Környezetkímélő + L	189,24	45	45
2024	Martonvásár	Mérleg	200,52	50,14	0
2024	Martonvásár	Mérleg + L	200,52	50,14	0
2024	Martonvásár	Genezis térségi	200,16	67,16	0
2024	Martonvásár	Genezis térségi + L	200,16	67,16	0
2015	Debrecen	Környezetkímélő	200,06	50,1	50,1
2015	Debrecen	Környezetkímélő + L	200,06	50,1	50,1
2015	Debrecen	Mérleg	130	75	0
2015	Debrecen	Mérleg + L	130	75	0
2015	Debrecen	Genezis térségi	158	95	0

2015	Debrecen	Genezis térségi + L	158	95	0
Év	Helyszín	Kezelés	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
2016	Debrecen	Környezetkímélő	165	97,5	30
2016	Debrecen	Környezetkímélő + L	165	97,5	30
2016	Debrecen	Mérleg	170	75	0
2016	Debrecen	Mérleg + L	170	75	0
2016	Debrecen	Genezis térségi	170	75	0
2016	Debrecen	Genezis térségi + L	170	75	0
2017	Debrecen	Környezetkímélő	170	70	35
2017	Debrecen	Környezetkímélő + L	170	70	35
2017	Debrecen	Mérleg	129	86	0
2017	Debrecen	Mérleg + L	129	86	0
2017	Debrecen	Genezis térségi	155	86	0
2017	Debrecen	Genezis térségi + L	155	86	0
2018	Debrecen	Környezetkímélő	155	86	0
2018	Debrecen	Környezetkímélő + L	155	86	0
2018	Debrecen	Mérleg	0	0	0
2018	Debrecen	Mérleg + L	0	0	0
2018	Debrecen	Genezis térségi	170,5	100	0
2018	Debrecen	Genezis térségi + L	170,5	100	0
2019	Debrecen	Környezetkímélő	170	114	0
2019	Debrecen	Környezetkímélő + L	170	114	0
2019	Debrecen	Mérleg	170,5	100	0
2019	Debrecen	Mérleg + L	170,5	100	0
2019	Debrecen	Genezis térségi	169,5	85	0
2019	Debrecen	Genezis térségi + L	169,5	85	0
2020	Debrecen	Környezetkímélő	171	114	0
2020	Debrecen	Környezetkímélő + L	171	114	0
2020	Debrecen	Mérleg	170	80	40
2020	Debrecen	Mérleg + L	170	80	40
2020	Debrecen	Genezis térségi	168,5	85	0
2020	Debrecen	Genezis térségi + L	168,5	85	0
2021	Debrecen	Környezetkímélő	171	99	0
2021	Debrecen	Környezetkímélő + L	171	99	0
2021	Debrecen	Mérleg	170	60	30
2021	Debrecen	Mérleg + L	170	60	30
2021	Debrecen	Genezis térségi	170	100	0
2021	Debrecen	Genezis térségi + L	170	100	0
2022	Debrecen	Környezetkímélő	170	100	0
2022	Debrecen	Környezetkímélő + L	170	100	0
2022	Debrecen	Mérleg	170	100	0
2022	Debrecen	Mérleg + L	170	100	0
2022	Debrecen	Genezis térségi	171	99	0
2022	Debrecen	Genezis térségi + L	171	99	0

Év	Helyszín	Kezelés	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
2023	Debrecen	Környezetkímélő	170	114	0
2023	Debrecen	Környezetkímélő + L	170	114	0
2023	Debrecen	Mérleg	161	52	0
2023	Debrecen	Mérleg + L	161	52	0
2023	Debrecen	Genezis térségi	171	99	0
2023	Debrecen	Genezis térségi + L	171	99	0
2024	Debrecen	Környezetkímélő	169	114	0
2024	Debrecen	Környezetkímélő + L	169	114	0
2024	Debrecen	Mérleg	170	90	40
2024	Debrecen	Mérleg + L	170	90	40
2024	Debrecen	Genezis térségi	131	99	0
2024	Debrecen	Genezis térségi + L	131	99	0

3. melléklet: A kísérletben lombtrágyázott kezelésként kijutatott lombtrágya-mennyiségek (l/ha)

Év	Helyszín	Termék	Dózis (l/ha)
2015	Iregszemcse	Genezis Gabona lombtrágya	6
2015	Iregszemcse	Genezis Mikromix-A-réz	3
2016	Iregszemcse	Genezis Mikromix-A-kalászos	8
2016	Iregszemcse	Nitrospeed	12
2017	Iregszemcse	Genezis Mikromix Gabona	5
2017	Iregszemcse	Genezis Mikromix-A-kalászos	4
2017	Iregszemcse	Nitrospeed	12
2018	Iregszemcse	Genezis Kalászos BS	9
2018	Iregszemcse	Genezis Mikromix-A-kalászos	3
2019	Iregszemcse	Genezis Kalászos BS	12
2019	Iregszemcse	Genezis Mikromix-A-kalászos	3
2020	Iregszemcse	Genezis Kalászos BS	10
2021	Iregszemcse	Genezis Mikromix-A-kalászos	5
2021	Iregszemcse	Nitrospeed	5
2022	Iregszemcse	Genezis Mikromix-A-kalászos	5
2022	Iregszemcse	Genezis Kalászos BS	5
2022	Iregszemcse	Nitrospeed	5
2023	Iregszemcse	Genezis Mikromix-A-kalászos	5
2023	Iregszemcse	Nitrospeed	5
2024	Iregszemcse	Genezis Mikromix-A-kalászos	5
2024	Iregszemcse	Nitrospeed	5
2015	Martonvásár	Genezis Gabona lombtrágya	9
2015	Martonvásár	Genezis Mikromix-A-réz	3
2016	Martonvásár	Genezis Mikromix-A-kalászos	8
2016	Martonvásár	Nitrospeed	12

Év	Helyszín	Termék	Dózis (l/ha)
2017	Martonvásár	Genezis Mikromix Gabona	6
2017	Martonvásár	Genezis Mikromix-A-kalászos	4
2017	Martonvásár	Nitrospeed	12
2018	Martonvásár	Genezis Kalászos BS	9
2018	Martonvásár	Genezis Mikromix-A-kalászos	3
2019	Martonvásár	Genezis Kalászos BS	12
2019	Martonvásár	Genezis Mikromix-A-kalászos	3
2020	Martonvásár	Genezis Kalászos BS	10
2021	Martonvásár	Genezis Mikromix-A-kalászos	5
2021	Martonvásár	Nitrospeed	5
2022	Martonvásár	Genezis Mikromix-A-kalászos	5
2022	Martonvásár	Genezis Kalászos BS	5
2022	Martonvásár	Nitrospeed	5
2023	Martonvásár	Genezis Mikromix-A-kalászos	5
2023	Martonvásár	Nitrospeed	5
2024	Martonvásár	Genezis Mikromix-A-kalászos	5
2024	Martonvásár	Nitrospeed	5
2015	Debrecen	Genezis Gabona lombtrágya	10
2016	Debrecen	Genezis Mikromix-A-kalászos	5
2016	Debrecen	Nitrospeed	5
2017	Debrecen	Genezis Mikromix-A-kalászos	5
2017	Debrecen	Nitrospeed	5
2018	Debrecen	Genezis Mikromix-A-kalászos	5
2018	Debrecen	Nitrospeed	5
2019	Debrecen	Genezis Mikromix-A-kalászos	5
2019	Debrecen	Nitrospeed	5
2020	Debrecen	Genezis Mikromix-A-kalászos	5
2020	Debrecen	Nitrospeed	5
2021	Debrecen	Genezis Mikromix-A-kalászos	5
2021	Debrecen	Nitrospeed	5
2022	Debrecen	Genezis Mikromix-A-kalászos	5
2022	Debrecen	Nitrospeed	5
2023	Debrecen	Genezis Mikromix-A-kalászos	5
2023	Debrecen	Nitrospeed	5
2024	Debrecen	Genezis Mikromix-A-kalászos	5
2024	Debrecen	Nitrospeed	5

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 szakdolgozat nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: Grosszós Levente  
A Hallgató Neptun kódja: B44K99  
A dolgozat címe: Összeállítás a tanárszerekről, a tanárképzésről egy közéleti - és köznevelési témakörben  
A megjelenés éve: 2025  
A konzulens intézetének neve: Köznevelési Intézet - Tudományok Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Magyar Kultúra Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. 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 mindenkor 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: 2025 év november hó 5 nap.

Grosszós Levente  
Hallgató aláírása

## NYILATKOZAT

György József (név) (hallgató Neptun azonosítója: B44K98)  
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. év október hó 3. nap

Helmi Klára

belső konzulens

<sup>1</sup> A megfelelő aláhúzendó.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendó.

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

**1. Általános adatok**

Hallgató neve:	CSONTOS MIHÁLY
Neptun-kódja:	DHYKSS
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:	Orsi létra természetvédelmi vizsgálata az évi 2011. évi Btk. 201. §-a alapján

\* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

**2. Nyilatkozat az MI használatáról**

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

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

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

**3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése**

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

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

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

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

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

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

--	--	--	--

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

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

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

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

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

**4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:**

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: 2025. március 3., 2025. március hó 3. nap

[Handwritten Signature]

Hallgató aláírása

[Handwritten Signature]

Konzulens/Témavezető aláírása

