

DIPLOMADOLGOZAT

TÓBI FANNI
Osztatlan Agrármérnöki

Gödöllő
2023



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Osztatlan agrármérnöki szak**

**KÜLÖNBÖZŐ FEJTRÁGYA DÓZISOK HATÁSA AZ
ŐSZI BÚZA TERMÉSÉNEK MENNYISÉGÉRE ÉS
MINŐSÉGÉRE**

Belső konzulens:	Dr. Mikó Péter Pál egyetemi docens
Készítette:	Tóbi Fanni AY3L7Z nappali tagozat
Intézet/Tanszék:	Növénytermesztési- tudományok Intézet Agronómia Tanszék

Gödöllő

2023

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK.....	4
1.1 A téma jelentősége, aktualitása.....	4
1.2 Célkitűzések.....	5
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	6
2.1 A búzatermesztés jelenlegi helyzete	6
2.1.1 Búzatermesztési statisztikák	6
2.1.2 Műtrágya árak, műtrágya felhasználás	7
2.2 Az őszi búza termésének mennyiségi és minőségi jellemzői	8
2.2.1 Az őszi búza termés elemei	8
2.2.2 Az őszi búza minőségi paraméterei	9
2.3 Az őszi búza termésének mennyiségét és minőségét befolyásoló tényezők	11
2.3.1 Az ökológiai tényezők hatása	11
2.3.2 A fajtaválasztás jelentősége	13
2.3.3 Az agrotechnikai elemek szerepe	14
2.3.3.1 Elővetemény	14
2.3.3.2 Talajművelés.....	16
2.3.3.3 Vetés	17
2.3.3.4 Növényvédelem	18
2.3.3.5 Tápanyagellátás	19
2.3.3.6 Betakarítás, tárolás.....	21
2.4 A nitrogén-ellátottság hatása a termés mennyiségére, minőségére	22
3. A VIZSGÁLATOK MÓDSZEREI	26
3.1 A kísérlet helyszíne.....	26
3.1.1 Terület általános jellemzése.....	26
3.1.2 Talajvizsgálati eredmények	26
3.2 Meteorológiai adatok	27
3.3 A kísérlet előkészítésének feladatai	28
3.3.1 Vizsgált N-dózisok meghatározása.....	28
3.3.2 Parcellakiosztás.....	29
3.4 A kísérlet során alkalmazott agrotechnika bemutatása.....	29
3.4.1 Talaj-előkészítés, alaptrágya kijuttatás, vetés.....	29

3.4.2	Fejtrágyázások	30
3.4.3	Növényvédelmi kezelések, kijuttatott tápelemdózis összegzése	30
3.4.4	Betakarítás, termésmennyiség mérése	31
3.4.5	Folyamatos műveleti napló	32
3.5	Beltartalmi értékek vizsgálata	33
3.6	Eredmények értékelésének módszerei	33
4.	EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	34
4.1	Termésmennyiség	34
4.2	Szárazanyagra vetített nyersfehérje-tartalom	35
4.3	Sikértartalom	37
4.4	Zeleny-féle szedimentáció	38
4.5	A nitrogén-ellátottság hatásának összefoglaló elemzése	40
4.6	Ökonómiai értékelés	41
5.	KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	44
6.	ÖSSZEFOGLALÁS	46
7.	IRODALOMJEGYZÉK	47
8.	MELLÉKLETEK	51
	NYILATKOZATOK	52

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

1.1 A téma jelentősége, aktualitása

A közönséges búza, másnéven kenyérbúza (*Triticum aestivum* L.) napjainkban egyike a legnagyobb területen, és a legnagyobb mennyiségben termesztett gabonaféléknek. Termesztése gyakorlatilag az Antarktiszon kívül minden kontinensen lehetséges és elterjedt ([http1](#)). A belőle készült termékek szinte minden kultúrában fontos szerepet játszanak, úgy a humán élelmezésben ([http2](#)), mint az állatok takarmányozásában (Sáenz 2021). Őszi és tavaszi vetésű változatát a különböző éghajlatokon eltérő sikerességgel termesztik, Magyarországon az őszi búza terjedt el ([http3](#)).

Az őszi búza kevésbé tekinthető tápanyagigényes növénynek az egységnyi termésmennyiségre vetített makroelem-szükségletét tekintve, mint a hazánkban legnagyobb területen termesztett más szántóföldi kultúrák. Tápanyag-utánpótlásának alapelvei országszerte közel azonosak, a különböző területek talajvizsgálatai eredményei alapján egyszerű számításokkal viszonylag jól becsülhető a kijuttatandó makrotápanyagok mennyisége. A szerves- és műtrágyák mellett különböző levéltrágyák segítik a gazdákat a megfelelő makro- és mikroelem-ellátás biztosításában, a növény bármely fenofázisában (Füleky & Sárdi 2014).

Mégis időről időre szükségessé válik a tápanyag-utánpótlási gyakorlat felülvizsgálata, hiszen a környezet változik – mind a természeti, gazdasági, politikai, társadalmi és a technológiai környezet. Néhány környezeti tényező a termelés, és a kísérlet céljának megértése szempontjából kiemelt jelentőségű, a teljesség igénye nélkül ezek a következők.

Változnak a klimatikus faktorok: a csapadék mennyisége, eloszlása, a hőmérséklet (Lakatos 2010), melyek nem csak a termesztett növények biológiai folyamatait befolyásolják, de a velük kapcsolatban álló egyéb élőlényekét is, így közvetlenül vagy közvetve befolyásolhatják a rendelkezésre álló tápanyagok, köztük a nitrogén hasznosulását (Suddick et al. 2013). A természeti környezet szempontjából emellett kiemelkedő jelentőségű tényező, hogy Magyarország területének közel 70%-a nitrátérzékeny, emiatt ezeken a területeken a nitrogén kijuttatása rendeletek által szigorúan szabályozott ([http4](#)).

A politikai és gazdasági tényezők is változóban vannak, az alacsonyabb áron elérhető ukrainai gabona és egyéb mezőgazdasági termékek beáramlása az Európai Unió terménypiacára lenyomja az EU-ban az árakat, olyannyira, hogy akár az előállítás költségei sem térülnek meg a hazai termények értékesítésekor ([http5](#)). A termeléshez kapcsolódó kiadások ezzel szemben emelkednek, különösen a műtrágya- és növényvédőszer-árak növekednek nagy mértékben, így a megszokottnál is fontosabb ezek okszerű felhasználása (Agrárközgazdasági Intézet 2023).

1.2 Célkitűzések

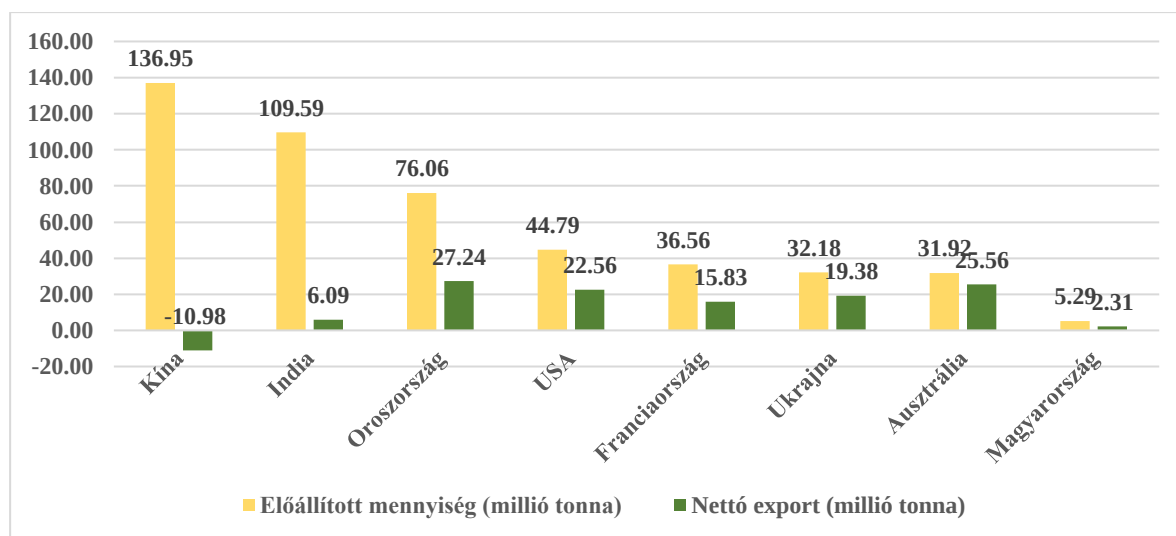
A dolgozatban egy nagyparcellás kísérlet segítségével megfigyeltem és értékeltem agronómiai és ökonómiai szempontból is különböző nitrogén fejtrágya dózisok hatását az őszi búza termésének mennyiségére és minőségére, más tényezők (talaj, éghajlat, elővetemény, fajta) minél kisebb mértékű különbözősége/változtatása mellett. Így az eredmények közötti differencia vélhetően legnagyobb részben a tápanyagellátás különbségeiből adódott, ebből pedig következtethetünk arra, hogy a kísérletéhez hasonló körülmények és termesztéstechnológia esetén mely nitrogéndózis tekinthető a leginkább irányadónak, ha eredményesen szeretnénk őszi búzát termelni.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 A búzatermesztés jelenlegi helyzete

2.1.1 Búzatermesztési statisztikák

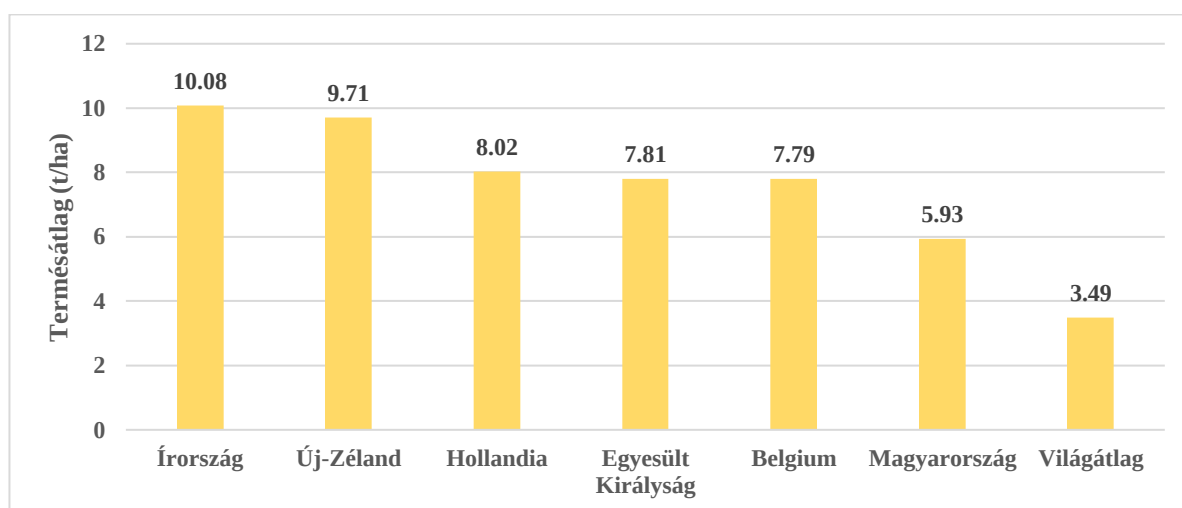
2021-ben a búza volt a legnagyobb területen (220,76 millió hektáron), és a 3. legnagyobb mennyiségben termesztett gabonaféle (a kukorica és a rizs után), 770,88 millió tonnát takarítottak be belőle a világon összesen. A legjelentősebb termelőket és exportőröket, ezek volumenét az 1. ábra szemlélteti. A legnagyobb területen és mennyiségben búzát előállító országok jelenleg India, Oroszország és Kína. 2021-ben Oroszország volt a legjelentősebb exportőr, mind a teljes kiviteli mennyiséget, mind a nettó exportot tekintve. Bár Kína termelte meg a legnagyobb mennyiséget a világ országai közül, exportja minimális, sőt, nagy mennyiségű terményt importál. Kiemelendő termelő és nettó exportőr még az Amerikai Egyesült Államok, Franciaország, Ausztrália és Ukrajna. Bár Magyarország világviszonylatban nem tartozik a legjelentősebb búzatermesztő országok közé, terménykivitele nem elhanyagolható (http1, http6).



1. ábra: Búzatermesztés és export volumene világszerte és Magyarországon. FAOSTAT, 2021

Az Európai Unióban a legnagyobb területen termesztett gabona a búza, 2021-ben az EU-ban teljes vetésterülete meghaladta a 24 millió hektárt, melyen a világ búzatermésének közel 18%-át termelték meg. Ebben az évben az EU összesített búzaexportja 24,87 millió tonna volt (a belső kereskedelmet nem beleszámolva). A legnagyobb területen búzát termeszto országok az Unióban Franciaország, Lengyelország, Románia, Spanyolország és Olaszország. Magyarország az EU búzatermésének 3,83%-át biztosította 2021-ben (http1, http6).

Az átlaghozamot tekintve más országok járnak élen világviszonylatban, mint a betakarított területet és termésmennyiséget tekintve, ezt a 2. ábra szemlélteti. A legmagasabb búza termésátlagot produkáló országok Írország és Új-Zéland, 10 t/ha körüli hozammal. Magyarországon a hektáronkénti termésmennyiség 5,93 tonna, ami jóval a 3,49 t/ha-os világátlag felett van, illetve kis mértékben az Európai Unióban jellemző 5,75 t/ha-os eredményt is meghaladja a FAOSTAT 2021-es adatai alapján ([http1](#)).



2. ábra: Legmagasabb búza termésátlagok, Magyarország és a világátlag összehasonlítása. FAOSTAT, 2021

Heves vármegyében, ahol a kísérlet zajlott, az átlagos hektáronkénti termés az előzetes becslések alapján 3,23 tonna volt 2022-ben, amely több, mint 26,5%-kal alulmúlja az adott évi 4,4 t/ha-os országos átlagot ([http7](#)).

A búza felvásárlási ára 2022-ben Magyarországon a vetőmag célú termés esetében 92.253 Ft, élelmezési búza esetén 75.119 Ft, míg a takarmánybúzáé 68.927 Ft volt tonnánként. Ezt 2022-ben jelentős növekedés követte: a vetőmagbúza 186.206, az élelmezési 131.687, míg a takarmánybúza 124.678 forintba került tonnánként ([http8](#)). Az exportot tekintve a termés átlagára 255 USD/t körül alakult 2021-ben, míg a behozott terményt valamivel magasabb, 259 USD/t áron vásároltuk ([http6](#)). Ez az MNB 2021-es átlagos középárfolyamán számolva export esetében 77.338 Ft/t, import esetében pedig 78.551 Ft/t ([http9](#)).

2.1.2 Műtrágya árak, műtrágya felhasználás

A búzatermesztés inputköltségeinek igen jelentős részét a tápanyag-utánpótláshoz kapcsolódó anyagok, például a különböző szerves- és műtrágyák adják. 2021-ben a műtrágya árak emelkedése Magyarországon átlagosan az előző évhez képest 58% volt, míg ugyanez a szám 2022-ben meghaladta a 156%-ot. A növénytermesztéshez kapcsolódó ráfordítások

árindexei közül a műtrágya árindex volt a legmagasabb ezekben az években. Az agrárrolló 2021-ben 101,9%, 2022-ben 103,5% volt (http10).

A nitrogénműtrágyák áremelkedése a legmagasabb, ennek oka alapvetően a földgáz árának nagymértékű inflációja (http11). Néhány nitrogénműtrágya hazai árát, illetve az árak változását 2020-2022 között az 1. táblázat mutatja be (http12).

1. táblázat: Műtrágyaárak Magyarországon. KSH, 2020-2022

	2020	2021	2022	2020	2021	2022
	Ft/t műtrágya			Ft/t nitrogén hatóanyag		
Ammónium-nitrát 34%	72210	109650	304200	212382	322500	894706
Karbamid 46,3%	90140	149210	346130	194687	322268	747581
Mészammon-salétrom 27%	56200	109280	254330	208148	404741	941963

Hazánk nitrogén tartalmú műtrágya előállítás 2020-ban 341,92 ezer tonna volt nitrogén hatóanyagban számolva, ebből pedig 179,09 ezer tonnát exportáltunk. Az import volumene ebben az évben 351,99 ezer tonna volt, így a nettó import mértéke 172,9 ezer tonna nitrogén hatóanyagnak megfelelő termék volt. 2020-ban a kijuttatott műtrágya mennyiségből 444,96 ezer tonna volt a nitrogén. Ezzel az egy főre jutó, illetve az ország mezőgazdaságának termelési értékéhez viszonyított kijuttatott N műtrágya mennyiséget tekintve a 10. legnagyobb műtrágya-felhasználó ország vagyunk a világon (http13).

Az egy hektárra jutó összes műtrágya mennyiségének országos átlaga 2017-ben 409 kg, 2021-ben 365 kg volt, azaz több, mint 10%-ot csökkent 4 év alatt. Heves vármegyében ez a csökkenés ennél is markánsabb volt: a 2017-es 405 kg/ha 2021-re 337 kg/ha-ra mérséklődött, tehát az esése közel 17% volt (http14).

2.2 Az őszi búza termésének mennyiségi és minőségi jellemzői

2.2.1 Az őszi búza terméslemei

Az őszi búza terméslemei meghatározzák az egységnyi területre jutó termés mennyiségét. Három alapvető tényezőt különíthetünk el: a területegységre jutó kalászszaámot, amely adódik a denzitásból és a növényenkénti kalászszaámából; a kalásonkénti szemszaámot, amelynek összetevői a kalászka- és a termővirág-szaám; és az ezerszemtömeget (Petr 1985).

Az őszi búza terméslemeit a növény különböző fejlődési stádiumai során érő hatások, külső és belső tényezők más-más módon befolyásolják, így hatva a növény későbbi termésmennyiségére. A kikelt növények számaát meghatározó legfontosabb tényezők a vetett

csíraszám, a vetőmag minősége, a rendelkezésre álló hő és víz mennyisége. A bokrosodás időszakában determinálódik a növényenkénti kalászok, illetve a kalásonkénti padkák (kalászkák) száma. A kalászkánkénti szemek lehetséges száma a szárbaindulás elején kezd kialakulni, és a kalászhányás előtt eléri maximumát, a végleges magszámot azonban nagyban befolyásolja a megtermékenyülés minősége. A szemek tömege és beltartalma az érés időszakában alakul ki (Szabó 2021).

A végleges tőszámot optimalizálhatjuk a vetőmag, a vetési norma, a vetésmélység és a vetés idejének helyes megválasztásával, és a megfelelő minőségű magágy biztosításával. A bokrosodás mértéke függ a fajtától, az agrotechnikától és a környezeti tényezőktől is. A bokrosodási csomók, oldalhajtasok számát kedvezően befolyásolhatjuk a megfelelő vetésmélységgel, vetésidővel és denzitással. Emellett kiemelkedő szerepet játszik ebben a stádiumban a kalásonkénti kalászkaszám szempontjából az optimális tápanyag-ellátottság, különös tekintettel a nitrogénre. Az emeletek maximális száma a bokrosodás végére, a szárbaindulás előtt kialakul, így az ezt megelőző időszakra, kora tavaszra érdemes időzíteni nitrogéntartalmú fejtrágya kijuttatást. A generatív szervek ideális fejlődése, az optimális környezeti feltételek és a rendelkezésre álló tartaléktápanyagok megléte mellett a bór és a kalcium megfelelő mennyisége is szükséges a virágok megtermékenyüléséhez, ezutóbbi nyomelemeket levéltrágya kijuttatással szükség szerint pótolhatjuk. A szemek tömegére és beltartalmára az éréskor felvehető nitrogén mennyisége, a termésképződés időszakának hossza és a zászlóslevelek fotoszintetikus aktivitása van jelentős hatással, így ekkor is kiemelkedően fontos a megfelelő tápanyag-ellátottság biztosítása, illetve a zászlóslevél védelme a különböző károsítókkal szemben. Az időjárás gyakorlatilag minden fejlődési stádiumban jelentős hatással van a terméselemek alakulására (Kismányoky 2013a).

2.2.2 Az őszi búza minőségi paraméterei

Az őszi búza termelése során érdemes a mennyiségi termelés mellett a minőséget is szem előtt tartani. A magasabb minőséget képviselő élelmezési búza átlagára közel 6%-kal, a vetőmag búza értékesítési átlagára több, mint 49%-kal haladta meg a takarmánybúzáét 2022-ben (<http8>).

A felhasználási céltól függ, hogy milyen minőségi követelményeknek kell megfelelnie az adott tételnek. Az élelmezési célú búza minőségi besorolását és az azokhoz kapcsolódó követelményeket az MSZ 6383:2017 szabvány rögzíti. A tisztasági kritériumok között szerepel a törött szemek, a magszennyező anyagok, a csírázott szemek, és az egyéb szennyező anyagok aránya. A magszennyező anyagok csoportjába tartoznak a zsugorodott szemek, az egyéb

gabonafélék, az elszíneződött csírájú szemek és foltos szemek, és a szárítás során túlhevült szemek aránya, emellett a kártevők által károsított szemek hányada is, ezen belül külön kiemelésre került a poloskaszúrt szemek aránya. A vegyes, egyéb szennyező anyagok közé soroltak az idegen magvak, ezen belül a káros magvak hányada, a romlott szemek, a *Fusarium spp.* által károsított szemek, az idegen anyagok, a héj, az anyarozs, az üszkös szemek, és az állati eredetű anyagok aránya. A szemtermés mért fizikai és összetételi jellemzői a szabvány szerint a nedvességtartalom, a nyers fehérjetartalom, a nedves sikér mennyisége, a hektolitertömeg, az esésszám és a Zeleny-féle szedimentációs érték. A laboratóriumi búzalisztból készült tézsta reológiai tulajdonságaival szemben támasztott követelmények érintik a farinográfus vagy valorigráfus, az alveográfus, és az extenzográfus értékeket. A szabványban meghatározott tulajdonságok mérésével az élelmezési célú közönséges búza 3 kategóriába sorolható: prémium búza, malmi búza I., malmi búza II., illetve a reológiai tulajdonságok alapján „A” és „B” kategória kerülhet megállapításra (MSZT 2017).

A búza malomipari értékét a lisztkihozatal és a szemkeménység nagy mértékben befolyásolja. A lisztkihozatal előzetes becslését segíti a hektolitertömeg és az ezerszemtömeg mérése. Mind a hektoliter- és az ezerszemtömeget, mind a szem keménységét a fajta nagyban meghatározza, agrotechnikával kis mértékben befolyásolhatók. A keményszemű búzák jobb vízfelvevő képességgel rendelkeznek, illetve fehérje- és nedvessikér-tartalmuk magasabb a puha búzáknál (Tóth 2013).

Az őszi búza sütőipari minősége több kvalitatív paraméter kombinált vizsgálatával, ezek együttes értelmezésével, illetve a belőlük képzett értékszámmal fejezhető ki. Kiemelten fontos tényező a fehérjetartalom, amely meghatározható hagyományosan a Kjeldahl módszerrel, vagy gyors meghatározási eljárásokkal, mint például a NIR (közeli infravörös reflexiós), vagy a NIT (közeli infravörös transzmissziós) mérési módszer. Utóbbi módszerek alkalmasak a sikér mennyiségének meghatározására is, amely a kenyérfőzés során meghatározó tényezőnek tekinthető. Jó minőségűnek tekinthető szárazanyag-tartalomra vetítve a 12% feletti fehérjetartalom, illetve a 30% feletti nedves sikér tartalom. A Zeleny-féle szedimentációs index a búza fehérje- és sikértartalmát, illetve azok minőségét jellemző paraméter, 30-35 ml-től számít jónak az értéke. A hagyományos, tejsavas oldatban való ülepitésen kívül napjainkban már szintén meghatározható gyors mérési módszerekkel is. A búza fehérjetartalmát jellemző érték még a nedves sikérterület, amely a sikér minőségét, stabilitását, és a fehérjebontó enzimek aktivitását együttesen jellemzi, ideális mértéke 2-8 mm (Szabó 2012).

A Hagberg-féle esésszám a keményítőbontó α -amiláz enzim tevékenységéről szolgáltat információt, amely a kenyér bélzetének a minőségét befolyásolja. Alacsony esésszám esetén

túlzott az enzimaktivitás, az elvárható érték 250-350 másodperc közé tehető. A farinográfus vagy valorigráfus vizsgálat magyar fejlesztésű lisztminőség-vizsgálati módszer, a liszt vízfelvételét, és a kialakult tészta tulajdonságait, viselkedését analizálja. A kapott eredményből képezhető a sütőipari értékszám, amely alapján „A” (javító), „B” (malmi), és „C” (takarmány) minőségi csoportokba sorolható be a búza. Az alveográfus vizsgálatok a lisztből készült tészta nyújthatóságát, illetve a siker minőségét mutatják meg, legfontosabb mutatószámai a deformációs munka (W), illetve a P/L arány. Az extenzográfus vizsgálatok a tészta szakítószilárdságát értékelik, de közvetetten információt nyújtanak a siker minőségének alakulásáról is. Jellemző értékszámai az „E”, ami a nyújthatóságot, és az „R”, ami a nyújtással szembeni ellenállást mutatja meg (Tóth 2013).

Fontos minőségi paraméternek tekinthető a búza kórokozókkal való fertőzöttsége, hiszen ha ez nagy mértékű, ellehetetleníti a további feldolgozást. Mind a termesztés, mind a raktározás során fontos a megfelelő növényvédelem, különösen a *Fusarium* fajokkal szemben, mivel ezek mikotoxinjai károsak a melegvérűekre nézve, így nem csak humán ételmezésben, de állati takarmányozásban sem használható fel a fertőzött tétel, amennyiben a mikotoxin-tartalma meghaladja a jogszabályban meghatározott értékeket (MÉBiH, 2009).

2.3 Az őszi búza termésének mennyiségét és minőségét befolyásoló tényezők

2.3.1 Az ökológiai tényezők hatása

Az ökológiai tényezők közé sorolhatjuk az időjárást és a talajadottságokat. A búza hőmérsékleti igényét tekintve viszonylag tág tűrésű, elviseli a -20 és a +40 C°-ot is. Télen a fagykárnak jobban ellenáll, ha van hóborítottság, de 90 nap után ez is káros lehet a további fejlődését tekintve. Minimális csapadékigénye a vegetációs időszakban 300-350 mm, de az optimális érték 500-600 mm között alakul. Kiemelkedő jelentőségű a csapadék mennyisége mellett annak megfelelő eloszlása. Különösen fontos számára a csapadék megléte vetés után a megfelelő kelés érdekében, illetve tavasszal, azonban az aratási időszakban a betakarítást késleltető esős idő káros hatású. A virágzás után a száraz, meleg időjárás kedvező, de a júniusi kánikula tejesérésben szemszorulást okozhat (Jolánkai 2005).

Kismányoky szerint a búza számára ideális talajtulajdonságok a következők: jó szerkezet, kolloidokban, humuszban való gazdagság, mély termőréteg, nagy víztározó képesség, közömbös vagy enyhén lúgos kémhatás, jó adszorpciós kapacitás. Ezeknek a feltételeknek leginkább a mezőszégi, a meszes öntés és a réti agyagtalajok, ezek szolonyec típusai, illetve a barna erdőtalajok tesznek eleget. Hasonlóan vélekedik erről *Jolánkai* is, kiemelve a közép-kötött mezőszégi- és erdőtalajok kedvező mivoltát a búzatermesztés számára. Mérsékelt alkalmasnak

tartják e célra a javított szikes, a jó kultúrállapotú humuszos és a gyengén humuszos homok- és laza erdőtalajokat, míg a kedvezőtlen kategóriába sorolják az erodált, a sekély termőrétegű, a lejtős és erodált, illetve a köves-kavicsos talajokat (Jolánkai 2005, Kismányoky 2013b).

Az időjárás évenkénti változatossága meghatározza az évjárathatást, amely *Pepó (2012)* kutatásai szerint extenzív technológia esetén 20%-ban, intenzív technológia esetén 15%-ban határozza meg a búza termésmennyiségét. Optimális termesztéstechnológia alkalmazása esetén az időjárás minőségre gyakorolt hatása 22% körül alakult. A talajadottságok az említett publikáció szerint extenzív technológia alkalmazása mellett 40%-ban, míg intenzív technológia esetén csak 10%-ban befolyásolták az őszi búza hozamát, ideális agrotechnika és fajtaválasztás mellett a minőségre gyakorolt hatásuk szintén 10% körül alakult.

A talaj rendelkezhet kiegyenlítő hatással is, egy 2010-2012 között, csernozjom talajon beállított kísérlet esetében az évjárat minőségre gyakorolt hatása átlagosan csupán 6-14% között volt. A sütőipari minőségi paramétereket tekintve az évjárat hatása a nedves siker tartalom esetében volt a legmagasabb (13%), míg a liszt fehérjetartalmát és a valorigráfos értéket csak 6-6%-ban befolyásolta (*Pepó & Szabó 2013*).

Ágoston és Pepó 2001-2004 között, mészlepedékes csernozjom talajon végzett kisparcellás, négyismétléses kísérletének eredményei alapján az évjárathatás elemei közül a legnagyobb hatással a tavaszi hőmérséklet és a tavaszi csapadék volt a búza termésmennyiségére. A vizsgált időszakban a középérésű fajták átlagos termésmennyisége volt a legkedvezőbb (6173 kg/ha), ezt követték a korai érésű fajták átlagosan 5907 kg/ha-os hozammal, és a legalacsonyabb termésátlagot produkáló középkései fajták 5888 kg/ha termésátlaggal (*Ágoston & Pepó 2005*).

Lettországban egy 2010 és 2012 között zajló, a fajta, az időjárás és a nitrogénpótlás hatását vizsgáló kísérlet során a 3 évben, a vegetációs időszak alatt lehullott csapadék mennyisége 495 mm, 339 mm és 414 mm volt, a középhőmérséklet 14,1 C°, 14,5 C° és 14,7 C°. Az első évben, amikor a legnagyobb volt a csapadékmennyiség, 6,60 tonna volt a hektáronkénti termés átlaga, míg 2011-ben, a legalacsonyabb lehullott csapadékmennyiségnél a hozam csak 5,84 t/ha volt. A harmadik évben, közepes csapadékmennyiség mellett 6,24 t/ha volt a búza termésátlaga. A kutatás eredményei azt mutatták, hogy átlagosan 33%-ban befolyásolta a termés mennyiségét az évjárathatás (*Linina & Ruza 2018*).

Egy 2003-2004 között, Északkelet-Németországban végzett kutatás mind a talaj, mind az évjárat hatását vizsgálta. A kísérlet egy kedvezőbb, és egy gyengébb minőségű, homokos jellegű talajjal rendelkező területen zajlott a két év során, 4 különböző fajta bevonásával. A kedvezőbb adottságú talaj kémhatása pH= 6,1 volt, míg a gyengébb minőségűé pH= 5,0,

emellett a szervesanyaggal, illetve a makroelemekkel való ellátottságban is jelentős különbségeket mértek, mindet a jobb minőségű talaj javára. Az eredmények azt mutatták, hogy a gyengébb talajon, a szárazabb 2003-as évben a termés átlagos mennyisége csak 21%-át érte el a jobb talajú területének, míg a kedvezőbb, csapadékosabb 2004-es évben ez az érték 70%-ra emelkedett. A területegységre vonatkoztatott kalászkok száma szintén szignifikánsan magasabb volt a csapadékosabb évben, illetve a kedvezőbb adottságú területen. A szemek száma kalásonként a szárazabb évben a jobb minőségű talajon volt magasabb, a kedvezőbb évjáratban a két terület nagyon hasonló eredményekkel rendelkezett. Az ezermagtömeg 1 fajtát kivéve a szárazabb évben magasabb volt a kedvezőtlenebb adottságú terület esetén, a csapadékosabb évben azonban a két területen nagyon hasonló eredmények születtek. A minőségre gyakorolt hatást tekintve a fehérjetartalom magasabb volt a gyengébb adottságú területen, illetve a szárazabb évben, mint a jobb minőségű talaj és a csapadékosabb évjárat esetében, azonban a hozammal együtt vizsgálva a hektáronkénti fehérje tömege ezzel ellentétesen alakult. A keményítőtartalom 2004-ben (a csapadékosabb évben) szignifikánsan magasabb volt, a két terület eredményei közötti különbség azonban elhanyagolhatónak tekinthető. Mind a szedimentációt, mind a nedves siker tartalmat hasonló tendencia jellemezte: a jobb minőségű talaj esetében, illetve a szárazabb évben volt magasabb ezek értéke. Az esésszámot tekintve a 2 év között egyetlen fajta esetében volt szignifikáns különbség, a szárazabb évben magasabb értékek voltak jellemzőek, mint a csapadékosabb évben (Erekul & Köhn 2006).

2.3.2 A fajtaválasztás jelentősége

Pepó kutatásai szerint a termesztési tényezők közül a fajta hatása a termésmennyiségre extenzív technológia esetén 5%, intenzív technológia mellett jelentősen magasabb, 20% körül alakul, míg a minőségre gyakorolt hatása 27% (*Pepó* 2012).

Kismányoky szerint hazánkban az átlagos évjáratokban a mérsékeltén bokrosodó, közepes méretű kalással rendelkező fajtáktól várhatunk nagyobb termést, míg ha csapadékosabb, hűvösebb a tavasz és a nyár eleje, a ritkább állományok teljesíthetnek jobban, mert ezekre kevésbé jellemző a megdőlés és a belőle adódó termésveszteség (*Kismányoky* 2013c).

Balogh és Pepó 2003/2004 és 2004/2005 gazdasági évben vizsgálták különböző őszi búza fajták termésének mennyiségét, minőségét, és a betegség-ellenállóságát különböző műtrágyadózisok alkalmazása mellett. A lisztharmat (*Blumeria graminis f. sp. tritici*) fertőzöttséget mindkét évben hasonló időpontban vizsgálták, mértéke minden fajta és évjárat esetében nőtt a tápanyagszint emelkedésével, azonban fajtánként jelentősen különbözött. A

kórokozó számára kedvezőtlenebb évben, az eredmények átlagában a legkisebb fertőzöttség 3,5% volt a *Saturnus* fajta esetében, a legnagyobb mértékű fertőzöttsége a *Fatima 2*-nek volt (15%). A lisztharmat számára kedvezőbb évben a legjobb eredményt a *GK Kapos* produkálta 4,8%-os fertőzöttséggel, míg a legkevésbé rezisztens ebben az évben is a *Fatima 2* fajta volt, ennek 20,7%-a volt fertőzött. Tehát a legnagyobb mértékű fertőzöttség a legkisebbnek több mint négyszerese volt, mind a kórokozó számára kedvező, mind a kedvezőtlen évjáratban. Az optimálisnak bizonyult $N_{60} + PK$ tápanyagdózis mellett a leggyengébben teljesítő fajtához (*Lupus*) képest a legjobb terméseredménnyel bíró fajta (*GK Kapos*) terméstöbblete 14,85% volt a 2004-es évben. A hűvösebb és csapadékosabb 2005-ös évben ennek mértéke 12,74% volt, azonban a leggyengébben teljesítő fajta (*Lupus*) már az $N_{30} + PK$ adag mellett elérte a termésmaximumát. A sikértartalom 2004-ben a paraméter szempontjából optimálisnak bizonyult $N_{120-150} + PK$ tápanyagpótlás mellett 31,3-34,7% között változott, a maximális valorigráfus érték a legrosszabbul teljesítő fajtánál 51,1, a legjobbnál 72,4 volt (Balogh & Pepó 2006).

Linina és Ruza (2018) már említett kutatásuk során az időjárás és a nitrogénpótlás termésmennyiségre gyakorolt hatásának vizsgálata mellett fajta-összehasonlítást is végeztek, amely alapján jelentős hozambeli különbség volt meghatározható a fajták között. A kísérlet eredményei alapján az őszi búza termésmennyiségét 34%-ban határozta meg a fajta, 33%-ban az évjárat, 13%-ban az évjárat és a fajta együttes hatása (kölcsonhatása), és csupán 3%-ban a nitrogéntrágyázás.

2.3.3 Az agrotechnikai elemek szerepe

2.3.3.1 Elővetemény

A vetésforgó, vetésváltás alkalmazásának előnyeit és hátrányait is alátámasztják kutatások a monokultúrás termesztéssel szemben. Néhány előnyét kiemelném, a teljesség igénye nélkül. Egyrészt a talajhasználat és talajvédelem közötti összhang fenntarthatóbb, ami adódik például a különböző kultúrák eltérő gyökerezési mélységéből, tápanyagfelvételéből, szervesanyaghozamából. Másrészt környezeti és gazdasági előnyökkel járhat a növényvédelmet tekintve, ha az azonos károsítókkal rendelkező növények egymás után vetését lehetőség szerint kerüljük, mert így csökkenthető a növényvédelmi kezelések száma, a kijuttatott peszticidek mennyisége. A talaj vízháztartására jobb kiegyensúlyozottság jellemző, és ez, illetve a termesztett növények évenkénti diverzifikáltsága támogathatja a gazdálkodás nagyobb fokú biztonságát az eltérő évjáratokban. Mindemellett a vetésváltás lehetővé teszi a vetőmagtermesztést is (Gyuricza 2017).

A monokultúrás termesztés előnye lehet ezzel szemben, hogy az adott gazdaság jobban tud specializálódni, ami költségcsökkentő hatással bírhat. A bevételt növelheti, hogy az adott természeti körülmények mellett legjobban termelő növényt termesztetik, a kisebb hozamú kultúrák bevonása nélkül (Kismányoky 1993).

Pepó (2012) kutatásai szerint az elővetemény megválasztása átlagosan 8%-ban befolyásolja az őszi búza termésminőségét. Az őszi búza előveteményének megválasztása során figyelembe kell venni a növényvédelmi szempontokon, illetve a talaj víz- és tápanyagkészletére való hatáson kívül az elővetemény lekerülési idejét is, hogy optimális időben és körülmények között elvégezhetőek legyenek a vetést megelőző talajmunkák, megfelelő legyen a magágy állapota a vetés időpontjában. Általánosságban ajánlott előveteményei a nyár folyamán lekerülő elővetemények, különösen a pillangósok (kivéve szárazabb nyár esetén az öntözetlen szója), a keresztesvirágúak, az olaj- és rostlen, a rostkender, a júliusig feltört, gyommentes lucerna, és a dudvás szárú, illóolajat adó gyógynövények. Jó előveteménynek tekinthető a szeptember 10-ig betakarított szója, napraforgó, cukorrépa, siló- és szemeskukorica, emellett a maghozó cukorrépa, és az augusztus végéig betakarított szántóföldi zöldség-növények, elfogadható a szeptember második felében betakarított szemeskukorica. Rossz előveteményei az október 1. után lekerülő kultúrák, a gyomos lucerna, a frissen feltört gyepervény vagy évelő gyógynövény és a cirokfélék. Élelmezési célra történő termesztés esetén nem ajánlott elővetemény az őszi árpa, rozs és a tritikálé, önmaga után egyszer, maximum kétszer következhet (Jolánkai 2005).

Wanic *et al.* 2013-2015 között, Lengyelországban végzett szántóföldi kísérlete során vizsgálta az őszi búza termésmennyiségének és minőségének változását őszi káposztarepce, borsó, illetve önmaga után vetve. A 3 év átlagában a legmagasabb termésszintet az őszi káposztarepce után mérték (8,25 t/ha), ezután következett a borsó (8,03 t/ha), majd a monokultúra (7,43 t/ha). Az éveket külön tekintve a legmagasabb hozam borsó elővetemény esetén realizálódott (9,46 t/ha) a magasabb csapadékmennyiséggel, és a búza termésmennyiségének szempontjából kedvezőbb csapadékeloszlással rendelkező évben, míg a két szárazabb, kedvezőtlenebb évjáratban a repce elővetemény jelentősen kedvezőbb volt. A legalacsonyabb termésmennyiség a legszárazabb évben jelentkezett az önmaga után vetett búza esetében (6,99 t/ha). A különbség szignifikáns volt az évek átlagát tekintve az elővetemények termésmennyiségre gyakorolt hatása között. Az ezermagtömeg és a fehérjetartalom tekintetében a borsó elővetemény bizonyult a legmegfelelőbbnek, a keményítő-tartalom és az esésszám esetében nem volt jelentős különbség. A szedimentáció átlagos értéke azonos volt a repce és a borsó esetében, a búza előveteménynél viszont szignifikánsan alacsonyabb volt. A nedvessikér-tartalom a borsó elővetemény után volt a legkedvezőbb (222,8 g/kg), de nem

mutatott szignifikáns különbséget a repcével (217,5 g/kg) szemben, illetve a repce után mért érték sem különbözött jelentős mértékben az őszi búza előveteményhez (206,4 g/kg) képest (Wanic et al. 2019).

2.3.3.2 Talajművelés

Az őszi búza számára ideális talajállapot elérésének módjait és lehetőségeit több tényező együttesen határozza meg. Ilyen szempont például az elővetemény, egyrészt a lekerülés időpontja miatt, ami befolyásolja a vetés előtt kivitelezendő munkálatokra rendelkezésre álló időt, másrészt a hátrahagyott gyökér- és szármaradványok, illetve talajállapot okán. A talajnedvesség szintén nagy mértékben befolyásolja az ajánlott, illetve a gyakorlatban kivitelezhető talajmunkákat (Jolánkai 2005). *Pepó (2012)* kutatásai szerint a búza termésmennyiségét meghatározó termesztési tényezők közül a talajművelés szerepe extenzív technológia alkalmazásánál 20%, intenzív technológiánál 10%.

Lengyelországban, 2014-2016 között zajló kísérlet során borsó elővetemény után vizsgáltak egy hagyományos szántásos, egy csökkentett műveléssel járó, és egy „no-till” rendszert őszi búza talaj-előkészítéseként. A hagyományos rendszerben először sekélyebben, 10-12 cm mélységben, majd nagyobb, 18-22 cm mélységben végeztek szántást. A redukált művelési rendszer esetében az alapművelést szántóföldi kultivátorral végezték. A „no-till” rendszerben egy olyan kombinált művelőeszközt alkalmaztak, amely kultivátorból, pálcáshengerből, illetve boronából állt, a szántás gyomszabályozó hatását kiváltandó pedig egy glifozát tartalmú herbicidet használtak. A legmagasabb terméseredményt a szántásos rendszer eredményezte (5,31 t/ha), azonban a csökkentett műveléssel összehasonlítva nem volt szignifikáns a különbség (5,21 t/ha), a „no-till” esetén 5,08 t/ha volt a hozam, ami jelentősen alacsonyabb a hagyományos művelés eredményeihez képest, viszont a csökkentettéhez képest nem. A minőségi paramétereket tekintve szignifikáns különbség csak a szemforma egyöntetűsége és a hamutartalom esetében volt mérhető, a hektolitertömeg, a fehérjetartalom, a nedves siker tartalom, és a szedimentáció esetében nem (Woźniak & Rachoń 2020).

Jug és munkatársainak (2011) Északkelet-Horvátországban, a baranyai régióban 2001-2005 között zajló kísérletében 8 különböző talajművelési rendszert hasonlítottak össze szója-őszi búza vetésváltásban, a búza termésmennyiségére való hatásuk szempontjából. Ezek a következők voltak: 1.) hagyományos művelés (őszi mélyszántás 30 cm mélységben, 10 cm mély elmunkálás tárcsával), 2.) tárcsás művelés 15 és 10 cm mélységben, 3.) tárcsázás, lazítózás 20-30 cm mélységben, tárcsázás 15 cm mélységben, 4.) direktvetés, 5.) a szója előtt mélyszántás, a búza vetése előtt tárcsás művelés 15 cm és 10 cm mélységben, 6.) a szója előtt

tárcsás művelés, a búza előtt mélyszántás, 7.) a szója előtt szántás, a búza direktvetése, 8.) a szója direktvetése, és a búza előtt mélyszántás elvégzése. Az őszi búza termésmennyiségét vizsgálva az eredmény szignifikáns volt, a legmagasabb terméseredményt a 4 év átlagában a 3. sorszámmal jelölt, lazítós alpművelés esetében tapasztalták, míg a legalacsonyabbat a 8. számúnál, azaz a szója direktvetése és a búza előtti mélyszántás kombinációjánál.

2.3.3.3 Vetés

Jolánkai ajánlása szerint az őszi búza ideális vetésideje hazánkban október I.-II. dekádja, későn lekerülő elővetemény esetén a III. dekád is elfogadható lehet. A megfelelő sortávolság 10-15 cm, a vetésmélység 4-6 cm, a vetőnorma pedig bokrosodó fajta esetén 500 db/m², nem bokrosodó fajta esetén 600 db/m². A magágy optimálisan legyen nedves, ülepedett, vetés után magtakaró fogassal, vagy száraz talaj esetén hengerrel zárni szükséges. Későn lekerülő elővetemény után száraz talajba is vethető, emellett megfelelő talajtulajdonságok és talajállapot esetén a talajművelés direktvetőgép használatával elhagyható (*Jolánkai* 2005). Hasonló vetési paramétereket ajánl *Kismányoky*, kiemelve a talaj vetés utáni ülepedésének jelentőségét a vetésmélység meghatározásának szempontjából (*Kismányoky* 2013d).

A pakisztáni Agrárkutatói Intézetnél 2009-2010 között végzett egy fajtas kísérlet során 5 különböző vetőnormát (100, 125, 150, 175 és 200 kg/ha) alkalmaztak, 5 vetési időpontban (október 25., november 10. és 25., december 10. és 25.). A hajtások száma területegységre vetítve a 200 kg/ha-os vetőnorma esetén volt a legnagyobb, azonban növényenként a közepes, 150 kg/ha-os normánál érte el a maximumát. A hajtás/m² értéke nem mutatott szignifikáns különbséget a különböző vetési időpontokat tekintve. A kaláshosszúságot és az ezermagtömeget jelentős mértékben nem befolyásolta a csíraszám, azonban mérhető összefüggésük volt a vetés időpontjával: az október 25. és a november 10-ei vetés esetén volt a legmagasabb ezek értéke, amely az ezt követő időpontok esetén egyre nagyobb mértékben csökkent. A hektáronkénti termésmennyiség a két legkorábbi vetési időpont, illetve a 150 kg/ha-os vetőnorma esetén volt a legmagasabb, drasztikus csökkenés a később vetett állományoknál volt jellemző (*Baloch et al.* 2010).

Egy Kínában végzett kutatás során két fajta bevonásával vizsgálták a vetőnormának az őszi búza hozamára és nitrogén-felhasználási hatékonyságára kifejtett hatását. A kísérlet 2 egymást követő évben zajlott, a búza vegetációs időszaka alatt a 2 évben 172.2 mm és 221.8 mm volt a csapadék, erősen különböző eloszlás mellett. Az eredmények alapján a két fajtának nagyban különbözik a hozam, és a nitrogén-hasznosítás szempontjából kedvező vetőnormája, azonban mindkét fajta esetében meg lehetett határozni egy olyan denzitást (*T18* fajta esetében:

405 csíra/m²), vagy denzitástartományt (S15 fajta esetében: 172,5-345 csíra/m²), amely mellett szignifikánsan, 5,37-13,84%-kal magasabb a területegységre vetített termésátlaga az ennél alacsonyabb vagy magasabb csíraszámú parcellákhoz képest, évjáratától függetlenül (Dai et al. 2013).

Zecevic et al. 2004-2006 között zajló szerbiai kutatása során vizsgálták két különböző vetőnorma (500 és 650 csíra/m²) hatását 4 őszi búza fajta néhány minőségi paraméterére (ezermagtömeg, szedimentáció, nedvessikér tartalom). A kísérlet eredményei azt mutatták, hogy az ezerszemtömeg mindhárom évjáratban, minden fajta esetében a nagyobb denzitás mellett volt magasabb, átlagosan 2,4%-kal. A Zeleny-féle szedimentáció 1 fajta 1 évjáratát kivéve minden esetben nagyobb volt a magasabb csíraszám mellett, 28,5%-kal a két vetőnorma esetén mért középértéket összehasonlítva. Hasonlóan alakult a nedves sikér tartalom, ezen paraméter esetében a különbség 6,8% volt (Zecevic et al. 2014).

2.3.3.4 Növényvédelem

Az őszi búza nagy kiterjedésű és komplex károsítóegyüttessel bír, ami az eurázsiai géncentrummal rendelkező növényfajok esetében egy általánosan jellemző tulajdonság. (Keszthelyi 2013). Leggyakoribb gyomnövényei az őszi és tavasszal egyaránt csírázó, nyár eleji egyéves (T₂-es) fajok. Jellemző gombás betegségei a szár- és levélrozsda, a por- és kőüszög, a fuzáriózis, a tors- és a szártörőgomba, a vírusos betegségek közül gondot okozhat az állományban az árpa sárga törpeség vírusa (BYDV). Legjelentősebb kártevői a fritlégy (*Oscinella frit*), a gabonafutrinka (*Zabrus tenebroides*), a poloska fajok (*Eurygaster spp.*), szipolyok (*Anisoplia spp.*), és a veresnyakú árpabogár (*Oulema melanopus*). Az integrált növényvédelem ajánlott minden károsítóval szemben (Jolánkai 2005).

Pepó (2012) kutatása alapján a növényvédelem, mint termesztési tényező hatása az őszi búza termésének mennyiségére extenzív technológia mellett 5%, intenzív technológia esetén ennél jelentősebb, 15%, a minőséget pedig 6%-ban határozza meg.

Hornok és Pepó 2000 és 2003 között, három gazdasági évben zajló kísérlete során vizsgálta egy intenzív és egy extenzív növényvédelmi technológia hatását az őszi búza termésmennyiségére, két különböző elővetemény mellett. Az extenzív technológia esetében gyomirtás nem történt, a kórokozók ellen két alkalommal végeztek állománykezelést kontakt hatású, kéntartalmú szerrel. Az intenzív technológiában egyszer alkalmaztak herbicidet, illetve egy-egy alkalommal kettő, különböző hatóanyagokkal rendelkező szisztémás hatású fungicidet is. Kártevők elleni védekezés a kísérlet során nem történt. Az évek és a különböző elővetemények átlagában az intenzív növényvédelmi technológia terméstöbblete az

extenzívhez képest 4,89% volt. Búza elővetemény esetében a kezelések jelentősége nagyobbak bizonyult, mint a borsó elővetemény esetén (Hornok & Pepó 2005).

2.3.3.5 Tápanyagellátás

Pepó (2012) szerint a termesztési tényezők közül a trágyázás hatása az őszi búza termésének mennyiségére extenzív körülmények között 10%, míg intenzív körülmények esetén 30%, a minőségre gyakorolt hatása átlagosan 20%.

Az őszi búza fajlagos tápelemtartalma 1 tonna szemtermésre, és a hozzátartozó szalmára vetítve átlagosan 27 kg nitrogén (N), 11 kg foszfor (P_2O_5), 18 kg kálium (K_2O), 6 kg mész (CaO), és 2 kg magnézium (MgO). A talaj tápanyag-ellátottsága azonban nagy mértékben befolyásolja, hogy ezen elemekből mennyit kell pótolnunk a gyakorlatban egységnyi termésmennyiség előállításához. A kijuttatandó dózis tervezésénél figyelembe szükséges venni továbbá az elővetemény és az alpművelés lehetséges hatásait, illetve a szervesztrágya tartamhatását, feltáródásának ütemét, amennyiben alkalmaztunk/alkalmazunk ilyet (Fülek & Sárdi 2014). A MÉM-NAK módszer alapvetően ezeket a paramétereket veszi alapul a makroelemek utánpótlásának tervezése során. Csathó és társai összehasonlították a MÉM-NAK intenzív tápanyagellátási rendszerét az MTA TAKI – MTA MGKI környezetkímélő trágyázási rendszerével. Néhány fontosabb különbség, hogy a MÉM NAK rendszer a maximális termésszintre törekszik, a „talaj trágyázása” a célja, minden évre és minden talaj PK-ellátottsági szinten ajánlja a PK trágyázást, ezzel szemben az MTA TAKI – MTA MGKI rendszerét a gazdaságos termésszintre való törekvés jellemzi, a célja a „növény trágyázása”, és az évenkénti PK trágyázás helyett a periodikus PK kijuttatást ajánlja (Csathó et al. 1998, Árendás 2017).

A nitrogénhiány gátolja a fehérjeszintézist, ennek következtében a növekedés lelassul, rövid és vékony szár képződik, mérséklődik/elmarad a bokrosodás, kicsi kalász képződik, a szemtermés fehérjetartalma alacsonyabb lesz, míg szénhidráttartalma magasabb. A klorofillképződés is gátlódik, így az állomány világos sárgászöld színűvé válik. A nitrogén növényen belüli nagyfokú mobilitásának eredményeképpen a hiánytünetek az idősebb leveleken jelentkeznek először. Amennyiben az elem bőségesen rendelkezésre áll, a vegetatív részek jobban fejlődnek, a magas klorofilltartalom miatt sötétzöldek, a vegetációs időszak hosszabb lesz, az érés később következik be. Hátránya lehet a túlzott N-ellátottságnak, hogy a szövetek lazák lesznek, ami fertőzési kaput jelenthet a kórokozók számára, és az állomány hajlamosabb lesz a megdőlésre. A felvétele a bokrosodás és a szárbaindulás szakaszában a legintenzívebb, ezután mérséklődik, a vegetáció végéig folyamatosan zajlik. A foszfor elsősorban nem a vegetatív növekedést, hanem a fejlődést, illetve a generatív szervek

képződését támogatja, minden fontosabb biokémiai folyamatnak helyettesíthetetlen eleme. A nitrogénhez hasonlóan a növény jól tudja mobilizálni, így a hiánytünetek ez esetben is elsősorban az alsóbb leveleken szembetűnőek, jellemző például a kékes színű, vagy antociános színeződés (ez az egész növényen megjelenhet). Tartós hiány esetén az idősebb levelek a széleiktől indulva elhalnak, a virág- és termésképzés csökken, a kalászok rövidebbek lehetnek, a szemek pedig töppedtek. Tünete lehet még a gyengébb bokrosodás, a rövid és vékony szár és a merev tartású levél. Felvétele a nitrogénhez hasonlóan a bokrosodás és a szárbaindulás alatt erőteljes, majd a teljes érés időszakában megszűnik. A teljes érésre a felvett foszformennyiség 70-75%-a akkumulálódik a szemtermésben. A kálium 80-90%-a a vegetatív részekben halmozódik fel, ami a búza betakarítása után gyökér- és szármарadványként a területen marad, amennyiben a szalmát nem hordjuk le onnan. Nagy mértékben fokozza a növények szárazsággal szembeni ellenálló-képességét, szilárdítja a szárat, javítja a fagytűrő-képességet. Hiánya esetén rövidebbek lesznek a náduszok, túlzott lehet a bokrosodás, de kevesebb a kalász, a fiatal levelek kisebbek, az idősebb leveleken a levélcsúcs irányából induló nekrózis alakulhat ki. A kalcium pozitívan hat a gyökér növekedésére, szükséges a pollentömlő zavartalan fejlődéséhez, részt vesz a primer sejtfalak felépítésében, a plazmakolloidok hidratáltságának kialakításában. Nem transzlokálódik a növényben, ezért a fiatal leveleken mutatkoznak meg hiányának tünetei, illetve a teljes növény esetében mérsékeltebb növekedést tapasztalhatunk. A talajok szerkezetének és kémhatásának kialakításában fontos szerepet játszik, így közvetve is hatva a növényi fejlődésre. A magnézium a klorofill fontos alkotóeleme, így az asszimilációhoz nélkülözhetetlen. Az idősebb levelek klorotikusak lehetnek, a gabonafélékre tipikusan jellemző a „gyöngyszerű” klorofill-felhalmozódás (Zsigrai 2017, Kismányoky 2013e).

Jolánkai szerint a búza esetében a mikroelemek pótlása ritkán válik szükségessé (Jolánkai 2005). Amennyiben hiányállapot alakul ki, vashiány esetén hosszanti levélcsíkozottságot tapasztalhatunk, rézhiánynál a levelek elkezdenek fehéredni, majd kialakulhat a „fehérkalászúság”. Kénhiány fellépésekor romlik a tápanyagfelvétel, károsodik a fehérje-anyagcsere, ami rontja a növény ellenálló-képességét, lelassul a növekedése, emellett a szemtermés minőségét és mennyiségét is jelentős mértékben ronthatja. A kéntrágyázás pozitív hatással lehet a búza stressztűrésére, sütőipari minőségére, más kijuttatott tápelemek hasznosulására, emellett fungicid hatással is rendelkezik (Kalocsai 2017). Az újabb kutatások szerint az intenzív búzatermesztésben a makroelemek pótlása mellett a mezo- és mikroelemek pótlásának is fontos szerepe lehet a termésmennyiség maximalizálásának szempontjából (Pepó 2019).

A különböző elemek kijuttatásának módja és ideje eltérő. A nitrogén a többi tápanyaggal szemben nem juttatható ki egy adagban a folyamatos körforgalma miatt, így adagolását a talajhoz és a növény igényeihez szükséges igazítani. Kijuttatása általában több részletben történik, alap- és fejtrágyázás formájában. Alaptrágyázáskor figyelembe veendő az elővetemény, mivel a nagyobb mennyiségű gyökér- és szármagadvány mérsékelheti a kijuttatandó K dózist, viszont lebontása a pentozán-hatás révén csökkenteni fogja a búza számára felvehető nitrogén mennyiségét. A fejtrágyázások időpontját érdemes a kritikus fejlődési szakaszok előttre időzíteni (bokrosodás, szárbaindulás, virágzás), de az adagok számát és a trágyázás időpontját a talajnedvesség is befolyásolja a gyakorlatban. A foszfor és a kálium teljes mennyisége műtrágya formájában kijuttatható az elővetemény tarlóápolása előtt, vagy magágykészítés előtt. A mikroelemek utánpótlása lombtrágya formájában, általában valamilyen növényvédőszer alkalmazásával egy menetben szokott történni (Jolánkai 2005, Kismányoky 2013e).

Pepó (2012) kutatásai alapján a termesztési tényezők közül a trágyázás hatása az őszi búza termésének mennyiségére extenzív körülmények között 10%, míg intenzív körülmények esetén 30%, a minőségre gyakorolt hatása átlagosan 20%.

2.3.3.6 Betakarítás, tárolás

A búza betakarítása arató-cséplőgéppel a teljes érés elején kell megtörténni, mely időszak átlagosan 5-8 napig tart. Időpontját több tényező befolyásolja, mint például az adott fajta éréscsoportja, vagy az aktuális év időjárása, de átlagosan június vége és július eleje körül szokott bekövetkezni. A betakarítás idejének megválasztása befolyásolhatja a betakarított búza szemtermésének mennyiségét és minőségét. A megkésett betakarítás előidézhet mennyiségbeli csökkenést, ami adódhat többek között a pergesi-, és megdőlési veszteségből, vagy egy esetleges megázás utáni újrászáradásból. Emellett indukálhat minőségromlást, főleg, ha megázott az állomány, ugyanis ez esetben az enzimaktivitás fokozódhat, ami negatívan hat a sűtőipari értékre, és jelentősen rontja az esésszámot. Problémát okozhatnak még az állati kártevők, például madarak, rágcsálók, illetve a gyomok, és csapadékos nyár esetén kiemelt mértékben a gombás megbetegedések (Jolánkai 2005). A betakarított termény raktározása során gondot jelenthet például a poloskafélék jelenléte a tételben, mivel a nyálukban lévő proteáz enzim a búzaszemben lévő fehérjét bontja, ezzel minőségromlást idézve elő (Szabó & Szabó 2015).

Móré és munkatársai (2014) vizsgálták a búza rövid idejű (kevesebb, mint másfél hónapos) tárolás során történő utóérési folyamatait, azok hatását a reológiai tulajdonságaira, 5

tápanyagszint és 2 fajta esetében. A vízfelvevő képesség magasabb tápanyagszintek mellett magasabb maradt. A térszta stabilitásának változása a két fajta és a különböző tápanyagszintek mellett eltérően alakult: az egyik fajta (*Lupus*) esetében folyamatos növekedést mutatott minden tápanyagszintet vizsgálva, míg a másik fajta (*GK Csillag*) esetében a kezdeti növekedést stagnálás követte az alacsonyabb tápanyagszintek esetében. A sütőipari értékszám a *Lupus* fajtánál, alacsonyabb tápanyagszintek mellett nőtt, a magasabb tápanyagszintek esetén nem volt szignifikáns változás, míg a *GK Csillag* fajta ellenkező módon viselkedett: szignifikáns emelkedés a magasabb tápanyagszintek mellett volt tapasztalható.

2.4 A nitrogén-ellátottság hatása a termés mennyiségére, minőségére

Az őszi búza nitrogén-ellátottságának hatásairól jelentős mennyiségű kutatási eredmény áll rendelkezésünkre, mind a magyar szakirodalmat tekintve, mind világszinten. Ebben a fejezetben ezen kutatásoknak egy kis hányadát, és azok eredményeit tekintem át, törekedve a relevanciára a lezajlott kísérlet körülményeinek szempontjából.

Egy 2001-2014 között, az Amerikai Egyesült Államokban, Oklahoma államban végzett kutatás különböző tápanyagszintek hatását vizsgálta 12 őszi búza fajta termésmennyiségére, tartamkísérletben. A kutatás 2 beállított kísérletből állt, 3 helyszínen. A 222 számú kísérlet során 3 nitrogén- (45, 90 és 135 kg/ha), 3 foszfor- (15, 29 és 44 kg/ha), és 2 káliumszintet (37 és 47 kg/ha) vizsgáltak. Az 502 számú kísérletben a következő tápanyagszinteket alkalmazták: 5 féle nitrogén (22, 45, 67, 90 és 112 kg/ha), 2 foszfor (20 és 39 kg/ha), és egy kálium (56 kg/ha). Mindkét kísérlet során randomizált parcellakiosztást alkalmaztak, 4 ismétlésben. A tápanyagellátás során karbamid, tripleszuperfoszfát és kálisó került kijuttatásra. Végül a kutatásban 2 kísérleti helyszín eredményeit értékelték ki, amelyek különböző kísérletbe tartoztak. Az értékelés során kezeletlen kontroll (ahol N kijuttatás nem történt, csak PK) parcellák termésmennyiségével hasonlították össze a legnagyobb kijuttatott N mennyiséggel bíró parcellák hozamát. A 222 számú kísérlet esetében, a 135 kg N/ha-os volt a maximális dózis, amely mellett a termésmennyiség átlagosan 1,5 t/ha-ral (75%-kal) haladta meg a kontroll parcella hozamát. Az 502 számú kísérletben alkalmazott legmagasabb nitrogéndózis (112 kg/ha) esetén az átlagos terméstöbblet 0,76 t/ha (61,29%) volt a kezeletlen kontrollhoz képest (Omara et al. 2020).

Kubar és társainak 2018-2019 között Kínában zajló kísérlete különböző nitrogén dózisok és kijuttatási megosztások hatását vizsgálta az őszi búza termésselemeire és termésmennyiségére. A teljes kijuttatott mennyiséget 5:5, illetve 6:4 alaptrágya:fejtrágya arányban juttatták ki, a fejtrágyázások időpontjai a szárbaindulás, a virágzás és a szemtelítődés

időszakára estek. Az alkalmazott dózisok 75, 150, 225 és 300 kg N/ha voltak. A legmagasabb termésszintet a 225 kg N/ha-os dózis 6:4 arányú alkalmazása esetén érték el, míg a legalacsonyabbat 75 kg N/ha 5:5 arányú kijuttatásánál. A mért terméselemek, azaz a területegységre vonatkoztatott kalászkok száma, a kalásonkénti szemek száma, és az ezermagtömeg külön-külön is hasonló tendenciát mutattak a különböző technológiák esetében (Kubar et al. 2021).

Zhang és munkatársai 2012-2014 között vizsgálták Kínában az őszi búza különböző N mennyiségekre és kijuttatási időpontokra való reakcióját, különös tekintettel a megdőléssel szembeni ellenálló-képességre és a termésmennyiségre. A vizsgált dózisok 180, 225 és 270 kg N/ha voltak, melyeket különböző arányban (5:1:2:2, 7:1:2:0, 3:1:3:3) megosztva juttattak ki a vetés előtt, négyleveles állapotban, a szárbainduláskor, és a hasban lévő kalász állapotában. Az első évben a legnagyobb mértékű és arányú megdőlést a 270 kg N/ha-os dózis, 7:1:2:0 alkalmazási arány mellett tapasztalták, de jelentős volt még a megdőlés mértéke ugyanezen alkalmazási aránynál a 225 kg N/ha-os dózis esetén, illetve a második évben a 270 kg N/ha más felosztású kijuttatás esetén is. A legmagasabb hozam 225 kg N/ha-os mennyiségű kijuttatott nitrogénnél, 5:1:2:2-es aránynál volt mérhető az első évben, míg a másodikban a 3:1:3:3 arányban osztott 225 kg N/ha-os dózis mellett, utóbbi a megdőlés szempontjából is nagyon kedvezőnek bizonyult (Zhang et al. 2017).

Moitzi és munkatársai (2020) kutatásának célja az volt, hogy felmérje a nitrogén műtrágyázás hatékonyságát az őszi búza esetében, a Kárpát-medence klimatikus adottságai mellett. 2016 és 2018 között, két gazdasági évben zajló kísérletük során 9 különböző technológiát alkalmaztak, mindegyik során az összes kijuttatott N mennyisége 160 kg/ha volt. A parcellák mérete 18 m² volt, melyeket véletlenszerűen párosítottak az alkalmazott technológiákhoz, illetve a kezeletlen kontrollhoz, 3 ismétlésben. A kijuttatott mennyiségek és a kijuttatások időpontja a következők kombinációiból jöttek létre: pétisó (N27%), karbamid (N46%) és stabilizált karbamid (N46%, nitrifikáció-inhibitorral) műtrágyák kijuttatása 50:50:60, illetve 100:60:0 arányban, a bokrosodás, a szárbaindulás és a kalázhányás idején. A műtrágyák és a kijuttatási arányok 6 kombinációja mellett egy technológiában a karbamidot 100:60:0 arányban juttatták ki, és az első adagot boronával a talajba dolgozták, egy technológiában pedig az 50:50:60-as arány mellett az első 2 kijuttatás során pétisót, a 3. kijuttatás során pedig pétisó és karbamid vizes oldatát (N32%) alkalmazták. A legmagasabb hozamot a stabilizált karbamid 50:50:60 arányú kijuttatásával érték el (6236 kg/ha), de az egyszerű karbamid azonos arányú kijuttatása, és a stabilizált karbamid 100:60:0 arányú alkalmazása mellett elért termésmennyiségek sem voltak szignifikánsan alacsonyabbak ennél

(6052 és 5971 kg/ha). A legalacsonyabb termésmennyiség a kezeletlen kontroll esetében volt mérhető. A legmagasabb harvest indexet szintén az 50:50:60 arányban kijuttatott stabilizált karbamiddal érték el (49,4), míg a legalacsonyabbat az 50:50:60 arányban kijuttatott pétisó-karbamid kombinációjával (42,5). A kezeletlen kontroll esetében a HI 44,7 volt. A NUE (Nitrogen Use Efficiency, kg szemtermés/ kg abszorbeált N) index a stabilizált karbamid 50:50:60 arányú alkalmazása mellett érte el maximumát, míg a legalacsonyabb a 100:60:0 arányban kijuttatott pétisó, illetve a 160:0:0 arányban alkalmazott stabilizált karbamid esetén volt.

Madjar és társainak (2018) kutatása azt vizsgálta, hogy a nitrogénellátás milyen hatással van az őszi búza termésmennyiségére és annak minőségére. A kísérlet Romániában zajlott, egy gazdasági évben, két fajta bevonásával, illetve három N-kijuttatási móddal: *a)* 200 kg/ha NPK 16:16:16 műtrágya kijuttatása startertrágyaként, *b)* 200 kg/ha NPK 16:16:16 startertrágya, márciusban 300 kg/ha mennyiségben pétisó (N 27%) fejtrágya, majd áprilisban 100 kg/ha ammónium-nitrát (N 33,5%) fejtrágya alkalmazása, *c)* NPK 16:16:16 startertrágya, majd márciusban, áprilisban és májusban 100-100 kg/ha UAN (N 32%) kijuttatása oldott formában. Így a három variáció esetében az összes kijuttatott elemi nitrogén mennyisége hektáronként *a)* 32 kg, *b)* 152 kg, *c)* 160 kg. A termés mennyisége mindkét fajta esetében a *c)* technológia mellett volt szignifikánsan a legmagasabb, ezt követte a *b)*, majd az *a)* jelű nitrogénellátási módszer. Az ezermagtömeget tekintve csak az egyik fajta esetében tapasztaltak szignifikáns különbséget, itt a legmagasabb értéket szintén a *c)* technológia eredményezte. A nedvessikér és a nyersfehérje-tartalom mindkét fajta esetében jelentősen magasabb volt az UAN oldattal kezelt parcellákat tekintve, közepes értéket mutattak a *b)* technológiával kezelték, és ezen paraméter az *a)* módszernél volt a legalacsonyabb.

Litke és munkatársai (2018) kutatásuk során a nitrogén hatását vizsgálták az őszi búza termésének mennyiségére és minőségére, különböző elővetemények (őszi káposztarepce, vagy önmaga után vetve) és talajművelési módok (szántásos alapművelés 22-24 cm mélyen, illetve tárcsás boronás sekély alapművelés) mellett, 2014-2019 között, 3 gazdasági évben. A nitrogéndózisok a következők voltak: N0 kontroll, N60, N90, N120 (90+30), N150 (90+60), N180 (90+60+30), N210 (90+70+50) és N240 (120+60+60). Mindhárom vizsgált tényező szignifikánsan befolyásolta a búza termésmennyiségét. A legmagasabb átlagos hozam az N240-es dózis mellett volt mérhető (9,45 t/ha), de ettől csak kis mértékben maradt el az N210 és N180 technológia átlaga (9,42 és 9,24 t/ha). A legalacsonyabb átlagos termésmennyiség a nullás kontroll esetén volt tapasztalható (4,72 t/ha), ehhez képest a legmagasabb hozam több, mint a duplája volt. A legnagyobb szerepet a termésmennyiség meghatározásában a vizsgált tényezők

közül a nitrogénellátás és az évjárat játszott, ezen paraméterek esetében volt a legnagyobb mért különbség a maximum és a minimumértékek között. A nyersfehérje és a siker mennyiségét, illetve a Zeleny- féle szedimentációs indexet vizsgálva a termésmennyiséghez hasonlóan azt a tendenciát tapasztalták, hogy a kijuttatott N mennyiségének emelkedésével növekszik ezen paraméterek átlagos értéke, míg ezzel ellentétesen csökken a keményítőtartalom. A hektoliter- és ezermagtömeg, és az esésszám a N210 dózison volt a legmagasabb, de a 180 és 240 kg/ha-os kijuttatás esetén sem volt ennél szignifikánsan alacsonyabb.

Zecevic és munkatársai (2010) Szerbiában, 3 gazdasági évben vizsgálták 2005 és 2007 között 3 különböző kijuttatott nitrogéndózis mellett az őszi búza termésminőségének változását. Az alkalmazott N dózisok 60, 90 és 120 kg/ha voltak. A foszfor és a kálium teljes mennyiségét, illetve a nitrogén felét alaptrágyaként juttatták ki, a nitrogén másik felét pedig fejtrágyaként a bokrosodás időszakában. A Zeleny-féle szedimentáció mérése során az volt tapasztalható, hogy a nitrogéndózis növelésével nőtt ezen paraméter értéke: a legalacsonyabb kijuttatott mennyiségnél a fajták és évjáratok átlagában 32,0 ml, a közepes dózis mellett 33,1 ml, a maximális dózis esetén 35,3 ml volt. A növekedés nagyobb mértékű volt a közepes és a legnagyobb dózis mellett mért értékeket tekintve, mint a minimális és a közepes dózis esetén. A varianciaanalízis alapján a nitrogénellátottság jelentős mértékben befolyásolta a Zeleny-index mértékét, bár a fajtahatás nagyobb mértékben mutatkozott meg ezen paraméter esetében. A nedvessikér-tartalom vizsgálata, és eredményeinek elemzése hasonló tendenciát mutatott. A legalacsonyabb N-szint mellett értéke 29,6%, a közepes dózison 30,9%, a maximális kijuttatott mennyiség esetén 32,8% volt. Az érték növekedése ez esetben is a közepes és a magas dózisok között volt nagyobb mértékű, emellett szintén jelentős mértékben befolyásolta a N-dózison kívül a genotípus és az évjáráthatás.

3. A VIZSGÁLATOK MÓDSZEREI

3.1 A kísérlet helyszíne

3.1.1 Terület általános jellemzése

A kísérlet Heves vármegyében, egy szántóföldi növénytermesztéssel foglalkozó, középmeretű gazdaságban zajlott a 2021/2022-es gazdasági évben. Két táblát választottam ki több szempont vizsgálata után. Egyrészt olyan területeket kerestem, amelyek azonos előveteménnyel rendelkeztek (ez végül a napraforgó lett), másrészt törekedtem homogénebb táblákat kiválasztani a talajvizsgálati eredmények, és a gazdaság szakembereinek termelés során szerzett sokéves tapasztalata alapján. Végül két különböző méretű, egymáshoz közel fekvő területre esett a választás, mert ezeknek a tápanyag-ellátottsága a táblákon belül viszonylag egységes volt. Emellett nem kifejezetten hajlamosak belvizedésre, nem jellemző rájuk jelentősebb mértékű vadkár, és nagyobb meredekségű lejtőik sincsenek.

3.1.2 Talajvizsgálati eredmények

Mindkét terület III. termőhelyi kategóriába tartozik, azaz a kötött réti és glejes erdőtalajok kategóriájába. Az *1. számmal jelölt*, kisebb területű tábla esetében a legfrissebb (2018-ban készített) talajvizsgálati eredmények alapján az átlagos kémhatás pH (KCl) = 4,73 (savanyú), Arany-féle kötöttsége 54 (agyag), összes sótartalma 0,041% (alacsony), CaCO₃-tartalma 0,1% (mészhiányos), humusztartalma 2,64% (a nitrogén-ellátottsága ez alapján közepes), P₂O₅-ellátottsága 39 ppm (gyenge), K₂O-ellátottsága 82 ppm (igen gyenge), Mg-tartalma túlzott, Zn- és SO₄-tartalma gyenge, Cu- és Mn-ellátottsága jó. A *2. számmal jelölt*, nagyobb területű tábla esetében ezen paraméterek a következőképpen alakultak: pH (KCl) = 5,29 (savanyú), kötöttsége K_A=48 (agyagosvályog), összes sótartalma 0,051% (gyengén szoloncsákos), CaCO₃-tartalma 0,1% (mészhiányos), humusztartalma 2,91% (N-ellátottsága jó), P₂O₅-ellátottsága 39 ppm (gyenge), K₂O-ellátottsága 74 ppm (igen gyenge), magnéziummal és mangánnal való ellátottsága túlzott, cinktartalma gyenge, rézzel való ellátottsága jó. A talajvizsgálati eredményeket a 2. táblázat részletesen szemlélteti.

2. táblázat: Talajvizsgálati eredmények (2018).

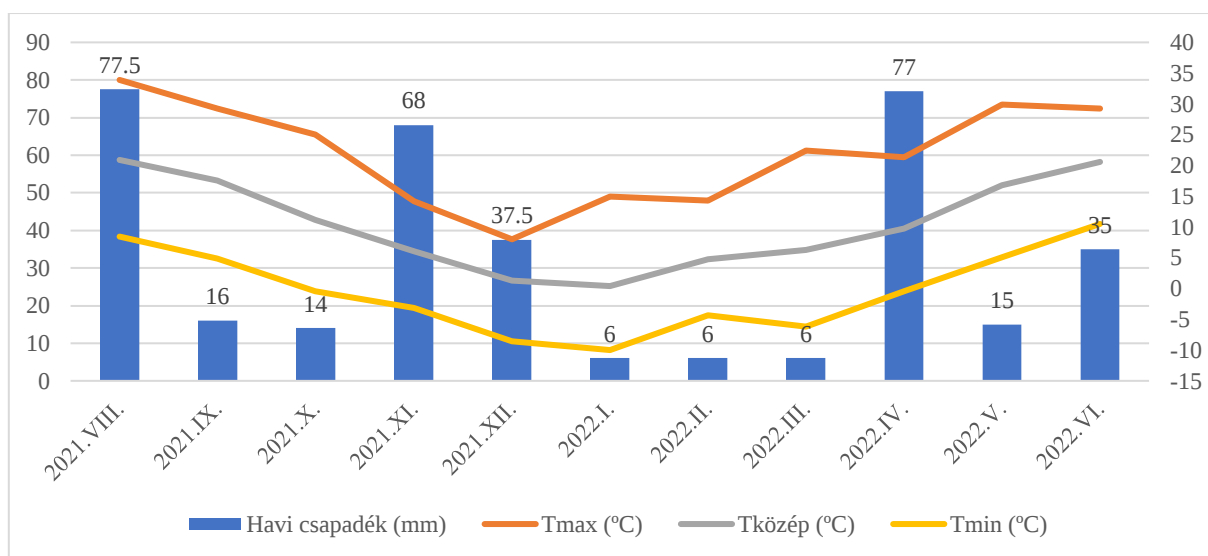
Paraméter	1. tábla		2. tábla	
pH	4,73	savanyú	5,29	savanyú
Kötöttség (K _A)	54	agyag	48	agyagosvályog
Összes só %	0,041	alacsony sótartalmú	0,051	gyengén szoloncsákos
CaCO ₃ %	0,1	mészhiányos	0,1	mészhiányos
Humusz %	2,64	N-ellátottság: közepes	2,91	N-ellátottság: jó
NO ₃ (ppm)	13,5	közepes	7,2	gyenge
P ₂ O ₅ (ppm)	39	gyenge	39	gyenge
K ₂ O (ppm)	82	igen gyenge	74	igen gyenge
Mg (ppm)	514	túlzott	538	túlzott
Na (ppm)	0	megfelelő	2	megfelelő
Zn (ppm)	0,4	gyenge	0,5	gyenge
Cu (ppm)	2	jó	2,3	jó
Mn (ppm)	131	jó	166	túlzott
SO ₄ (ppm)	5,5	gyenge	2,7	gyenge
Termőhelyi kategória	III.	Kötött réti és glejes erdőtalaj	III.	Kötött réti és glejes erdőtalaj

3.2 Meteorológiai adatok

A gazdaság telephelyének területén elhelyezett csapadékmérő tölcisérekkel történt mérések által viszonylag pontos csapadékatatok állnak rendelkezésemre, mivel a kísérleti területek a telephely közelében találhatóak. Az észleléseket áttekintve arra a következtetésre juthatunk, hogy a csapadék mennyisége és eloszlása nem volt kifejezetten kedvező az őszi búza számára a 2021/2022-es gazdasági évben a kísérlet helyszínén. Bár a vetés után 3 nappal hullott 14 mm eső pozitívan hatott a kelésre, a viszonylag csapadékos novembert és decembert igen száraz három hónap követte. Hótakaró nem volt tapasztalható ebben a gazdasági évben. Január és március között havonta 6-6 mm eső hullott, ami főként februárban és márciusban jelentett gondot, hiszen ekkor nagy szükség lett volna bemosó csapadékra a kijuttatott nitrogén fejtárgya megfelelő hasznosulásának szempontjából. Ezt követte egy csapadékos április, amely során fokozott védekezést kellett alkalmazni a búza gombás levél- és kalászbetegségei ellen, mivel ezek jelentős részének kedvezőek voltak az időjárási körülmények. A május mérsékelt volt csapadékos, majd június elején viszonylag nagyobb mennyiségű eső hullott, ami valamelyest késleltette az érést. A teljes érés elérésekor száraz volt az időjárás (az ezt megelőző utolsó csapadék időpontja 06.09.), így nem okozott problémát megfelelő időben betakarítani az állományt.

A hőmérsékleti értékeket tekintve fontosnak tartom kiemelni, hogy a legalacsonyabb mért hőmérséklet a vegetációs időszakban $-10,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ volt, amelynek észlelési ideje 2022. január 16. volt, a legforróbb nap 2022. május 12. volt, ekkor a hőmérséklet elérte a $29,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot. Utóbbi adatot tekintve azonban meg kell jegyeznem, hogy sajnos 2022. június 9. és a betakarítás időpontja (június 26.) között nem áll rendelkezésre információ a hőmérsékletről (<http15>).

A vegetációs periódus alatt összesen 280,5 mm csapadék hullott, melynek hónapankénti eloszlását, illetve a vetést megelőző 2 hónap csapadékmennyiségét, a fontosabb hőmérsékleti adatokat (havi közép-, maximum- és minimumhőmérséklet) a 3. ábra szemlélteti.



3. ábra: Havi csapadék- és hőmérséklet adatok. 2021. augusztus - 2022. június. Forrás: saját mérések, és Metnet észlelések (<http15>).

3.3 A kísérlet előkészítésének feladatai

3.3.1 Vizsgált N-dózisok meghatározása

A táblák kiválasztása után a kijuttatandó nitrogéndózisok meghatározása következett. A kísérlet helyéül szolgáló gazdaságban általánosan alkalmazott alap- és lombtrágya mennyiségen nem változtattunk, ezek függvényében határoztam meg a fejtrágyadózisokat. Végül 3 technológia került alkalmazásra: N_0 , amely során nem juttatunk ki fejtrágyát, N_1 , amely esetében a fejtrágya 64,8 kg/ha, az alap- és fejtrágya összesített nitrogénmennyisége 90 kg/ha volt, és N_2 , melynek fejtrágya dózisa 129,6 kg/ha, alap- és fejtrágyával kijuttatott N-dózisa összesen 154,8 kg/ha volt. A tavaszi fejtrágyázás során pétisót (N27%) használtunk fel, melynek mennyisége az N_1 dózis esetén 27:21,6: 6,2 kg N/ha arányban lett megosztva a három kijuttatás között, az N_2 esetén ennek duplája, 54:43,2:32,4 kg N/ha volt a meghatározott fejtrágyamennyiség. A kijuttatott lombtrágyák típusának és dózisének megválasztása a

gazdaságban általánosan alkalmazottak szerint történt, a növényvédelmi állománykezelésekkel egy menetben, ezeket a későbbiekben ismertetem.

3.3.2 Parcellakiosztás

A parcellák kijelölése az első fejtrágyázást megelőző időszakban történt. A minél pontosabb helymeghatározáshoz Ashtech MobileMapper 100 típusú, GNSS-alapú, területek kimérésére alkalmas készüléket használtam. Az egyes táblák területmérése és rögzítése után meghatároztam a kísérleti parcellák pontos helyét, melyek sávos elrendezésben, egymással párhuzamosan kerültek kitűzésre, parcellánként 30 méter szélességben. A megadott szélességet a rendelkezésre álló permetező munkaszélessége indokolta, amely szintén 30 méter volt. Az 1. számú tábla esetében a parcellák hossza 346 méter volt, így teljes méretük 1,038 hektár lett. A 2. tábla esetében a sávok 703 méter hosszúak lettek, így a parcellák területe 2,109 ha volt. Mivel három technológia és három ismétlés került meghatározásra, táblánként 9 parcellát jelöltem ki, az 1. tábla kísérleti területe 9,342 ha, a 2. tábláé 18,981 ha volt, összesen tehát 28,323 hektáron zajlott a kísérlet. A kísérleti parcellák elrendezése véletlenszerűen történt, ezzel növelve a kísérlet pontosságát, emellett a táblaforgón belülre kerültek, így annak hatása (például a fokozott tömörödés, szegélyhatás) sem befolyásolta az eredményeket.

3.4 **A kísérlet során alkalmazott agrotechnika bemutatása**

3.4.1 Talaj-előkészítés, alaptrágya kijuttatás, vetés

Az elővetemény lekerülése után, a betakarításukkal azonos napokon (2021.09.14. és 2021.09.20.) a tarlóhántást Amazone Catros 7501-T vontatott rövidtárcsával végezték el. 140 kg DAP (N18%, P46%) alaptrágya került kijuttatásra 2021.10.04-én Rauch Axis-H 30.2 W függesztett, mérleggel felszerelt, munkaszélesség szakaszolására alkalmas műtrágyaszóróval, amely lehetővé teszi a jelentős mértékű szórási átfedés elkerülését. Ezt 10.08-án ismét rövidtárcsás művelés követte a már említett Amazone rövidtárcsával. Október 11-én került sor a vetésre, mely során Pibrac fajtát alkalmaztunk mindkét tábla esetén. A vetés Väderstad Rapid 600 A típusú, 48 soros, pneumatikus, magágykészítő vetőgéppel, 195 kg/ha vetőnormával, 12,5 cm-s sortávval, 3-5 cm vetésmélységgel történt. A vetőmagot Vibrance Duo csávázószerrel kezelték vetés előtt, 2 l/t dózisban. A vetést azonos napon a talajfelszín lezárása követte Güttler PW 740 ASL Master hidraulikus csukható henger segítségével.

3.4.2 Fejtrágyázások

A tavaszi fejtrágyázások időpontjai a bokrosodás és a szárbaindulás időszakára estek. Az első fejtrágyázásra 2022.02.16-án került sor, N₁ technológia esetében 100 kg pétisó/ha, N₂ esetén 200 kg pétisó/ha dózisban, a már említett Rauch Axis-H 30.2 W műtrágyaszóró segítségével (4. ábra). Ezt hengeres művelés követte a már említett Güttler hengerrel 02.21-én.



4. ábra: Traktor és műtrágyaszóró az első fejtrágyázás előtt. 2022.02.16.

A második fejtrágyázás időpontja 03.28-ára esett, 80kg/ha (N₁) és 160 kg/ha (N₂ esetén) műtrágyamennyiségekkel. A harmadik, utolsó időpont 04.20. volt, ekkor 60 kg pétisó/ha (N₁) és 120 kg pétisó/ha (N₂) került kijuttatásra. Az alap- és fejtrágyázásokat a 3. táblázat foglalja össze.

3. táblázat: Alap- és fejtrágyázások ideje, dózisa.

Kezelés	Alaptrágya		1. fejtrágyázás		2. fejtrágyázás		3. fejtrágyázás	
Dátum	2021.10.04.		2022.02.16.		2022.03.28.		2022.04.20.	
Technológia	DAP (kg/ha)	N (kg/ha)	Pétisó (kg/ha)	N (kg/ha)	Pétisó (kg/ha)	N (kg/ha)	Pétisó (kg/ha)	N (kg/ha)
N ₀	140	25,2	0	0	0	0	0	0
N ₁	140	25,2	100	27	80	21,6	60	16,2
N ₂	140	25,2	200	54	160	43,2	120	32,4

3.4.3 Növényvédelmi kezelések, kijuttatott tápelemdózis összegzése

A növényvédelmi kezeléseket Hardi Commander 4500/30 TF vontatott szántóföldi permetezővel végeztük, melynek munkaszélessége 30 méter, a mezőgazdasági vontató RTK alapú helymeghatározásának és a permetező szakaszoló technológiájának köszönhetően a permetlé átfedése, illetve a kezeletlen területek aránya minimális. Az első növényvédelmi kezelés április 21-én történt, ekkor Granstar Super 50 SX-et (magról kelő egyéves kétszikűek,

és *Cirsium arvense* ellen hatásos herbicid) 50 g/ha, Starane Forte 333 EC-t (szintén kétszikűek ellen) 0,25 l/ha, Trend-et (gyomirtószerekhez használatos hatásfokozó) 0,2 l/ha, Rapid CS-t (levéltetvek és vetésfehérítő ellen hatásos, gamma-cihalotrin hatóanyagú inszekticid) 0,08 l/ha és YaraVita Gramitrel lombtrágyát 3 l/ha dózisban juttattunk ki. A felhasznált lombtrágya tápelem-tartalma az alkalmazott mennyiségben, hektáronként a következőképp alakult: 192 g nitrogén, 150 g réz, 240 g cink, 780 g MgO és 450 g mangán. A második kezelés időpontja május 10. volt, ekkor Priaxort juttattunk ki 0,8 l/ha dózisban, ami egy fungicid az őszi búza levél- és kalászbetegségei ellen, emellett Epso Top-ot (keserűsőt) 9,2 kg/ha mennyiségben, amely 1472 g MgO-dal és 2760 g SO₃-dal járult hozzá a búza tápanyagellátásához hektáronként. A harmadik növényvédelmi kezelés május 23-án történt, ekkor Revycare (fungicid, szintén a levél- és kalászbetegségek ellen) 1 l/ha mennyiségben, Decis Mega (inszekticid) 0,15 l/ha mennyiségben, és Azospeed 20 l/ha dózisban került felhasználásra. Az Azospeed lombtrágya az alkalmazott mennyiségben 6 kg nitrogént, 660 g MgO-ot és 1340 g SO₃-ot tartalmazott. A teljes kijuttatott tápelemmennyiségeket a 4. táblázat ismerteti.

4. táblázat: Összes kijuttatott tápelemmennyiség technológiánként.

	N (kg)	P ₂ O ₅ (kg)	K ₂ O (kg)	Cu (g)	Zn (g)	MgO (g)	Mn (g)	SO ₃ (g)
N ₀	31,392	64,4	0	150	240	2912	450	4100
N ₁	96,192							
N ₂	160,992							

3.4.4 Betakarítás, termésmennyiség mérése

A betakarításra 2022. június 26-án került sor New Holland CR 9.80 típusú kombájnnal. Minden parcella esetén 1 vágóasztal-szélességnyi (9,15 méteres) sávot takarítottunk be a parcella teljes hosszában, közel a parcella közepén, így elkerülve az esetleges műtrágyaszórás átfedések eredménytorzító hatását. A betakarítás a tápanyagellátás és a növényvédelmi kezelések során, a parcellák közepén kialakult 2 keréknyom miatt úgy történt, hogy csak az egyik nyom essen bele a learatott sávba, a másik nyomot pedig „sorvezetőként” használtuk, ezáltal biztosan egyenlő hosszúságú szakaszokat betakarítva, mindig azonos távolságra a parcellák széleitől. Így 2 méteres keréknyomtávval számolva a vágóasztal egyik oldalán a parcella széle 14 méter távolságra volt, míg a másik oldalán 6,85 méterre. Az aratás során minden parcella terményéből mintát vettem, melyet kézi nedvességmérővel vizsgáltam, majd megfelelően lezárva és felcímkézve elraktároztam a későbbi minőségvizsgálatok céljából. A szemnedvesség adatok segítségével lehetőségem nyílt arra, hogy a terméseredményeket a

későbbiekben azonos nedvességtartalomra korrigáljam, amely nagyobb fokú összehasonlíthatóságot tett lehetővé. A kísérlet hatékony betakarítását 2 mezőgazdasági vontató 1-1 pótkocsival szolgálta ki, amelyek a gazdaság telephelyére szállították az egyes parcellákról betakarított búzát, majd egy elektromos hídmérleg segítségével, 20 kg-os pontossággal tömegük meg lett mérve.

3.4.5 Folyamatos műveleti napló

Az elvégzett agrotechnikai műveleteket az 5. táblázat szemlélteti összefoglalva, kronológiai sorrendben.

5. táblázat: Folyamatos műveleti napló.

A művelet időpontja	Művelet	Kijuttatott anyagok/ betakarított termény		
		Anyag/termék megnevezése	Dózis	Mértékegység
2021.09.14./ 20.	Betakarítás	Napraforgó	–	–
2021.09.14./20.	Rövid-tárcsázás	–	–	–
2021.10.04.	Műtrágyaszórás	DAP 18:46	140	kg/ha
2021.10.08.	Rövid-tárcsázás	–	–	–
2021.10.11.	Vetés	Őszi búza Pibrac II. Vibrance Duo	195 2	kg/ha l/t
2021.10.11.	Hengerezés	–	–	–
2022.02.16.	Műtrágyaszórás	Pétisó N 27%	0/100/200	kg/ha
2022.02.21.	Hengerezés	–	–	–
2022.03.28.	Műtrágyaszórás	Pétisó N 27%	0/80/160	kg/ha
2022.04.14.	Permetezés	Granstar Super 50 SX Starane Forte 333 EC Trend Rapid CS YaraVita Gramitrel	50 0,25 0,2 0,08 3	g/ha l/ha l/ha l/ha l/ha
2022.04.20.	Műtrágyaszórás	Pétisó N 27%	0/60/120	kg/ha
2022.05.10.	Permetezés	Priaxor Epso Top	0,8 9,2	l/ha kg/ha
2022.05.23.	Permetezés	RevyCare Decis Mega Azospeed	1 0,15 20	l/ha
2022.06.26.	Betakarítás	Őszi búza	–	–

3.5 Beltartalmi értékek vizsgálata

A minőségvizsgálatot egy Mininfra Scan-T Plus típusú beltartalmi gyorselemző segítségével végeztük el a MATE-NTTI laborjában. A Mininfra egy NIT (közele infravörös transzmissziós) technológiát alkalmazó készülék, amellyel a búza néhány minőségi jellemzője darálás nélkül analizálható. A vizsgált paraméterek a következők voltak: sikértartalom (%), szárazanyagra vetített nyersfehérje-tartalom (%), nedvességtartalom (%), Zeleny-féle szedimentációs index (ml).

3.6 Eredmények értékelésének módszerei

A betakarított sávok hozamát a sávok hosszának (ami egyenlő az adott parcella hosszával) és szélességének (vágóasztal-szélesség) ismeretében 1 hektárra számolva, 14%-os nedvességtartalomra korrigálva hasonlítottam össze.

A mért mennyiségi és minőségi értékek elemzésére a Microsoft Excelt, illetve annak Analysis ToolPak bővítményét használtam. Az eredmények különbségének szignifikanciáját egytényezős varianciaanalízissel, illetve a legkisebb szignifikáns differencia értékének meghatározásával vizsgáltam.

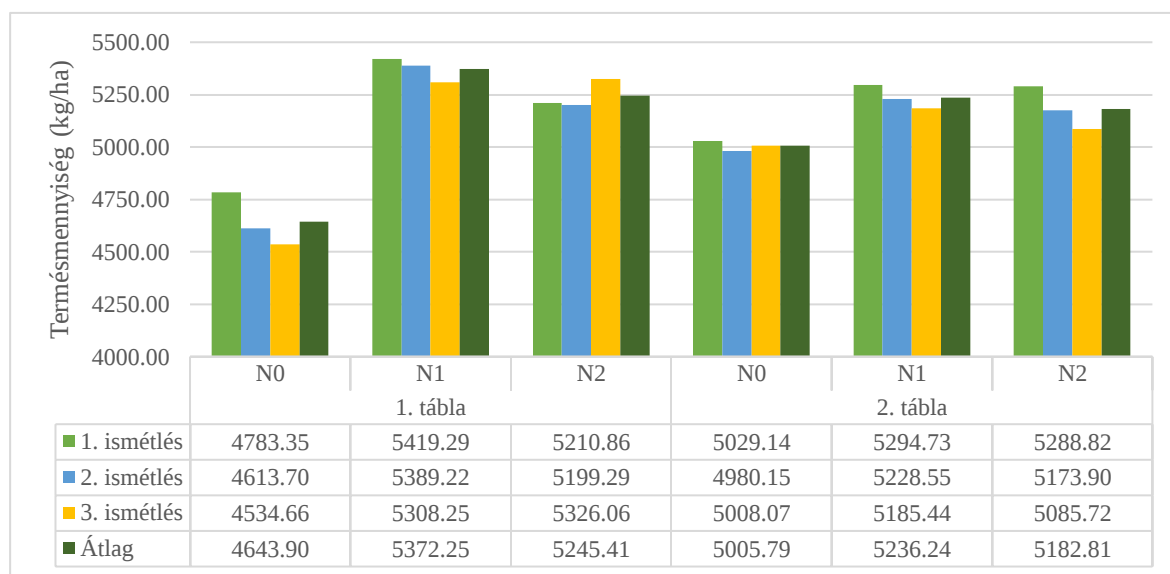
A minőségi paraméterek teljeskörűbb értékelése céljából a mért értékek alapján az MSZ 6383:2017-es szabvány szerint kategorizáltam az egyes technológiák alkalmazásával előállított búzatételeket.

Az ökonómiai értékelés során önköltségszámítást végeztem mindhárom technológiára, a két tábla hozamának technológiánkénti átlaga, és a kísérlet helyéül szolgáló gazdaság által kiadott adatok alapján.

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEÉSÜK

4.1 Termésmennyiség

Az előző fejezetben ismertetett módszertan szerint a betakarított búza tömegét 14%-os nedvességtartalomra korrigálva, területegységre vetítve (kg/ha) hasonlítottam össze. A legalacsonyabb termésmennyiséget az 1. tábla esetében, N₀ technológiánál tapasztaltam (4534,66 kg/ha), a maximális hozam ugyanezen a táblán volt mérhető az N₁ jelölésű dózis esetében (5419,29 kg/ha). A különböző fejtrágyamennyiségek esetén mért átlagos hozam mindkét táblát tekintve a közepes (N₁) dózis mellett volt a legmagasabb (az 1. tábla esetén 5372,25 kg/ha, a 2. táblán 5236,34 kg/ha), ettől kis mértékben maradt el az N₂ technológia (5245,79 kg/ha és 5182,81 kg/ha a két területen), és az N₀ esetén volt a legalacsonyabb a hozam (4643,90 kg/ha és 5005,79 kg/ha). A két táblát összehasonlítva azok eredményei az N₁ és az N₂ módszer esetében nem tértek el jelentős mértékben. A mért hozamokat az 5. ábra részletesen ismerteti.



5. ábra: A mért terméseredmények 14%-os nedvességtartalomra korrigált értéke, azok átlaga (kg/ha).

Az eredmények a korábbi kutatásokkal összehasonlítva egybecsengenek Kubar *et al.* (2021) Zhang *et al.* (2017) tapasztalataival, miszerint egy bizonyos kijuttatott nitrogénmennyiség felett a termés mennyisége nem növekszik, sőt, csökkenés tapasztalható az ideális dózishoz képest. Ezzel szemben ellentmondanak Omara *et al.* (2020), Madjar *et al.* (2018) és Litke *et al.* (2018) eredményeinek, mivel ezek esetében nem volt tapasztalható ez a termésmennyiség-csökkenés, a nitrogén-ellátottság növelésével minden esetben emelkedett a hozam.

Ezen különbségeket okozhatja többek között az évjáráthatás, mivel a csapadékhiányos tavaszon a nitrogén felvételének és hasznosulásának körülményei valószínűleg nem voltak ideálisak. Emellett a napraforgó előveteményhatása is csökkenthette a talaj felvehető nitrogéntartalmát, illetve vízkészletét. A kísérletnek helyt adó gazdaság adatai szerint a napraforgó elővetemény után vetett búza üzemi átlaga a kísérlet évében jócskán elmaradt például a repce után vetett állományokéhoz képest. A teljes búza vetésterület üzemi átlaga ezen a helyszínen, a kísérlet évében 5784,98 kg/ha volt, melyet 712,15 hektáron mértek, az N₂ technológiához hasonló nitrogén-ellátottsági szint mellett, elsősorban napraforgó és őszi káposztarepce elővetemény után. Összehasonlításképp a kísérlet évét megelőző csapadékosabb, 2020/2021 gazdasági évben 7345,62 kg/ha volt az üzemi átlag (497,19 ha betakarított területen).

Az egytényezős varianciaanalízis lefuttatásával kapott eredményeket a 6. táblázat mutatja be. Ezen eredmények alapján technológiák között szignifikáns különbség tapasztalható az eltérő technológiák termésmennyiségre gyakorolt hatását tekintve, mindkét tábla esetében.

6. táblázat: A termésmennyiségek egytényezős varianciaanalízisének eredményei ($\alpha=0,05$).

	Tényezők	SS	df	MS	F	p-érték	F krit.
1. tábla	Csoportok között	908389,099	2	454194,549	55,9427706	0,00013185	5,14325285
	Csoporton belül	48713,4846	6	8118,9141	—	—	—
	Összesen	957102,5834	8	—	—	—	—
2. tábla	Csoportok között	87297,7297	2	43648,8649	9,34885966	0,01433782	5,14325285
	Csoporton belül	28013,3833	6	4668,89722	—	—	—
	Összesen	115311,113	8	—	—	—	—

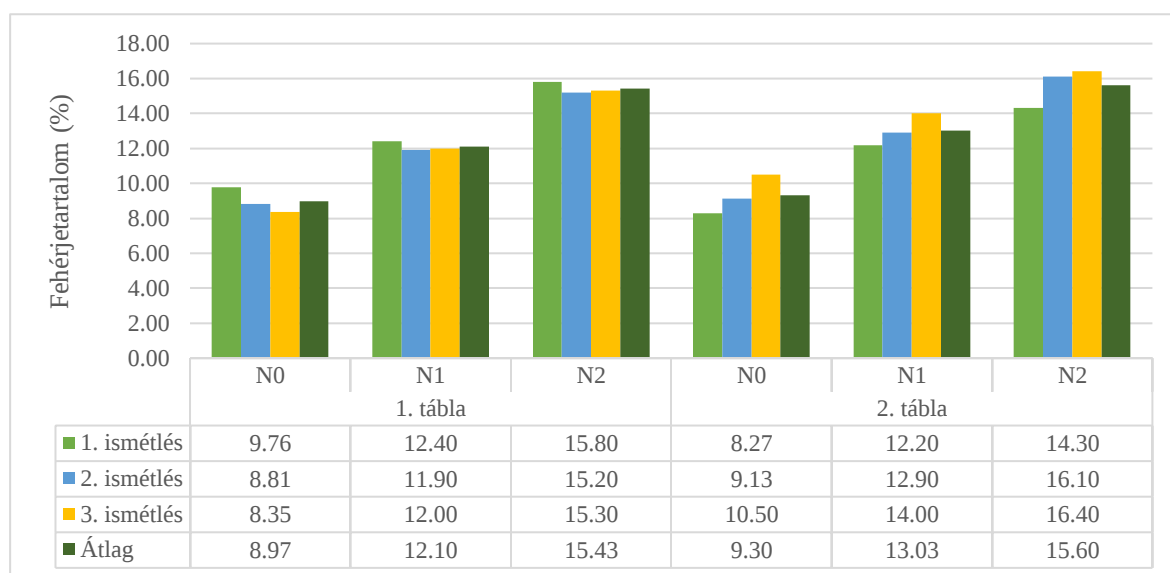
4.2 Szárazanyagra vetített nyersfehérje-tartalom

A fehérjetartalom mindkét terület esetében hasonlóan alakult. A legalacsonyabb mért érték 8,27% volt, melyet a 2. táblán, N₀ technológiánál tapasztaltam. A maximális fehérjetartalom 16,40% volt, ez a 2. táblán, egy N₂ dózissal kezelt parcella esetén volt mérhető. Az ismétlések átlagait tekintve azt láthatjuk, hogy a kijuttatott nitrogén mennyiségének emelkedésével nőtt a szemtermés fehérjetartalma. A legalacsonyabb átlagos fehérjetartalom az N₀ dózis esetén volt mérhető: az 1. tábla esetén értéke 8,97% volt, míg a 2. tábla esetén 9,30%. Ugyanezen értékek az N₁ jelzésű technológia mellett 12,10%, illetve 13,03% voltak a két területen. A legmagasabb fejtrágyadózisban részesült parcellák esetén az átlagos

fehérjetartalom 15,43% volt az 1. tábla, és 15,60% a 2. tábla esetében. A két terület eredményeit összehasonlítva jelentős különbséget nem tapasztaltam.

A korábbi kutatásokkal összevetve ezek az eredmények hasonlóságot mutatnak *Madjar et al. (2018)*, illetve *Litke és munkatársainak 2018-as* eredményeivel, melyek szintén azt támasztják alá, hogy a növekvő nitrogén-ellátottság mellett a szemtermés fehérjetartalma is emelkedik. Ezen kísérletek során nem értek el olyan maximális N-dózist, amely ne eredményezne szignifikáns fehérjetartalom-növekedést, vagy esetleg éppen csökkenést idézne elő (ahogyan azt a hozam esetében tapasztalhattuk).

A különböző technológiák esetén mért fehérjetartalom százalékos értékét, azok átlagát a 6. ábra foglalja össze.



6. ábra: A különböző dózisok esetében mért szárazanyagra vetített nyersfehérje-tartalom, azok átlaga (%).

A mért eredményeket az MSZ 6383:2017 szabvánnyal összevetve a mért fehérjetartalom értékeket a kategorizálás eredménye a következő: az N₀ fejtrágyadózissal kezelt parcellák átlagos minősége nem éri el a „malmi búza II.” kategória szabványban meghatározott értékét, az N₁ technológia esetén az 1. tábláról származó búza minősége átlagosan „malmi búza II.”, a 2. tábláról származó tétel minősítése „malmi búza I.”, míg az N₂ dózissal kezelt területekről származó termés minősítése „prémiumbúza” lenne mindkét tábla esetében.

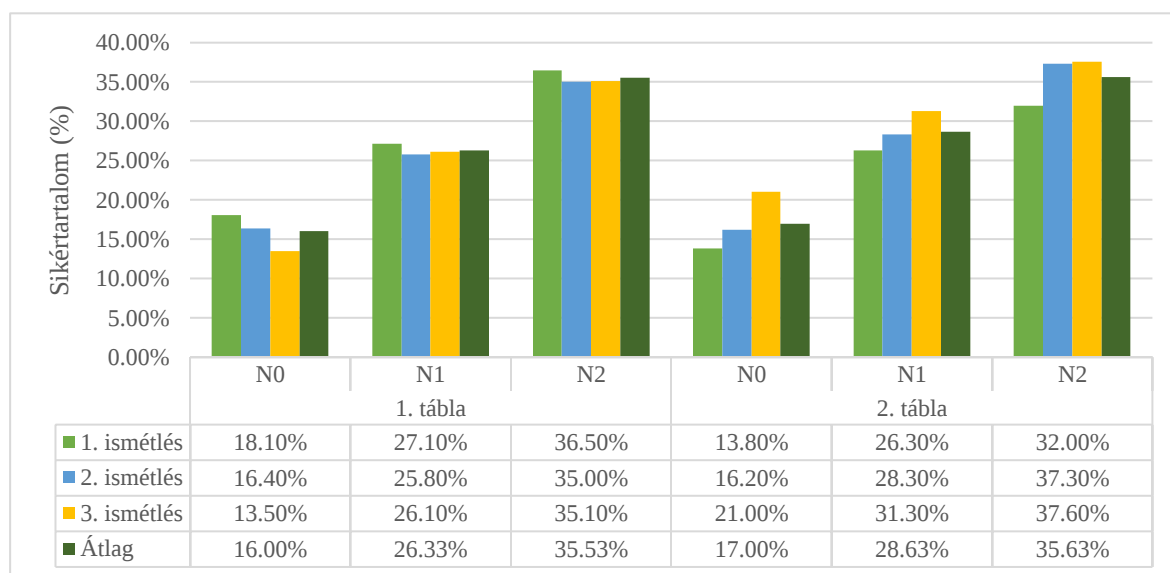
Az egyes nitrogéndózisok fehérjetartalomra gyakorolt hatása közötti különbség az egytényezős varianciaanalízis eredményei alapján szignifikánsnak tekinthető mindkét tábla esetében, mely eredményeket a 7. táblázat ismerteti.

7. táblázat: A fehérjetartalom egytényezős varianciaanalízisének eredményei ($\alpha=0,05$).

	Tényezők	SS	df	MS	F	p-érték	F krit.
1. tábla	Csoportok között	0,00626188	2	0,00313094	136,055429	1,0042E-05	5,14325285
	Csoporton belül	0,00013807	6	2,3012E-05	—	—	—
	Összesen	0,006399949	8	—	—	—	—
2. tábla	Csoportok között	0,00602156	2	0,00301078	26,7368546	0,00102678	5,14325285
	Csoporton belül	0,00067565	6	0,00011261	—	—	—
	Összesen	0,006697202	8	—	—	—	—

4.3 Sikértartalom

A sikértartalom a fehérjetartalomhoz hasonlóan a nitrogéndózis növelésével emelkedett. Ez a tendencia mindkét területre igaznak bizonyult. A sikértartalom legalacsonyabb mért értéke 13,50% volt (1. tábla, N₀ technológia), a legmagasabb 37,60% (2. tábla, N₂ fejtrágyadózis). A sikértartalom átlagos értéke a fejtrágyát nem kapott parcellák (N₀) esetében az 1. táblán 16,00%, a 2. táblán 17,00% volt. Az N₁ dózis esetén az 1. táblán 26,33%, míg a 2. táblán 28,63% volt ezen paraméter átlagos értéke. A legmagasabb nitrogéndózissal kezelt parcelláknál az átlagos sikértartalom 35,53%, illetve 35,63% volt a két tábla esetén. A területek átlagait összehasonlítva jelentős különbséget ezen paraméter esetében sem tapasztaltam. A sikértartalom mért értékeit, azok átlagát a 7. ábra mutatja be.



7. ábra: A sikértartalom alakulása különböző N-dózisok mellett (%).

A kísérlet eredményei hasonlóságot mutatnak a korábbi kutatásokkal. Madjar et al. (2018), Litke és munkatársai (2018) és Zecevic és társai (2010) is azt tapasztalták, hogy a

nitrogén-ellátottság szintjének növekedése a szemtermés sikértartalmának növekedését indukálja, amely tendencia jellemzi az általam mért eredményeket is. Ezen paraméter esetében sem volt mérhető a sikértartalom növekedésének megtorpanása, vagy csökkenése a nitrogénszint emelése esetén.

Az MSZ 6383:2017 szabvány által meghatározott értékekkel összevetve az egyes technológiáknál gyorsanalizáló készülékkel meghatározott átlagos sikértartalmat látható, hogy az N₀ technológiával kezelt búza a sikértartalom tekintetében nem érte el a „malmi búza II.” kategória alsó határát. Az N₁ esetében az elért kategória a „malmi búza II.”, míg az N₂ kezelés mellett a búza minősége „prémiumbúza” kategóriájú volt.

A változó fejtrágyamennyiségek sikértartalomra gyakorolt hatásának statisztikai elemzése alapján a technológiák közötti különbség szignifikánsnak tekinthető. Az ehhez kapcsolódó egytényezős varianciaanalízis eredményei a 8. táblázatban olvashatók.

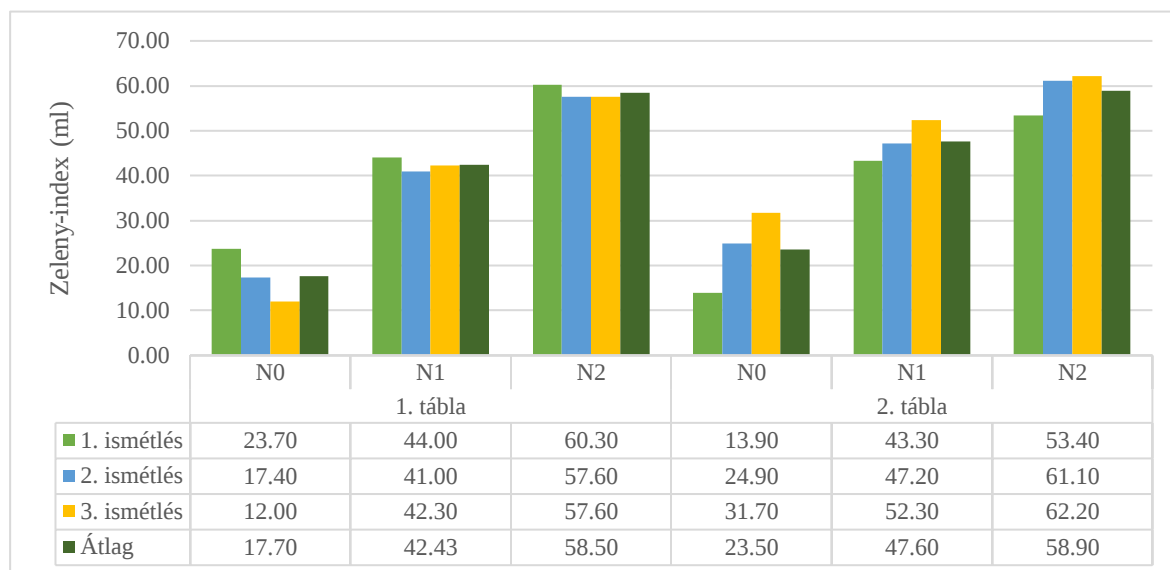
8. táblázat: A sikértartalom egytényezős varianciaanalízisének eredményei ($\alpha=0,05$).

	Tényezők	SS	df	MS	F	p-érték	F krit.
1. tábla	Csoportok között	0,05729689	2	0,02864844	130,68221	1,1302E-05	5,14325285
	Csoporton belül	0,00131533	6	0,00021922	–	–	–
	Összesen	0,058612222	8	–	–	–	–
2. tábla	Csoportok között	0,05315356	2	0,02657678	26,8482433	0,00101533	5,14325285
	Csoporton belül	0,00593933	6	0,00098989	–	–	–
	Összesen	0,059092889	8	–	–	–	–

4.4 Zeleny-féle szedimentáció

A Zeleny-féle szedimentációs indexről szintén elmondható, hogy mind az 1. tábla, mind a 2. tábla esetében a nitrogénszint emelésével értéke növekedett. A legalacsonyabb Zeleny-index 12,00 ml volt, melyet az 1. tábla esetében, N₀ dózis mellett mértem. A paraméter maximális értéke 62,2 ml volt, ez a 2. táblán, N₂ fejtrágyamennyiségnél volt megfigyelhető. Az N₂ technológia esetén a két terület hasonlóan teljesített, míg az alacsonyabb dózissal kezelt parcellák esetében az 1. tábla eredményei kis mértékben alulmúlták a 2. tábla értékeit.

A különböző nitrogénellátottság mellett mért Zeleny-féle szedimentációs index értékeket, azok átlagát a 8. ábra szemlélteti.



8. ábra: A különböző fejtrágyadózisok esetén mért Zeleny-index értékek (ml).

A korábbi kutatásokkal összehasonlítva a mért értékeket az a következtetés vonható le, hogy az eredmények hasonlóan alakultak, mint Litke és munkatársai (2018), illetve Zecevic és társai (2010) mérései esetén, azaz a Zeleny-index a nitrogén-ellátottság növelésével emelkedett. A felfedezhető különbség Zecevic et al. eredményeihez képest a Zeleny-index növekedésének mértéke, amely már az alacsonyabb dózisú fejtrágyázás esetén is jelentős volt a fejtrágyát nem kapott állomány eredményeihez képest. A közepes és a magas nitrogén-ellátottság között kisebb különbséget tapasztaltam, ezen paramétert tekintve, míg Zecevic és társainak eredményei ezzel a tendenciával ellentétesen alakultak.

Az MSZ 6383:2017-es szabvány alapján az N₀ technológiával kezelt parcellák esetén a búza minősége nem érte el a „malmi búza II.” kategóriát egyik terület esetén sem. Az N₁ dózissal kezelt állomány minősége jelentősen jobb volt, a „malmi búza I.” kategóriába sorolható az 1., míg a „prémiumbúza” kategóriába a 2. tábla esetén. Az N₂ nitrogén-ellátottsági szint mellett a termény a „prémiumbúza” kategóriába esik a Zeleny-indexet tekintve.

Az eltérő nitrogénellátottság mellett mért Zeleny-index értékek közötti különbség azok egytényezős varianciaanalízise alapján szignifikánsnak tekinthetőek mindkét tábla esetében. Az elemzés eredményeit a 9. táblázat ismerteti.

9. táblázat: A Zeleny- index értékek egytényezős varianciaanalízisének eredményei ($\alpha=0,05$).

	Tényezők	SS	df	MS	F	p-érték	F krit.
1. tábla	Csoportok között	2534,51556	2	1267,25778	97,523044	2,6581E-05	5,14325285
	Csoporton belül	77,9666667	6	12,9944444	–	–	–
	Összesen	2612,482222	8	–	–	–	–
2. tábla	Csoportok között	1961,66	2	980,83	23,7221058	0,00141498	5,14325285
	Csoporton belül	248,08	6	41,3466667	–	–	–
	Összesen	2209,74	8	–	–	–	–

4.5 A nitrogén-ellátottság hatásának összefoglaló elemzése

Mivel az egytényezős varianciaanalízis alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a mért értékek csoportjai közötti különbség jelentős, szükségessé vált azok páronkénti összehasonlítása. Ennek céljából kiszámoltam az egyes paramétereknél mért adatokra területenként a legkisebb szignifikáns differencia értékét.

Az összehasonlítás eredményeit tekintve azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a termésmennyiség az N_0 nitrogénellátottsághoz képest N_1 és N_2 esetében jelentősen magasabb volt, azonban N_1 és N_2 között nincs szignifikáns különbség ezen paraméter esetében.

A fehérjetartalmat és a sikértartalmat vizsgálva a különbség a három technológia között mindkét tábla esetében szignifikáns volt. A Zeleny-index esetében az 1. táblánál azt láthatjuk, hogy a különbség mindhárom technológia esetén jelentős, a 2. táblát tekintve viszont csak az N_0 és az N_1 , illetve az N_0 - N_2 párok esetén vethető el a nullhipotézis, tehát az N_1 és az N_2 közötti különbség nem tekinthető szignifikánsnak. Az eredmények összefoglalása, illetve összehasonlítása a 10. táblázatban látható. Az azonos oszlopokban, azonos betűvel jelölt értékek közötti különbség nem tekinthető szignifikánsnak, az eltérő betűk jelentős különbséget jelölnek.

10. táblázat: A mért értékek összehasonlítása az $SZD_{5\%}$ meghatározásával.

	Termésmennyiség (kg/ha)		Fehérje (%)		Sikér (%)		Zeleny-index (ml)	
	Tábla 1	Tábla 2	Tábla 1	Tábla 2	Tábla 1	Tábla 2	Tábla 1	Tábla 2
N_0	4643,90a	5005,79a	8,97a	9,30a	16,00a	17,00a	17,70a	23,50a
N_1	5372,25b	5236,24b	12,10b	13,03b	26,33b	28,63b	42,43b	47,60b
N_2	5245,41b	5182,81b	15,43c	15,60c	35,53c	35,63c	58,50c	58,90b
$SZD_{5\%}$	180,03	136,52	0,96	2,12	2,96	6,29	7,20	12,85

Az MSZ 6383:2017-es szabvány szerint a különböző technológiákkal kezelt tételek a vizsgált paraméterek értékei alapján a következőképp sorolhatók minőségi kategóriákba:

N₀ – nem éri el a minőségi kategóriák határértékeit, élelmiszcélra nem alkalmas

N₁ – „malmi búza II.”

N₂ – „prémiumbúza”.

4.6 Ökonómiai értékelés

Az ökonómiai elemzés során kiszámítottam a termelés közvetlen költségeit az alkalmazott fejtrágyadózisok, illetve az általuk indukált terméskülönbségek figyelembevételével. A felhasznált adatokat a kísérletnek helyt adó gazdaság bocsájtotta rendelkezésemre, így sem az inputanyagok egységára, sem a búza eladási ára, vagy a gépi műveletek költségei nem tekinthetők általános érvényűnek, csak irányadó értékeként szolgáltak, illetve az adott gazdaság esetében az ökonómiai számítások alapjául szolgáltak a kísérlet évében.

Az anyagköltség a következő elemekből tevődött össze:

1. minden technológia esetén azonos mennyiségben: a) alaptrágya (DAP 18:46, 140 kg/ha), b) vetőmag (Pibrac II. fok, 195 kg/ha), c) csávázószer (Vibrance Duo, 2 l/vetőmag tonna), d) egyéb növényvédőszer (Granstar Super 50 SX 50 g/ha, Starane Forte 333 EC 0,25 l/ha, Trend 0,2 l/ha, Rapid CS 0,08 l/ha, Priaxor 0,8 l/ha, Revycare 1 l/ha, Decis Mega 0,15 l/ha), e) lombtrágyák (YaraVita Gramitrel 3 l/ha, Epso Top 9,2 kg/ha, Azospeed 20 l/ha)
2. technológiánként változó mennyiségben: fejtrágya – Pétisó N27% (0 kg/ha, 240 kg/ha, vagy 480 kg/ha mennyiségben, technológiától függően)

Az 1. pontban leírt, technológiától független anyagköltség összértéke 110.010,82 Ft/ha volt, ami gyakorlatilag megegyezik az N₀ fejtrágyadózis esetén jelentkezett anyagköltséggel. A 2. pontban leírtaknak megfelelően, 203 Ft/kg-os pétisó árral számolva az N₁ technológia fejtrágyaköltsége 48.720 Ft/ha volt, így az összesített anyagköltsége 158.730,82 Ft/ha lett, míg az N₂ fejtrágyaköltsége 97.440 Ft/ha volt, ezzel a technológia teljes anyagköltsége 207.450,82 Ft/ha-ra emelkedett. Az általános anyagköltségek számítása során készített táblázat a Mellékletek fejezetben, az 1. mellékletként tekinthető meg, az egyes technológiák során fellépő fejtrágya költségeket a 2. melléklet tartalmazza.

A gépi munkák költségeinek számítása során a következő műveleteket vettem figyelembe: alaptrágya kijuttatása, rövidtárcsás művelés, vetés, hengerezés vetés után és a tél végén, növényvédelmi állománykezelés 3 alkalommal, betakarítás, és a termény szállítása a

táblától a telephelyig. Az eltérő technológiák esetén a gépi műveleteket tekintve is volt önköltséget módosító tényező. Egyrészt, mivel az N_0 dózis esetén az adott állomány esetében nem történt fejtrágyázás, itt műtrágyaszórás 1 alkalommal történt, azonban N_1 és N_2 dózis esetén a műtrágyázások száma 4 volt. A másik, jóval kisebb jelentőségű modifikáló komponens a szállítás volt, mivel annak költség számításakor nem csak a távolságot, hanem a szállított mennyiséget (a termés tömegét) is figyelembe veszik, így az alacsonyabb termésátlagú technológia esetében ennek költsége valamivel alacsonyabb volt, mint a magasabb hozamszint esetén. A gépi műveletek költség számításához felhasznált adatokat, illetve a számítási részeredményeket a 3. melléklet mutatja be.

Az ökonómiai számítások eredményeit tekintve azt láthatjuk, hogy 130 Ft/kg-os felvásárlási átlagárral számolva a termelési érték N_0 technológia esetén 627.230,04 Ft/ha, N_1 esetén 689.552,02 Ft/ha, N_2 -nél 677.833,98 Ft/ha. A kísérlet évének augusztusában, a termés értékesítésekor ezt a felvásárlási árat alkalmazták gyakorlatilag minden minőségi kategória esetében, így ezt nem módosítottam az eltérő technológiáknál. Ezzel összevetve az összes közvetlen költség hektáronként N_0 esetén 185.311,88 Ft, N_1 esetén 245.131,13 Ft, N_2 technológia alkalmazásakor 293.738,46 Ft volt. Már ezen értékeket tekintve is látható, hogy a többletköltséget nem kísérte arányos mértékben többletbevétel N_1 és N_2 technológia mellett sem. Az N_0 költség- és bevétel szintjéhez viszonyítva az N_1 esetén a befektetett plusz költség eredményezett annyi terméstöbbletet, hogy a befektetés megtérüljön, és még kis mértékű többletjövedelem is képződjön (2502,73 Ft/ha), az N_2 technológia esetében ez 57.822,64 Ft nettó jövedelem kiesést eredményezett.

Az önköltség N_0 fejtrágyadózis alkalmazása mellett 38.407,83 Ft volt tonnánként, N_1 esetén ennek mértéke 46.214,13 Ft/t, N_2 dózishoz 56.335,33 Ft/t. A jövedelmezőségi ráta az egyes technológiák esetében a következőképpen alakult: N_0 – 70,46%, N_1 – 64,45%, N_2 – 56,67%, így a gazdálkodás minden technológia mellett eredményesnek tekinthető. A gazdaságossági számítások eredményeit a 11. táblázat részletesen ismerteti.

11. táblázat: A gazdaságossági számítások eredményei.

	N ₀	N ₁	N ₂
Termelési érték (Ft/ha)	627 230,04	689 552,02	677 833,98
Anyagköltség (Ft/ha)	110 010,82	158 730,82	207 450,82
Gépi műveletek költsége (Ft/ha)	75 301,06	86 400,31	86 287,63
Összes közvetlen költség (Ft/ha)	185 311,88	245 131,13	293 738,46
Profit (Ft/ha)	441 918,16	444 420,89	384 095,52
Önköltség (Ft/t)	38 407,83	46 214,13	56 335,33
Fedezeti pont (t/ha)	1,43	1,89	2,26
Költségszint	29,54%	35,55%	43,33%
Jövedelmezőségi ráta	70,46%	64,45%	56,67%
A többletjövedelem és a többletkiadás különbsége N ₀ -hoz viszonyítva (Ft/ha)	—	2 502,73	-57 822,64

Összességében elmondható, hogy az N₀ és az N₁ technológia megfelelő jövedelmezőséget biztosít, azonban a hektáronkénti magasabb nettó jövedelemre N₁ alkalmazásával lehet számítani. Emellett nem elhanyagolható annak az eshetősége, hogy a különböző minőségű búzatételeknek általában különbözik a felvásárlási ára (attól függetlenül, hogy jelen helyzetben ilyen nem történt), ekkor nagy valószínűséggel az N₀ dózis alkalmazása jelentősen kevésbé lenne profitábilis, az N₁ és N₂ egymáshoz viszonyított jövedelmezősége a felvásárlási árak közötti különbségtől jelentős mértékben függene.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A kísérlet eredményei alapján megállapítható, hogy adott évben, adott körülmények között az őszi búza termésmennyisége jelentősen magasabb volt fejtrágya kijuttatása mellett, mint annak elhagyása esetén. A hektáronkénti hozam azonban egy, a jellemző talajadottságokhoz képest alacsonynak mondható nitrogéndózis (96,192 kg/ha) mellett volt a legmagasabb, kis mértékben felülmúlva a magasabb dózis (160,992 kg N/ha) átlagát. Ez alátámasztja azt a hipotézist, miszerint a nitrogén-ellátottság emelésével egy bizonyos szintig növelni tudjuk az őszi búza termésmennyiségét, majd a hozam (esetleg stagnálást követően) csökkenő tendenciát mutat a további kijuttatott nitrogénmennyiségek esetén.

A vizsgált minőségi paraméterek – azaz a szárazanyagra vetített nyersfehérje-tartalom, a sikértartalom és a Zeleny-féle szedimentációs index – a nitrogéndózis emelésével növekedtek, a korábbi kutatások során tapasztaltakhoz hasonlóan. Így ezen paraméterek esetében a kísérlet azt támasztja alá, hogy jobb minőségű terményt magasabb nitrogén-ellátottság elérésével tudunk elérni.

A végső eredményeket azonban vélhetőleg több faktor jelentősen befolyásolta a tápanyag-ellátottságon kívül, úgy mint az ökológiai tényezők (talaj, évjáráthatás), a fajtahatás, és az egyéb agrotechnikai elemek (elővetemény, talajművelés, vetés, növényvédelem, betakarítás) hatása. Ennek figyelembevételével elmondható, hogy az eredmények szignifikanciája alapján hasonló termelési tényezők esetén hasonló eredményekre számíthatunk, azonban jelentősen eltérő körülmények között nagy valószínűséggel a kísérletben alkalmazott dózisok használatával más eredményeket kapnánk.

Az önköltségszámítás alapján a kísérlet során alkalmazott technológiák közül a legmagasabb profitot az N₁ jelzésű biztosította, de ez évről évre nagy valószínűséggel változhat a költségek és a terményárak alakulásától függően.

A kutatás eredményeit elsősorban a kísérleti feltételeket biztosító vállalkozás, és a környező gazdák tudják hasznosítani a termelésben, vagy más olyan területen gazdálkodók, ahol az ökológiai körülmények azonos jellegűek. Mivel az éghajlat változása kapcsán számíthatunk hasonlóan szélsőséges időjárásra a következő évek-évtizedek során, az eredmények a későbbiekben szerepet kaphatnak olyan régiókban is, ahol jelenleg az ilyesfajta meteorológiai anomáliák még nem okoznak gondot az őszi búza termesztése során.

Ahhoz, hogy a gyakorlatban szélesebb körben hasznosítható eredményeket kapjunk, szükségesnek tartom további kutatások elvégzését, új változók integrálásával, különös tekintettel más fajták bevonására, illetve több, különböző területeken végzett tartamkísérlet

beállítására. A kísérleti gazdaság számára is előnyös lenne a kutatás folytatása több fajtaival, több éven keresztül, esetleg jobb elővetemény-értékű növénykultúrák (például valamilyen pillangós faj) vetésforgóba illesztésével.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Hazánk legjelentősebb gabonanövénye napjainkban az őszi búza. Jelentős mennyiségű kutatási eredmény támasztja alá termesztése során a nitrogén-ellátottság fontosságát, azonban a jelenlegi ökológiai tényezők – mint például a klímaváltozás, vagy a talajok nitrátérzékenysége – és gazdasági körülmények – a költségek jelentős növekedése, és az azzal lépést tartani nem képes gabonaárak – indokoltta teszik a nitrogén-utánpótlás gyakorlatának felülvizsgálatát.

A Heves vármegyében, 2021/2022 gazdasági évben, 2 egymáshoz közel fekvő területen zajló kísérlet során 3 különböző nitrogénfejtrágya-dózist alkalmaztam 3-3 ismétlésben, a többi agrotechnikai elem megváltoztatása nélkül, és vizsgáltam azok hatását az őszi búza termésének mennyiségére és minőségére. Így a teljes kijuttatott nitrogénmennyiség a következő volt a különböző technológiák esetén: N_0 – 31,392 kg N/ha (melyből fejtrágyával kijuttatott: 0 kg N/ha), N_1 – 96,192 kg/ha (fejtrágyaként kijuttatott: 64,8 kg N/ha) és N_2 – 160,992 kg N/ha (fejtrágyaként kijuttatva: 129,6 kg N/ha). A vizsgált paraméterek a hektáronkénti, 14%-os nedvességtartalomra korrigált termésmennyiség, a szárazanyagra vonatkoztatott nyersfehérjetartalom, a sikértartalom, és a Zeleny-féle szedimentációs index voltak.

A termésmennyiség a parcellák átlagát tekintve az N_0 technológia esetén volt a legalacsonyabb (4643,90 és 5005,79 kg/ha a 2 terület esetében), maximumát az N_1 nitrogén-ellátottság mellett érte el (5372,25 és 5236,24 kg/ha), ezt kis mértékben múlta alul az N_2 technológia (5245,41 és 5182,81 kg/ha). N_0 - N_1 és N_0 - N_2 között a különbség szignifikáns volt, N_1 - N_2 között nem.

A fehérje- és a sikértartalom a nitrogénellátás növelésével emelkedett. A legalacsonyabb átlagos fehérjetartalom N_0 ellátottság mellett volt mérhető (8,97% és 9,3% a két területen), maximumát az N_2 technológiánál érte el (15,43% és 15,60%). A sikértartalom ehhez hasonlóan az N_0 kezelésnél volt a legalacsonyabb (16,00% és 17,00%), N_2 dózis esetén a legmagasabb (35,53% és 35,63%). A különbség mindenhol szignifikáns volt.

A Zeleny-index az 1. tábla esetén a többi minőségi paraméterhez hasonlóan N_0 esetén volt a legalacsonyabb (17,70 ml és 23,50 ml), N_2 esetén pedig a legmagasabb (58,50 ml és 58,90 ml), azonban az N_1 - N_2 technológiák hatása közötti különbséget tekintve a szignifikancia csak az 1. tábla esetében volt statisztikai módszerekkel igazolható.

Összességében a legjobb minőséget az N_2 technológia, míg a legmagasabb termésmennyiséget az N_1 alkalmazása eredményezte, az önköltségszámítás alapján ökonómiai szempontból az N_1 technológia alkalmazása tekinthető a leghatékonyabbnak. További kutatások szükségesek a témában más változók bevonásával.

7. IRODALOMJEGYZÉK

- Agrárközgazdasági Intézet (2023): Mezőgazdasági inputok havi forgalma, 2022. X–XII. hónap. Statisztikai jelentés. Budapest, 17 p.
- Ágoston T. & Pepó P. (2005): Évjáráthatás vizsgálata őszi búzafajták termésére és termésstabilitására. Agrártudományi közlemények = Acta Agraria Debreceniensis, 16: 62-67.
- Árendás T. (2017): A tápanyag-gazdálkodás, növénytáplálás szervezése. In: Birkás M. (szerk.): Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó, Budapest, 482 p., 242-252. p.
- Baloch, M. S., Shah, I. T. H., Nadim, M. A., Khan, M. I., & Khakwani, A. A. (2010): Effect of seeding density and planting time on growth and yield attributes of wheat. The Journal of Animal and Plant Sciences, 20(4): 239-242.
- Balogh Á. & Pepó P. (2006): A tápanyagellátás és a fajta hatása az őszi búza termésmennyiségére, betegség-ellenállóságára és sütőipari minőségére, tartamkísérletben. Növénytermelés, 5-6: 357-370.
- Csathó, P., Árendás, T., Németh, T. (1998): New, environmentally friendly fertiliser advisory system, based on the data set of the Hungarian long-term field trials set up between 1960 and 1995. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 29: 2161-2174.
- Dai, X., Zhou, X., Jia, D., Xiao, L., Kong, H., & He, M. (2013): Managing the seeding rate to improve nitrogen-use efficiency of winter wheat. Field Crops Research, 154: 100-109.
- Erekul, O., & Köhn, W. (2006): Effect of weather and soil conditions on yield components and bread-making quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter Triticale (*Triticosecale* Wittm.) varieties in North-East Germany. Journal of Agronomy and Crop Science, 192(6): 452-464.
- Füleky Gy. & Sárdi K. (2014): Tápanyag-gazdálkodás mezőgazdasági mérnököknek. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 259 p.
- Gyuricza Cs. (2017): Vetésforgó és vetésváltás. In: Birkás M. (szerk.): Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó, Budapest, 482 p., 351-394. p.
- Hornok M. & Pepó P. (2005): Elővetemény és növényvédelem hatása az őszi búza fontosabb kórtani tulajdonságaira és termésére. Agrártudományi közlemények = Acta Agraria Debreceniensis, 16: 84-89.
- Jolánkai M. (2005): Gabonafélék. In: Antal J. (szerk.): Növénytermesztéstan 1.. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 391 p., 183-204. p.
- Jug, I., Jug, D., Sabo, M., Stipesevic, B., & Stosic, M. (2011): Winter wheat yield and yield components as affected by soil tillage systems. Turkish journal of agriculture and forestry, 35(1): 1-7.
- Kajdi F. (2011): A búza minősége és annak vizsgálata. Agro Napló, 5: 27-28.
- Kalocsai R. (2017): Mikroelem-trágyázás. In: Birkás M. (szerk.): Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó, Budapest, 482 p., 234-241. p.
- Keszthelyi S. (2013): Az őszi búza növényvédelme. In: Kismányoky T. (szerk.): Versenyképes búzatermesztés. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, Budapest, 288 p., 165-184. p.
- Kismányoky T. (1993): Vetésforgó és vetésváltás. In: Nyíri L. (szerk.): Földműveléstan. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 438 p., 294-328. p.
- Kismányoky T. (2013a): Egyedfejlődés. In: Kismányoky T. (szerk.): Versenyképes búzatermesztés. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, Budapest, 288 p., 35-48. p.

- Kismányoky T. (2013b): Ökológiai igénye. In: Kismányoky T. (szerk.): Versenyképes búzatermesztés. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, Budapest, 288 p., 49-56. p.
- Kismányoky T. (2013c): Fajtakérdés. In: Kismányoky T. (szerk.): Versenyképes búzatermesztés. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, Budapest, 288p., 57-66. p.
- Kismányoky T. (2013d): Vetőmag, vetés. In: Kismányoky T. (szerk.): Versenyképes búzatermesztés. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, Budapest, 288 p., 149-164. p.
- Kismányoky T. (2013e): Tápanyagellátás. In: Kismányoky T. (szerk.): Versenyképes búzatermesztés. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, Budapest, 288 p., 97-126. p.
- Kubar, M. S., Feng, M., Sayed, S., Shar, A. H., Rind, N. A., Ullah, H., Kalhor, S. A., Xie, Y., Yang, C., Yang, W., Kalhor, F. A., Gasparovic, K., Barboricova, M., Brestic, M., Askary, A. E. & El-Sharnouby, M. (2021): Agronomical traits associated with yield and yield components of winter wheat as affected by nitrogen managements. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28 (9): 4852–4858.
- Lakatos M. (2010): Hazai megfigyelt hőmérsékleti és csapadék tendenciák, szélsőségek alakulása a múlt század elejétől. Változó éghajlat és következményei a Kárpát-medencében. 36. Meteorológiai Tudományos Napok, Budapest, 2010. november 18-19., 42-59 p.
- Linina, A., & Ruza, A. (2018): The influence of cultivar, weather conditions and nitrogen fertilizer on winter wheat grain yield. *Agronomy Research* 16(1): 147-156.
- Litke, L., Gaile, Z., & Ruža, A. (2018): Effect of nitrogen fertilization on winter wheat yield and yield quality. *Agronomy Research* 16(2): 500-509
- Madjar, R. M., Scăteanu, G. V., & Anton, A. (2018): Improve of grain yield and quality of winter wheat by nitrogen inputs. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, 61: 310-315.
- Magyar Élelmiszer-biztonsági Hivatal (2009): Gabonaalapú élelmiszerek fuzárium toxin szennyezettségének csökkentési lehetőségei. Hivatali kiadvány. Budapest, 33 p.
- Magyar Szabványügyi Testület (2017): Búza és durumbúza élelmezési célra. MSZ 6383.
- Moitzi, G., Neugschwandtner, R.W., Kaul, H.-P. & Wagentritl, H. (2020): Efficiency of Mineral Nitrogen Fertilization in Winter Wheat under Pannonian Climate Conditions. *Agriculture*, 10 (11): 541.
- Móré M., Diósi G., Győri Z. & Sipos P. (2014): Őszi búza fajták reológiai tulajdonságainak változása rövid idejű tárolás során. *Agrártudományi közlemények = Acta Agraria Debreceniensis*, 56: 83-86. p.
- Omara, P., Aula, L., Dhillon, J. S., Oyebiyi, F., Eickhoff, E. M., Nambi, E., Fornah, A., Carpenter, J. & Raun, W. (2020): Variability in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) grain yield response to nitrogen fertilization in long-term experiments. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51(3): 403-412.
- Pépó P. (2012): Az agrotechnikai elemek hatékonyságának növelési lehetőségei a búzatermesztésben. *Agrofórum Extra*, Extra 45: 5-11.
- Pépó P. (2019): Interaktív hatások az őszi búza tápanyagellátásában. *Agrofórum: a növényvédők és növénytermesztők havilapja*, 9: 18-24.
- Pépó P. & Szabó É. (2013): A trágyázás, a genotípus és az évjárat őszi búza (*Triticum aestivum* L.) sütőipari tulajdonságaira gyakorolt hatásának parametrizálása. *Növénytermelés*, 3: 43-56.
- Petr, J., Cerny, V. & Hruska, L. (1985): A főbb szántóföldi növények termésképződése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 405 p.

- Sáenz, J. A. C. (2021): Importance of wheat in animal feed and production. <https://www.veterinariadigital.com/en/articulos/importance-of-wheat-in-animal-feed-and-production/> (2023. március)
- Suddick, E. C., Whitney, P., Townsend, A. R., & Davidson, E. A. (2013): The role of nitrogen in climate change and the impacts of nitrogen–climate interactions in the United States: foreword to thematic issue. *Biogeochemistry*, 114: 1-10.
- Szabó A. & Szabó É. (2015): Az agrotechnikai és ökológiai tényezők hatása az őszi búza sütőipari minőségre. *Értékálló aranykorona: országos mezőgazdasági szaklap*, 9: 13, 15.
- Szabó É. (2012): Az őszi búza minősítése - laboratóriumi minőségvizsgálatok. *Értékálló aranykorona: országos mezőgazdasági szaklap*, 7: 13-14.
- Szabó I. (2021): Növényélettan: az őszi búza fontosabb növekedési és fejlődési stádiumai. *Agrofórum Extra*, Extra 89: 112-114
- Tóth Z. (2013): Minőség. In: Kismányoky T. (szerk.): Versenyképes búzatermesztés. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, Budapest, 288 p., 233-241. p.
- Wanic, M., Denert, M., & Treder, K. (2019): Effect of forecrops on the yield and quality of common wheat and spelt wheat grain. *Journal of Elementology*, 24(1): 369-383.
- Woźniak, A., & Rachoń, L. (2020): Effect of tillage systems on the yield and quality of winter wheat grain and soil properties. *Agriculture*, 10(9): 405.
- Zecevic, V., Boskovic, J., Knezevic, D., & Micanovic, D. (2014): Effect of seeding rate on grain quality of winter wheat. *Chilean journal of agricultural research*, 74(1): 23-28.
- Zecevic, V., Knezevic, D., Boskovic, J., Micanovic, D., Dozet, G. (2010): Effect of nitrogen fertilization on winter wheat quality. *Cereal Research Communications*, 38 (2): 243-249.
- Zhang, M., Wang, H., Yi, Y., Ding, J., Zhu, M., Li, C., Guo, W., Feng, C. & Zhu, X. (2017): Effect of nitrogen levels and nitrogen ratios on lodging resistance and yield potential of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *PLoS One*, 12(11): e0187543.
- Zsigrai Gy. (2017): Műtrágyázás. In: Birkás M. (szerk.): Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó, Budapest, 482 p., 215-234. p.
- http1 FAOSTAT: Production. Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (2023 március)
- http2 Wheat Foods Around the World. <https://eatwheat.org/learn/wheat-foods-around-the-world/> (2023 március)
- http3 A vetésterület gazdálkodási formák szerint. https://www.ksh.hu/docs/hun/xtabla/vet/tablvet11_11.html (2023 március)
- http4 Gazdálkodás nitrátérzékeny területen. <https://talajreform.hu/tudasbazis/gazdalkodas-nitraterzekeny-teruleten/> (2023 március)
- http5 Letarolta Európát az ukrán gabona: meglepő részletek láttak napvilágot az áruról. <https://www.agrarszektor.hu/noveny/20230208/letarolta-europat-az-ukran-gabona-meglepo-reszletek-lattak-napvilagot-az-aruro-42354> (2023 március)
- http6 FAOSTAT: Trade. Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/TCL> (2023 április)
- http7 KSH: A búza termelése vármegye és régió szerint. https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0071.html (2023 március)

- http8 KSH: Gabonafélék felvásárlási átlagára. https://www.ksh.hu/stadat_files/ara/hu/ara0013.html (2023 március)
- http9 MNB: Árfolyamok. <https://www.mnb.hu/arfolyam-lekerdezes> (2023 március)
- http10 KSH: Mezőgazdaságiár-indexek és az agrárrolló. https://www.ksh.hu/stadat_files/ara/hu/ara0011.html (2023 március)
- http11 Agrofórum: Folytatódott a műtrágyák árának ugrásszerű emelkedése <https://agroforum.hu/agrarhirek/agrargazdasag/folytatodott-a-mutragyak-aranak-ugrasszeru-emelkedese/> (2023 március)
- http12 KSH: A mezőgazdasági ráfordítások átlagárai. https://www.ksh.hu/stadat_files/ara/hu/ara0012.html (2023, március)
- http13 FAOSTAT: Land, inputs and sustainability. Fertilizers by Nutrient. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/RFN> (2023 április)
- http14 KSH: Műtrágyázás vármegye és régió szerint. https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0093.html (2023 március)
- http15 Metnet: Havi körkép. <https://www.metnet.hu/napi-adatok?sub=2> (2023 április)

8. MELLÉKLETEK

Input anyag árak	Egységár	Dózis	Teljes ár (Ft/ha)
DAP 18:46	128,00 Ft/kg	140,00 kg/ha	17920
Őszi búza Pibrac	130,00 Ft/kg	195,00 kg/ha	25350
Vibrance Duo	5566,00 Ft/l	2,00 kg/ha	11132
Granstar Super 50 SX 200g + Starane Forte 333 EC 1 l (csomag)	21503,00 Ft/csomag	50 g/ha + 0,25 l/ha (0,25 csomag)	5375,75
Trend	3,46 Ft/l	0,20 l/ha	0,692
Rapid CS	20311,00 Ft/l	0,08 l/ha	1624,88
YaraVita Gramitrel	2052,00 Ft/l	3,00 l/ha	6156
Priaxor	12600,00 Ft/l	0,80 l/ha	10080
Epso Top	220,00 Ft/kg	9,20 kg/ha	2024
RevyCare	10350,00 Ft/l	1,00 l/ha	10350
Decis Mega	10650,00 Ft/l	0,15 l/ha	1597,5
Azospeed	920,00 Ft/l	20,00 l/ha	18400

1. melléklet: Input anyagok beszerzési ára, területre vetített költsége, 2021-2022.

Termék	Egységár	Dózis			Technológia fejtrágyaköltsége (Ft/ha)		
		N ₀	N ₁	N ₂	N ₀	N ₁	N ₂
Pétisó N 27%	203,00 Ft/kg	0	240	480	0	48720	97440

2. melléklet: Pétisó beszerzési ára, költsége technológiánként, 2022.

Művelet megnevezése	Egység	Egységár	Mennyiség			Összesített ár műveletenként		
			N ₀	N ₁	N ₂	N ₀	N ₁	N ₂
Műtrágyaszórás	ha	3500	1	4	4	3500	14000	14000
Rövidtárcsázás	ha	8400	2	2	2	16800	16800	16800
Vetés	ha	6720	1	1	1	6720	6720	6720
Hengerezés	ha	4200	2	2	2	8400	8400	8400
Növényvédelmi állománykezelés	ha	3150	3	3	3	9450	9450	9450
Betakarítás	ha	24400	1	1	1	24400	24400	24400
Szállítás	t	1250	4,82	5,30	5,21	6031,06	6630,31	6517,63

3. melléklet: Gépi műveletek költségei, 2021-2022.

NYILATKOZATOK

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: TÓBI FANNI
A Hallgató Neptun kódja: A43L72
A dolgozat címe: KÜLÖNBÖZŐ FEJTRA'GYA DOZISOK HATA'SA
AZ ŐSZI BÚZA TERME'SENEK MENNYISE'GE'RE E'S MINŐSE'GE'RE
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszék neve: NTTI AGRONÓMIA TANSZÉK

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

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítotam, 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 tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

Kelt: 2023. év április hó 26. nap

Tóbi Fanni
Hallgató aláírása

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Tóbi Fanni (név) (hallgató Neptun azonosítója: AY3L7Z)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem.

Kelt: Gödöllő, 2023 év április hó 26 nap

Dr. Mészáros Péter
Belső konzulens